MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAMPARI MÉXICO S.A DE C.V., presenta la siguiente:

Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular (MIA-P), incluye actividad altamente riesgosa (con Estudio de Riesgo)

Aplicable al proyecto:

Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).

Septiembre, 2026

Contenido

1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable de la evaluación de impacto ambiental. 1
1.1 Datos del proyecto 1
1.2 Datos generales del promovente 3
1.3 Datos del responsable técnico de la elaboración del estudio 4
2 Descripción del Proyecto 6
2.1 Información del proyecto 6
2.2 Descripción del proyecto 15
2.3 Superficie y dimensiones del proyecto 18
2.4 Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales 20
2.5 Descripción general del proyecto 22
2.6 Descripción del proceso 50
2.7 Programa general de trabajo 69
2.8 Etapas del proyecto 71
2.9 Generación y manejo integral de Residuos Peligrosos (RP) y Residuos de Manejo Especial (RME), así como emisiones a la atmósfera y de aguas residuales 79
3 Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables 85
3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 86
3.2 Convenios o Tratados Internacionales 88
3.3 Leyes Federales 93
3.4 Reglamentos Federales 111
3.5 Leyes Estatales 124
3.6 Instrumentos de Planeación alineados al Plan Nacional de Desarrollo 133
3.7 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP) 135
3.8 Instrumentos de Planeación para la Conservación Ecológica 136
3.9 Normas Oficiales Mexicanas (NOM) 140
3.10 Ordenamiento Ecológico del Territorio 145
3.11 Planes de Desarrollo Urbano (PDU) 195
3.12 Conclusiones 202

4 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto 203
4.1 Delimitación del Sistema Ambiental (SA) 203
4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental 207
4.3 Cambio Climático 268
4.4 Capacidad de carga del SA 271
4.5 Diagnostico ambiental 274
5 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales 277
5.1 Identificación de impactos ambientales 277
5.2 Metodología para identificar y evaluar los Impactos Ambientales 279
5.3 Caracterización de los Impactos Ambientales 280
5.4 Valorización de los impactos ambientales 291
5.5 Impactos Ambientales Residuales (IAR) 302
5.6 Conclusiones 304
6 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales 305
6.1 Jerarquía de mitigación 305
6.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 306
6.3 Medidas en materia de Cambio Climático 323
6.4 Programa de Vigilancia Ambiental 323
6.5 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 323
6.6 Conclusiones 324
7 Pronósticos ambientales, y en su caso evaluación de alternativas 325
7.1 Descripción y análisis del escenario sin Proyecto 325
7.2 Descripción y análisis del escenario con Proyecto 328
7.3 Descripción y análisis del escenario con Proyecto considerando las medidas de prevención, mitigación y compensación 331
7.4 Pronóstico Ambiental 333
7.5 Evaluación de alternativas 334
7.6 Conclusiones 335
8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental 336

8.1 Formatos de presentación 336
8.2 Bibliografía consultada en la elaboración de la MIA-P 336
8.3 Glosario de términos 343

Índice de Tablas

Tabla 1-1Ubicación del proyecto 1
Tabla 1-2 Duración total del proyecto respecto a la etapa del proyecto 2
Tabla 1-3 Síntesis del proyecto 3
Tabla 2.1 Infraestructura y componentes del proyecto 7
Tabla 2-1 Inversión del proyecto desglosada por etapa de desarrollo del proyecto 8
Tabla 2.2 Coordenadas UTM del polígono de la modificación 9
Tabla 2-2 Servicios en el área de influencia evaluada (500 m) (Mapa Digital INEGI v6.3.0) 13
Tabla 2.3 Descripción de obras y actividades 16
Tabla 2.5 Descripción de la superficie de interacción directa y total del proyecto 18
Tabla 2.6 Colindancias inmediatas a las instalaciones 18
Tabla 2-3 Equipos de proceso 27
Tabla 2-4 Equipos Mecánicos considerados en Reactor Principal B11A 28
Tabla 2-5 Características de equipos mecánicos de Reactor principal B11B 30
Tabla 2-6 Características de tuberías del influente 31
Tabla 2-7 Características de equipos mecánicos de Sistema de manejo de Biogás (U31) 32
Tabla 2-8 Características de tuberías del sistema de manejo de biogás (U31) 34
Tabla 2-9 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Desulfurización) 35
Tabla 2-10 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Secado) . 36
Tabla 2-11 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Compresión) 37
Tabla 2-12 Características de equipos mecánicos de Caldera 38
Tabla 2-13 Sistemas de seguridad del proyecto 44
Tabla 2-14 Instrumentación del proyecto 49
Tabla 2-15 Producción Máxima esperada de Biogás 53
Tabla 2-16 Componentes, equipos, infraestructura e instalaciones 53
Tabla 2-17 Condiciones de operación de los sistemas 55
Tabla 2-18 Condiciones típicas de operación del sistema de Captación y manejo inicial de biogás (U31) 56
Tabla 2-19 Condiciones típicas de operación del sistema de Desulfurización de biogás (U32) 57
Tabla 2-20 Condiciones típicas de operación del sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33) 60
Tabla 2-21 Condiciones típicas de operación del sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34) 61
Tabla 2-22 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35) 62
Tabla 2-23 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35) 63
Tabla 2-24 Resumen de Sustancias Peligrosas 66
Tabla 2-25 Composición de biogás 66
Tabla 2-26 Propiedades físicas del biogás 67
Tabla 2-27 Clasificación de riesgos a la salud de acuerdo con ECHA. 68

Tabla 2-28 Periodos de ejecución del proyecto 70
Tabla 2-29 Actividades que se realizarán durante la etapa de preparación del sitio 71
Tabla 2-30 Actividades que se realizarán durante la etapa de construcción 72
Tabla 2-31 Actividades que se realizarán durante la etapa de operación y mantenimiento 73
Tabla 2.11 Actividades que se realizarán durante la etapa de cierre, desmantelamiento y abandono 75
Tabla 2-32 Clasificación de residuos peligrosos 80
Tabla 2-33 Resumen de las sustancias principales 83
Tabla 2-34 Resumen de sustancias peligrosas 84
Tabla 3-1 Otros tratados y convenios internacionales relevantes 91
Tabla 3-2 Vinculación del Proyecto con la Ley de Biocombustibles 94
Tabla 3-3 Vinculación del Proyecto con la Ley de Planeación y Transición Energética 96
Tabla 3-4 Vinculación del Proyecto con la LGEEPA 97
Tabla 3-5 Vinculación del Proyecto con la LGDFS 100
Tabla 3-6 Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre 101
Tabla 3-7 Vinculación del Proyecto con la LGPGIR 103
Tabla 3-8 Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático 107
Tabla 3-9 Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales 108
Tabla 3-10 Vinculación del Proyecto con la LGAHOTDU 109
Tabla 3-11 Vinculación con el Reglamento de la Ley de Biocombustibles 112
Tabla 3-12 Vinculación con el Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética 113
Tabla 3-13 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 115
Tabla 3-14 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera 117
Tabla 3-15 Vinculación del Proyecto con la LGEEPA en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes 120
Tabla 3-16 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR 122
Tabla 3-17 Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco 124
Tabla 3-18 Vinculación con la Ley de Protección y Cuidado de los Animales del Estado de Jalisco 129
Tabla 3-19 Vinculación con la Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios. 130
Tabla 3-20 Vinculación con el Código Urbano para el Estado De Jalisco 131
Tabla 3-21 Normas Oficiales Mexicanas aplicables 140
Tabla 3-22 Políticas y Estrategias de la UAB 48 “Altos de Jalisco” del POEGT 147
Tabla 3-23 Vinculación del Proyecto con las estrategias aplicables a la UAB 48 del POEGT 148
Tabla 3-24 Políticas y Estrategias de la UGA 146 Región 03 del POET de Jalisco 155
Tabla 3-25 Vinculación del Proyecto con las estrategias aplicables a la UAB 48 “Altos de Jalisco” del POEGT 156
Tabla 3-26 Políticas y Estrategias de la UGA ZU05Ap del POETR Región Cuenca Río Zula 162
Tabla 3-27 Vinculación del Proyecto con los lineamientos ecológicos de la UGA ZU05Ap en el área del proyecto 164

Tabla 3-28 Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica del POETR Cuenca Río Zula para la UGA ZU05Ap. 166
Tabla 3-29 Objetivos del Programa de Desarrollo Urbano 196
Tabla 3-30 Características de la UGT 5 de Jalisco 197
Tabla 3-31 Condicionantes del PMUR de San Ignacio Cerro Gordo para zonas con clave AT-2.. 198
Tabla 4-1 Áreas de estudio 205
Tabla 4-2 Características de los tipos de clima 208
Tabla 4-3 Precipitación promedio en mm, resultado del periodo 1991-2020 209
Tabla 4-4 Temperaturas máximas y mínimas en el periodo 1991-2020 209
Tabla 4-5 Temperatura media anual, en el período 1991-2020 210
Tabla 4-6 Registro de incendios forestales 220
Tabla 4-7 Características litológicas del Sistema Ambiental 222
Tabla 4-8 Distribución de la superficie de las unidades fisiográficas 224
Tabla 4-9 Características del Campo Volcánico El Pinacate 230
Tabla 4-10 Características generales de los suelos 232
Tabla 4-11 Uso de suelo y vegetación 235
Tabla 4-12 Situación del acuífero en que incide el proyecto 237
Tabla 4-13 Hidrología superficial 243
Tabla 4-14 Coordenadas UTM 13 N de los puntos de muestreo de flora y fauna 247
Tabla 4-15 Especies vegetales por estratos hallada en el área de estudio 247
Tabla 4-16 Índice de Biodiversidad de flora 250
Tabla 4-17 Fauna presente en el área de estudio desglosado por grupos 252
Tabla 4-18 Índice de Biodiversidad para fauna 253
Tabla 4-19 Valoración de las UP 257
Tabla 4-20 Calidad visual del SA 259
Tabla 5-1 Descripción de obras y/o actividades por etapa y sus posibles impactos 281
Tabla 5-2 Descripción de los factores ambientales que serán afectados por el proyecto 290
Tabla 5-3 Escala de Magnitud de los impactos 292
Tabla 5-4 Escala de importancia de los impactos 293
Tabla 5-5 Actividades y factores con mayor impacto positivo y/o negativo por etapa 297
Tabla 6-1 Descripción de medidas de mitigación, prevención, compensación y restauración 307

Índice de Figuras

Figura 1-1 Ubicación del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) 2
Figura 2-1 Ubicación del proyecto (nivel nacional y local) 11
Figura 2-2 Uso de suelo y vegetación del área donde se ubica el proyecto 12
Figura 2-3 Vértices del proyecto 13
Figura 2-4 Colindancias del proyecto 15
Figura 2-5 Ára de Influencia del proyecto 20
Figura 2-6 Disponibilidad de servicios y equipamiento 21
Figura 2-7 Layout del sistema de emergencia y clasificación de áreas 40
Figura 2-8 Layout de alumbrado y canalización eléctrica del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) 41
Figura 2-9 Diagrama unifilar del sistema eléctrico del sistema de tratamiento de biogás. 42
Figura 2-10 Plano del sistema de puesta a tierra del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) 43
Figura 2-11 Layout del sistema de pararrayos del Proyecto 44
Figura 2-12 Plano general de rutas de evacuación 48
Figura 2-13 Diagrama de Seguridad operacional y destino del biogás en bloques 49
Figura 2-14 Planta general de ubicación de equipos de biogás 52
Figura 2-15 Diagrama de Tubería e Instrumentación de los digestores anaerobios B11A y B11B .. 55
Figura 2-16 Diagrama de Tubería e Instrumentación de Captación y manejo inicial de biogás (U31) 57
Figura 2-17 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Desulfurización (U32) 59
Figura 2-18 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33) 61
Figura 2-19 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34) 62
Figura 2-20 Flujo general del proceso en bloques 64
Figura 2-21 Tren de tratamiento de biogás en bloques 65
Figura 2-22 Balance de Materia por corriente de proceso 65
Figura 2-23 Pictogramas del GHS (Biogás) 68
Figura 3-1 Distribución de pueblos indígenas en el territorio de Jalisco 93
Figura 3-2 Distancia al Área Natural Protegida más cercana 136
Figura 3-3 Distancia al sitio RAMSAR más cercano 137
Figura 3-4 Distancia al Área de Importancia Para la Conservación de las Aves más cercana 138
Figura 3-5 Distancia a los Sitios Prioritarios para la Restauración más cercanos 139
Figura 3-6 Ubicación del Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en la UAB 48 “Altos de Jalisco” 147
Figura 3-7 Ubicación del Proyecto dentro Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco 155
Figura 3-8 Ubicación del Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Regional de Jalisco 162

Figura 3-9 Ubicación del Proyecto dentro del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (San Ignacio Cerro Gordo) 197
Figura 4-1 Área del Proyecto 205
Figura 4-2 Área de Influencia 206
Figura 4-3 Sistema Ambiental 206
Figura 4-4 Clima 208
Figura 4-5 Distancia a la Estación Climatológica más cercana 209
Figura 4-6 Índice de Peligro por Tormentas Eléctricas a Nivel Municipal (CENAPRED) 211
Figura 4-7 Número de Días con Tormenta Eléctrica por Municipio (CENAPRED) 211
Figura 4-8 Grado de Riesgo por Tormenta de Granizo (CENAPRED) 212
Figura 4-9 Grado de Riesgo por Presencia de Ciclones Tropicales a Nivel Municipal (CENAPRED) 213
Figura 4-10 Índice de Vulnerabilidad de Inundación (CENAPRED) 214
Figura 4-11 Índice de Peligro por Inundación (CENAPRED) 215
Figura 4-12 Riesgo por Ondas Cálidas (CENAPRED) 216
Figura 4-13 Grado de Riesgo por Sequía (CENAPRED) 217
Figura 4-14 Grado de Riesgo por Bajas Temperaturas (CENAPRED) 218
Figura 4-15 Vulnerabilidad por Tornados (CENAPRED) 219
Figura 4-16 Amenaza por Tornados (CENAPRED) 219
Figura 4-17 Distancia a los Incendios Forestales más cercanos, CONAFOR 221
Figura 4-18 Geología 222
Figura 4-19 Provincias Fisiográficas 223
Figura 4-20 Subprovincias Fisiográficas 224
Figura 4-21 Curvas de Nivel 225
Figura 4-22 Pendientes 226
Figura 4-23 Distancia a las Estructuras geológicas más cercanas 227
Figura 4-24 Regionalización sísmica, CFE 2015 228
Figura 4-25 Susceptibilidad por inestabilidad de laderas 229
Figura 4-26 Distancia al volcán activo más cercano 230
Figura 4-27 Edafología 232
Figura 4-28 Uso de suelo y vegetación, Serie VII 234
Figura 4-29 Degradación del suelo 236
Figura 4-30 Acuíferos 237
Figura 4-31 Cuerpos y corrientes de agua 239
Figura 4-32 Distancia a la Región Hidrológica Prioritaria más cercana 240
Figura 4-33 Distancia a la Región Terrestre Prioritaria más cercana 241
Figura 4-34 Distancia a la Región Marina Prioritaria más cercana 242
Figura 4-35 Hidrología superficial 244
Figura 4-36 Distancia a la Estación de Monitoreo de la Calidad del Aire más cercana 245
Figura 4-37 Puntos de muestreo 246
Figura 4-38 Gráfico de Índices de Biodiversidad de vegetación por estrato en el área de estudio 251
Figura 4-39 Grafico de Índices de Biodiversidad de fauna por grupo en el área de estudio 254

Figura 4-40 Ecorregión 255
Figura 4-41Unidad del Paisaje 257
Figura 4-42 Visibilidad del paisaje 260
Figura 4-43 Pirámide poblacional del estado de Jalisco 261
Figura 4-44 Disponibilidad de servicios en el estado de Jalisco 262
Figura 4-45 Pirámide poblacional de San Ignacio Cerro Gordo 263
Figura 4-46 Pueblos indígenas en el estado de Jalisco 264
Figura 4-47 Grado de Rezago Social 265
Figura 4-48 Zonas críticas 275
Figura 5-1 Esquema general de impactos ambientales en los subsistemas 278
Figura 5-2 Esquema general de la Matriz de Leopold 280
Figura 5-3 Matriz de Leopold etapa de Preparación del Sitio y Construcción. 294
Figura 5-4 Matriz de Leopold etapa de Operación y mantenimiento. 295
Figura 5-5 Matriz de Leopold etapa de Cierre, desmantelamiento y abandono. 296

1 Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable de la evaluación de impacto ambiental.

1.1 Datos del proyecto

1.1.1 Nombre del proyecto

Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).

1.1.2 Ubicación del proyecto

La ubicación del predio/sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto denominado Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) (PROYECTO), es la siguiente:

Tabla 1-1Ubicación del proyecto

Información de la localización del proyecto	
Estado:	Jalisco
Municipio o alcaldía:	San Ignacio Cerro Gordo
Colonia, localidad, comunidad, ejido:	La Trinidad
Calle y número exterior e interior:	Camino Real Atotonilco 1081
Código postal:	47195
Localidades próximas:	Arandas
Cuenca petrolera:	No Aplica
Referencias de Ubicación:	No Aplica

A continuación, se presenta la Figura 1-1 correspondiente a la ubicación del predio del proyecto en escala 1:2,000 para su mayor apreciación.

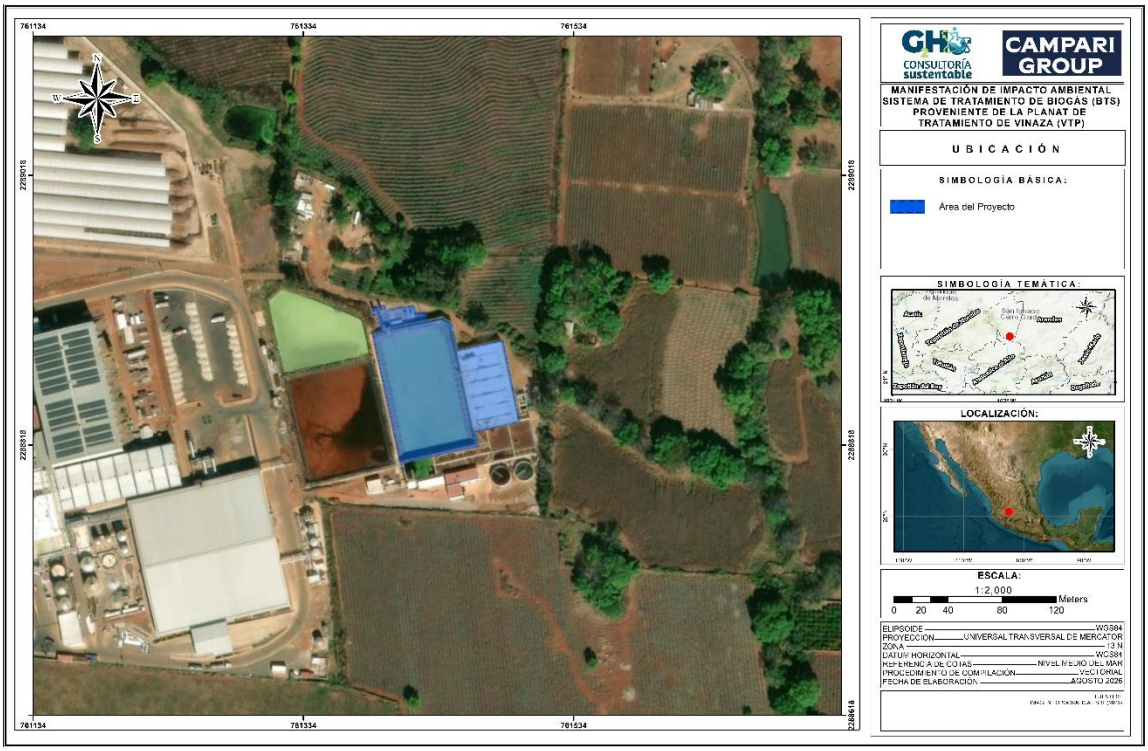


Figura 1-1 Ubicación del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)

1.1.3 Tiempo de vida útil

El proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** tendrá una vida útil estimada de 30 años

La duración estimada para la preparación del sitio será de 2 meses, mientras que para construcción serán de 10 meses pudiendo variar según las condiciones en suministros y programa de obras. Tendrá una vida útil por un periodo de 30 años cumpliendo parámetros técnicos y normas ambientales aplicables a la actividad correspondiente para la generación de biometano, a continuación, se presentan los tiempos contemplados para el desarrollo del proyecto por etapa:

Tabla 1-2 Duración total del proyecto respecto a la etapa del proyecto

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre, desmantelamiento y abandono
2 meses	10 meses	30 años	6 meses (aplicable a la totalidad de la infraestructura)

Nota: La vida útil estimada del proyecto es de 30 años, contados a partir del inicio de la operación de la primera etapa. El proyecto se desarrollará de manera secuencial; una vez concluida la construcción e iniciada la

operación de la primera etapa, dará inicio la construcción de la segunda etapa y, posteriormente, al concluir la construcción e iniciar la operación de esta, comenzará la construcción de la tercera etapa. En consecuencia, la segunda y tercera etapa se incorporarán gradualmente a la operación del proyecto. Al término de la vida útil se llevarán a cabo, de manera integral, las actividades de cierre, desmantelamiento y abandono de la totalidad de la infraestructura.

El proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** contempla cuatro etapas para su ejecución: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y cierre, desmantelamiento y abandono. Con el propósito de mostrar esta relación, en la Tabla 1-3 se presenta la correspondencia entre las etapas de desarrollo y las etapas del proyecto.

1.1.4 Síntesis del proyecto

A continuación, se muestra una síntesis de los datos relevantes del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).**

Tabla 1-3 Síntesis del proyecto

Entidad	Municipio	Nombre del promovente	Nombre del proyecto	Modalidad
Jalisco	San Ignacio Cerro Gordo	CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V.	Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)	MIA-P con ER
El proyecto consiste en la construcción y operación de un **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** destinado al aprovechamiento de vinazas provenientes de destilería de tequila. la capacidad máxima de producción considerada es de 41,173 Nm^3/d de biogás tratado. El biogás tratado producido por el proyecto será utilizado como combustible alternativo para la generación de energía térmica/vapor en la caldera U35 de Planta Arandas. Su aprovechamiento se realizará exclusivamente dentro de las instalaciones de la planta, bajo un esquema de autoconsumo, sin distribución, comercialización o entrega a terceros.				

1.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V.

1.2.2 Objeto de la Razón Social

El objeto social de **CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V**. contempla la fabricación, embasamiento, distribución, comercialización, exportación e importación de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, así como el Desarrollo de Actividades Agrícolas.

En el ANEXO I se presenta copia simple del Acta Constitutiva de la empresa.

1.2.3 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

DSN960731MS7

En el ANEXO I se presenta copia simple de la Constancia de Situación Fiscal (CSF) de la

empresa.

1.2.4 Nombre del representante legal

El representante legal de **CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V**. es el C. Damiano Davio, quien tiene el carácter de Apoderado legal.

En el ANEXO I se presenta copia del poder notarial, así como copia simple de la identificación oficial vigente del representante legal para su cotejo.

1.2.5 Domicilio y personal autorizado para oír y recibir notificaciones

La dirección y personas autorizadas para oír y recibir notificaciones de este proyecto, se indican a continuación:

[redacted]

1.3 Datos del responsable técnico de la elaboración del estudio

1.3.1 Nombre o razón social

CONSULTORÍA SUSTENTABLE G2H, S.A.S. DE C.V.

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

[redacted]

1.3.3 Nombre completo, puesto y firma del responsable de la elaboración del estudio

[redacted]

Ing. Mirna Delia Palacios Monzón
Coordinación de Estudios Técnicos
No. Cédula Profesional 11606046

Se presenta en el ANEXO I copia simple de la cédula profesional

1.3.4 Datos del equipo multidisciplinario

El equipo multidisciplinario involucrado en el desarrollo del presente estudio está compuesto por:

[redacted]

1.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

1.3.6 Escrito bajo protesta de decir verdad

Se presenta en el ANEXO I carta bajo protesta de decir verdad del responsable técnico de este estudio.

2 Descripción del Proyecto

2.1 Información del proyecto

La presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P) se elabora para evaluar el proyecto denominado **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, promovido por **CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V**.

El proyecto tiene por objeto la producción de biogás tratado a partir de vinaza generada internamente por CAMPARI MEXICO, S.A. DE C.V., en Planta Arandas, como resultado del proceso de destilación de tequila. La vinaza constituye la biomasa de origen interno utilizada como sustrato orgánico para la generación de biogás.

El proceso inicia con la conducción de la vinaza hacia el sistema de ecualización, donde se homogeneizan sus condiciones antes de su alimentación a los biodigestores anaerobios B11A y B11B. En dichos biodigestores, actualmente existentes como parte de la Planta de Tratamiento de Vinaza, la materia orgánica es transformada mediante digestión anaerobia, generándose una corriente de biogás crudo.

El biogás crudo es captado bajo las cubiertas de geomembrana de los biodigestores y conducido al Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS), donde se llevan a cabo las etapas de separación de humedad y sedimentos, desulfurización, secado y acondicionamiento de presión. Como resultado se obtiene biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado, que será enviado a la caldera U35 para la generación de energía térmica y vapor destinados exclusivamente al autoconsumo en Planta Arandas.

El alcance del permiso comprende el proceso de producción de biogás tratado, desde la recepción y acondicionamiento de la biomasa interna vinculada con su generación, hasta el tratamiento y medición del producto obtenido. No comprende la producción de biometano, debido a que el proyecto no contempla una etapa de remoción de dióxido de carbono o upgrading, ni contempla comercialización, distribución, transporte, expendio o entrega del biogás a terceros.

Los biodigestores B11A y B11B constituyen infraestructura existente. Las obras nuevas corresponden principalmente a la adecuación de los sistemas de captación e interconexión y a la instalación e integración del BTS y sus sistemas auxiliares. La capacidad máxima solicitada para el permiso será de 41,173 Nm³/día de biogás tratado, bajo las condiciones de referencia definidas en esta memoria.

2.1.1 Antecedentes

El proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** cuenta con autorización en materia de impacto ambiental en el ámbito estatal ante la Dirección de Protección y Gestión Ambiental, de la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental, mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Especifica (MIA-E), ingresados el 07 de octubre del 2022, quedando registrados con No de Oficio SEMADET DGPGA/DEIA No. 692/0823/2023 con fecha de emisión el día 03 de octubre de 2023. en el que se establecieron los términos y condicionantes para el desarrollo del proyecto en el ámbito de competencia federal.

En el ANEXO II INFORMACIÓN DEL PROYECTO se presenta el documento "MIA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL" el cual corresponde al la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P) ingresado ante la Dirección de Protección y Gestión Ambiental, de la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental

En el ANEXO II INFORMACIÓN DEL PROYECTO se presenta el documento "231003 Autorización de EIA Exp" el cual corresponde al oficio de autorización de la Manifestación de Impacto Ambiental SEMADET DGPGA/DEIA No. 692/0823/2023

Tabla 2.1 Infraestructura y componentes del proyecto

Área funcional	TAG / Componente	Descripción	Superficie estimada (m^2)
B11A y B11B	B11A / B11B	Digestores BVF. B11A- B11B	7,769.97 m^2
Biogás	U31 / U32 / U33 / U34 / U35	BTS (Manejo, venteo y flare, desulfurización, secado y boosteo de biogás para uso en caldera).	489.94 m^2
Servicios / Edificios	U60 / U61, cuarto técnico, laboratorio/control, oficinas, taller y sanitarios	Compresores de aire de servicio, sistema de agua de servicios, tableros, control y áreas de apoyo, cuarto químico, cuarto de sopladores, laboratorio/control, cuarto eléctrico, oficina, sanitarios y sala de reunión.	No incluida en la superficie del polígono principal

La superficie total del proyecto corresponde a 8,259.91 m², integrada por el área funcional de B11A y B11B, con 7,769.97 m², y el área funcional de Biogás, con 489.94 m². La suma de ambas superficies declaradas es 8,259.91 m², por lo que se homologa con la superficie total indicada en el polígono general del proyecto. Las áreas de servicios, edificios, cuartos técnicos, laboratorio/control, oficinas, taller, sanitarios y demás áreas de apoyo se consideran infraestructura auxiliar de referencia y no se adicionan a la superficie total del polígono principal, debido que estas forman parte de instalaciones existentes de otros procesos productivos.

En este sentido, las medidas de prevención, mitigación y control se definen de forma integral para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y cierre, abandono y desmantelamiento, contemplando tanto la infraestructura actualmente existente como la proyectada.

2.1.2 Selección del sitio

Los factores determinantes para la ubicación del proyecto fueron principalmente tres:

- ✓ La selección del sitio cuenta con una localización estratégica de aprovechamiento de biometano.
- ✓ Que la ubicación tenga facilidad de acceso a un potencial de uso en el área de biometano

- ✓ Adicionalmente a la ubicación existen recursos cercanos, tales como el sector agropecuario y ganadero.

2.1.3 Inversión del proyecto

La inversión estimada para el desarrollo del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, promovido por **CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V.**, asciende a **$26,200,000 MXN**. En la Tabla 2-1 se presenta la distribución de la inversión proyectada de acuerdo con las etapas de desarrollo contempladas para el proyecto, correspondientes a la primera etapa, segunda etapa y tercera etapa.

Tabla 2-1 Inversión del proyecto desglosada por etapa de desarrollo del proyecto

Tipo de gasto	Concepto	Costo actual estimado	Proyección 5 años	Proyección 10 años	Proyección 15 años
Fijo	Operación y mantenimiento preventivo	$2,600,000	$3,318,332	$4,235,126	$5,405,213
Variable	Energía eléctrica	$5,299,150	$6,762,772	$8,629,570	$11,012,755
Variable	Refacciones críticas	$801,000	$1,022,309	$1,304,749	$1,666,014
Total OPEX	**Gasto operativo anual estimado**	**$8,700,150**	**$11,103,413**	**$14,169,445**	**$18,083,982**

NOTA: Los costos de las medidas de mitigación, prevención, control, entre otras; que se observe importante incluir posterior a esta evaluación, y a su estudio de riesgo adjunto, serán calculadas en el respectivo Estudio Técnico Económico (ETE), según lo que establezca la autoridad.

2.1.4 Ubicación física, superficie y dimensiones del Proyecto

El proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** se pretende ubicar en la localidad de La Trinidad, municipio San Ignacio Cerro Gordo. El contexto del predio donde se pretende ubicar el proyecto, según datos del INEGI presenta un uso de suelo y vegetación que predomina como Agricultura de temporal anual y semipermanente (ver Figura 2-2).

El predio seleccionado para el desarrollo del proyecto cuenta con una superficie total de 8259.91 m², la cual será utilizada en su totalidad como Área del Proyecto (AP) para la implementación del **"Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)",** Dentro de esta superficie se llevará a cabo la instalación de la infraestructura necesaria para el proceso de producción de biogás y su aprovechamiento como biometano, incluyendo el área

funcional de B11A y B11B, con 7,769.97 m², y el área funcional de Biogás, con 489.94 m². La suma de ambas superficies declaradas es 8,259.91 m²

A continuación, se presenta la ubicación del proyecto a nivel estatal, municipal y local:

Las coordenadas que se indican a continuación pertenecen al polígono donde se llevará a cabo el proyecto y sus modificaciones:

Tabla 2.2 Coordenadas UTM del polígono de la modificación

Área del Proyecto		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761406.358000	2288805.390000
2	761463.428000	2288817.623000
3	761461.096963	2288828.261300
4	761494.042000	2288835.818000
5	761481.683000	2288895.528000
6	761448.018870	2288887.946630
7	761443.597000	2288908.127000
8	761437.429000	2288912.044000
9	761425.437441	2288909.476680
10	761424.397000	2288916.155000
11	761416.672000	2288915.775000
12	761415.474000	2288921.485000
13	761407.583000	2288919.829000
14	761407.377000	2288920.699000
15	761394.947000	2288917.754000
16	761394.067000	2288921.668000
17	761385.123000	2288919.845000
18	761386.113000	2288914.737000
19	761388.673000	2288915.358000
20	761391.412801	2288902.192200
21	761385.592000	2288900.946000

22	761406.358000	2288805.390000
Superficie total = 8,259.91 m^2		

Biogás		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761391.412801	2288902.192200
2	761425.437441	2288909.476680
3	761424.397000	2288916.155000
4	761416.672000	2288915.775000
5	761415.474000	2288921.485000
6	761407.583000	2288919.829000
7	761407.377000	2288920.699000
8	761394.947000	2288917.754000
9	761394.067000	2288921.668000
10	761385.123000	2288919.845000
11	761386.113000	2288914.737000
12	761388.673000	2288915.358000
13	761391.412801	2288902.192200
Superficie total = 489.94 m^2		

Laguna B11-B		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761461.096963	2288828.261300
2	761494.042000	2288835.818000
3	761481.683000	2288895.528000
4	761448.018870	2288887.946630
5	761461.096963	2288828.261300

Superficie total = 2,084.47 m^2		
Laguna B11-A		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761406.358000	2288805.390000
2	761463.428000	2288817.623000
3	761443.597000	2288908.127000
4	761437.429000	2288912.044000
5	761385.592000	2288900.946000
6	761406.358000	2288805.390000
Superficie total = 5,685.50 m^2		

Ver ANEXO I. DOCUMENTOS OFICIALES, donde se anexa copia simple del Dictamen de uso de Suelo respecto a la fracción del predio donde se desarrolla el proyecto.

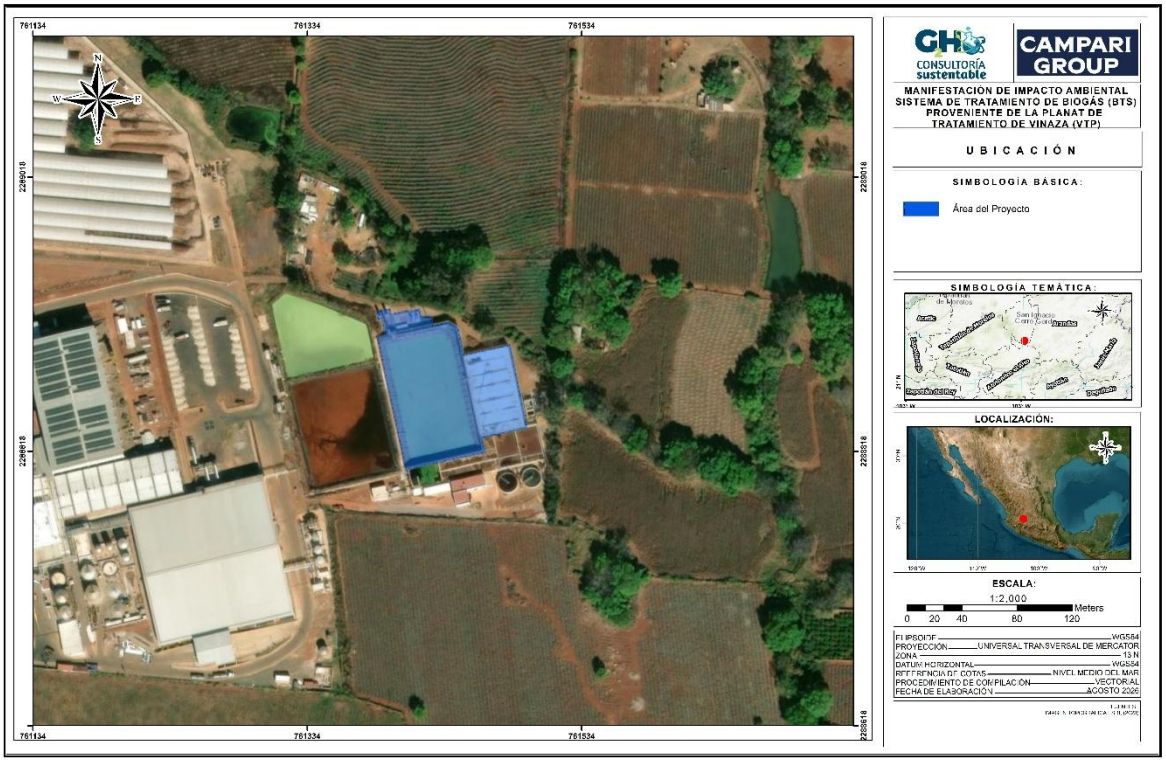


Figura 2-1 Ubicación del proyecto (nivel nacional y local)

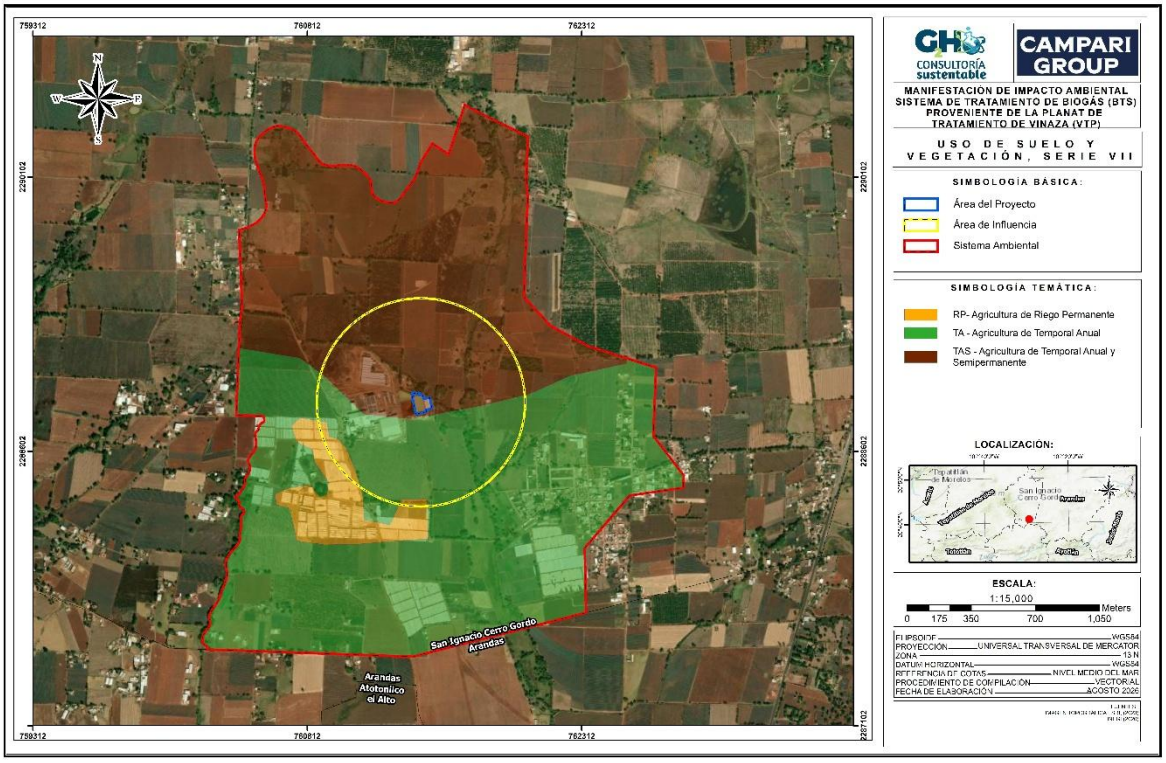


Figura 2-2 Uso de suelo y vegetación del área donde se ubica el proyecto

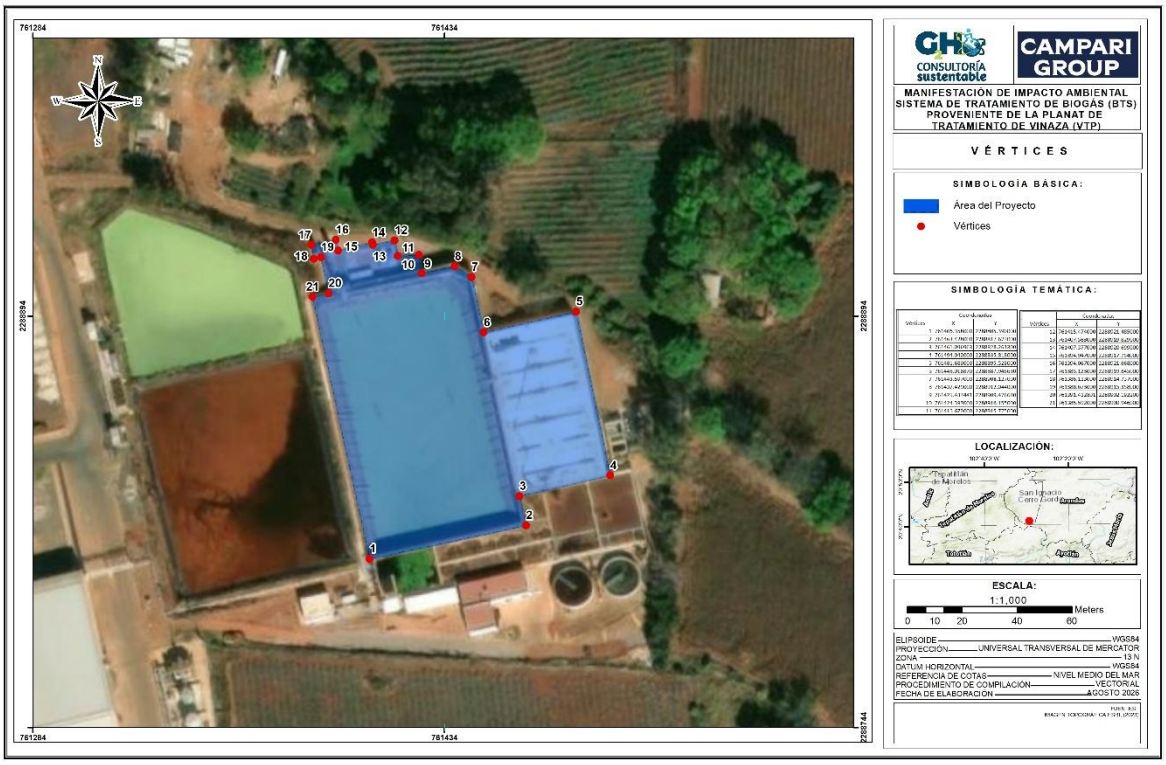


Figura 2-3 Vértices del proyecto

Ver ANEXO III GEORREFERENCIAS, donde se encuentran los archivos en formato kml, correspondientes al polígono del proyecto.

En las Figura 2-5 se muestra la ubicación del proyecto dentro de un radio de 500 m, así como los servicios ubicados en dicha área de influencia. La información fue obtenida a través del DENUE y el Mapa Digital de México (v6.3.0), los resultados se muestran en la Tabla 2-2. El predio donde se llevarán a cabo las actividades se localiza en una zona tipo industrial.

Tabla 2-2 Servicios en el área de influencia evaluada (500 m) (Mapa Digital INEGI v6.3.0)

Código SCIAN	Servicio	Cantidad
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	-
21	Minería	-
22	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	-
23	Construcción	-
31-33	Industrias manufactureras	-
43	Comercio al por mayor	-

Código SCIAN	Servicio	Cantidad
46	Comercio al por menor	-
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	-
51	Información en medios masivos	-
52	Servicios financieros y de seguros	-
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	-
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	-
55	Corporativos	-
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	-
61	Servicios educativos	-
62	Servicios de salud y de asistencia social	-
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	-
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	-
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales (Asociaciones, u Organizaciones Civiles o Religiosas).	-
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	-

NOTA: La posesión legal del predio en donde se desarrolla el proyecto se demuestra con el Dictamen de uso de suelo **(Consultar en ANEXO II)**.

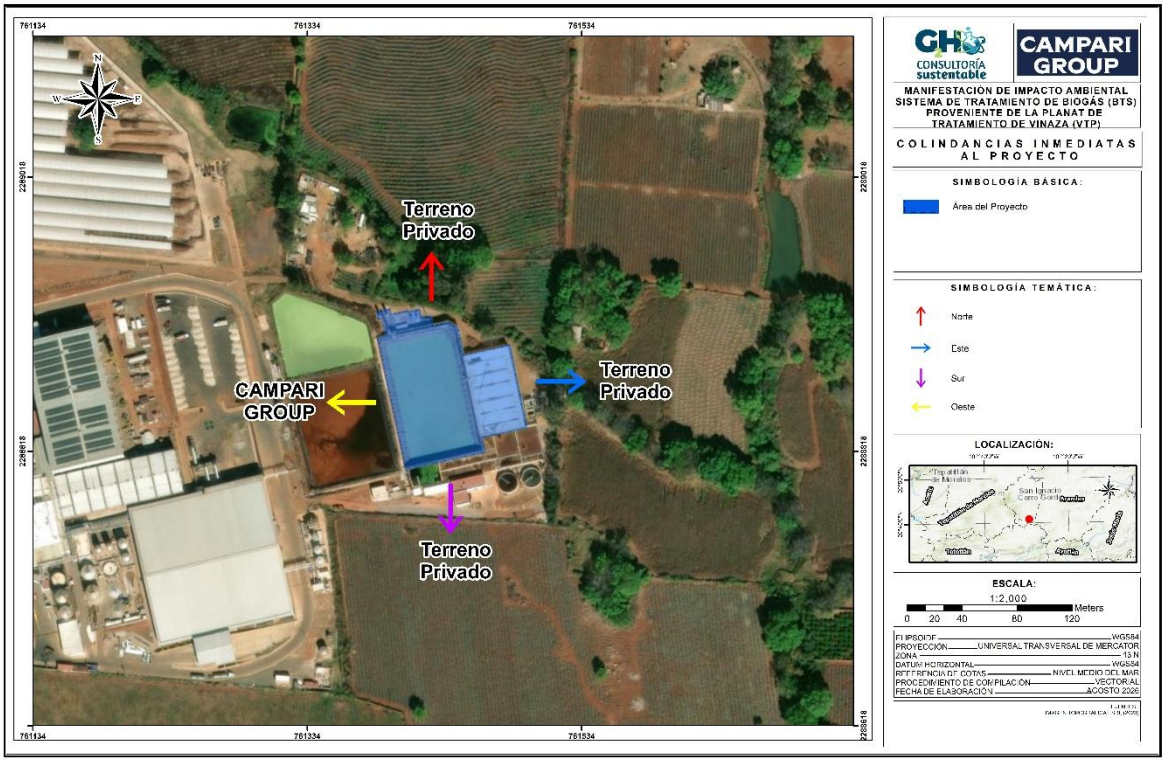


Figura 2-4 Colindancias del proyecto

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto denominado **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** tiene como propósito recibir, acondicionar y tratar la vinaza mediante etapas de pretratamiento, ecualización, digestión anaerobia BVF, tratamiento aerobio/anóxico, clarificación, coagulación-floculación-flotación DAF, filtración con medios duales, carbón activado granular, desinfección y manejo de lodos.

En la Tabla 2-3 se presenta la descripción general de las obras y actividades que integran el proyecto, organizadas conforme a las etapas del del proyecto y considerando su ejecución durante las tres etapas de desarrollo (primera, segunda y tercera etapa).

Para fines de interpretación, se considera lo siguiente:

a) Cada una de las etapas de desarrollo del proyecto contempla las actividades correspondientes, de acuerdo con la infraestructura prevista para cada etapa.
b) La diferencia entre las etapas de desarrollo del proyecto corresponde únicamente el área funcional de B11A y B11B, y el área funcional de Biogás.
c) La etapa de operación y mantenimiento del proyecto tendrá una duración total de 30 años. En dicha etapa no se realizará la incorporación de infraestructura adicional.

d) Las actividades de cierre, desmantelamiento y abandono se realizarán al término de la vida útil del proyecto, considerando la totalidad de la infraestructura desarrollada durante las tres etapas.

Tabla 2.3 Descripción de obras y actividades

Obra / actividad	Descripción
Preparación del Sitio y construcción	
Levantamiento topográfico y mecánica de suelos	- Levantamiento topográfico: Esta actividad contempla la medición y ubicación de puntos de terreno, obtención de coordenadas, niveles y características físicas del sitio mediante equipo topográfico. - Mecánica de suelos: Esta actividad considera la exploración del terreno, toma de muestras de suelo y su análisis para determinar las condiciones y propiedades del material que conforman el sitio.
Despalme, limpieza y delimitación de la superficie de trabajo	Esta actividad consiste en preparar las áreas donde se desarrollarán las obras, mediante la limpieza del terreno y el retiro de la vegetación únicamente en las superficies que lo requieran, así como en delimitar el área de trabajo para asegurar que las actividades se realicen dentro de la superficie autorizada.
Trazo, excavación, relleno, nivelación y afine de terreno natural	Esta actividad consiste en marcar la ubicación de las obras y efectuar, únicamente en las áreas que lo requieran, excavaciones, rellenos, nivelación y afine del terreno para adecuar las superficies destinadas a la construcción de la infraestructura proyectada.
Construcción de edificaciones	No se contempla la construcción de nuevas edificaciones, ya que La etapa de construcción e instalación corresponde a las obras necesarias para incorporar el Sistema de Tratamiento de Biogás y conectarlo con los biodigestores existentes B11A y B11B y con la caldera U35.
Adecuación de áreas	En esta etapa se considera la adecuación de área para la cimentación y estructura de los biodigestores.
Instalación de equipos	1. Mezclador sumergible (B11-A1, B11-A2, B11-A3, B11-A4)r 2. Bomba RANS de recirculación de lodos (B11-P1A, B11-P1B) Motogenerador 3. Bomba de extracción de lodos WANS (B11-P2A, B11-P2B) 4. Sistema de efluente del reactor (B11-S1) 5. Sistema de confinamiento de biogás (Cubierta geomembrana) 6. Bomba RANS (B11-P4A, B11-P4B) 7. Mezclador sumergible (B11-A5) 8. Sistema de captación de biogás (Cubierta geomembrana) 9. Trampa de humedad y sedimentos (U31-S1) 10. Soplador centrífugo biogás (U31-C1A/ U31-C1B/ U31-C1C) 11. Antorcha de biogás (U31-H1, U31-H2) 12. Venteo de emergencia (U31- M1)

Obra / actividad	Descripción
	13. Biofiltro scrubber (U32-T1, U32-T2) 14. Trampa de humedad y sedimentos (U32-S1) 15. Soplador aire scrubber (U32-C1A, U32-C1B) 16. Bombas centrifugas de reciclaje de licor mezclado para scrubber (U32-P1,U32-P2, U32-P3) 17. Tanque de almacenamiento de solución N-P-K (IBC) (T50) 18. Bombas dosificadoras de membrana para solución nutritiva NPK (T50-P1) 19. Chiller secador (U33-M1, U33-M2) 20. Intercambiador de calor / demister (U33-E1, U33-E2) 21. Booster blower (sopladores booster) (U34 C1A, U34 C1B, U34 C1C) 22. Caldera de aprovechamiento de biogás (U35)
Instalaciones complementarias	1. Ingeniería eléctrica 2. Ingeniería de instrumentación 3. Ingeniería de telecomunicaciones 4. Ingeniería de seguridad
Instalación de sanitarios portátiles *(temporal)*	Serán instalados por una empresa especializada, misma que será responsable de la limpieza de estos.
Instalación de área de almacenamiento provisional de residuos *(temporal)*	Dentro del predio se destinará un área donde se dará el manejo y almacenamiento adecuado a los residuos sólidos urbanos generados durante la etapa.
Operación y mantenimiento	
Detección de fugas y pruebas de corrosión	Comprende la identificación de posibles fugas y la evaluación del estado de corrosión de la infraestructura y sus componentes, a fin de verificar su integridad y detectar oportunamente condiciones que requieran acciones de mantenimiento.
Verificaciones periódicas y revisión del funcionamiento de los sistemas (electromecánicos, hidráulicos, eléctricos, neumáticos, etc.)	Consiste en realizar revisiones periódicas a los sistemas y equipos para verificar su funcionamiento, desempeño y condiciones de operación e identificar posibles fallas que requieran mantenimiento o ajuste.
Mantenimiento preventivo y correctivo	El mantenimiento preventivo y correctivo será conforme a la periodicidad establecida, así como a las mejores prácticas y estándares internacionales.
Cierre, desmantelamiento y abandono	
Retiro y desmantelamiento de equipos	En esta etapa se dará cumplimiento a las mejores prácticas en materia de seguridad industrial, operativa y protección al medio ambiente para las etapas de cierre, desmantelamiento y/o abandono. Además, se dará cumplimiento a lo establecido por las autoridades locales para esta etapa.
Limpieza y disposición final de residuos	

Obra / actividad	Descripción
Reacondicionamiento de áreas afectadas	

Nota: La infraestructura y actividades correspondientes a obras ya ejecutadas de la primera etapa del proyecto se describen en el apartado 2.1.1. Antecedentes. La presente tabla contiene únicamente la descripción general de las actividades del proyecto y su distribución por etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y cierre desmantelamiento y abandono).

2.3 Superficie y dimensiones del proyecto

Área del Proyecto (AP)

NOTA: La posesión legal del predio en donde se desarrolla el proyecto se demuestra con el Dictamen de uso de suelo **(Consultar en ANEXO II)**..

De forma resumida, el AP se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 2.5 Descripción de la superficie de interacción directa y total del proyecto

Área funcional	TAG / Componente	Descripción	Superficie estimada (m^2)
B11A y B11B	B11A / B11B	Digestores BVF. B11A- B11B	7,769.97 m^2
Biogás	U31 / U32 / U33 / U34 / U35	BTS (Manejo, venteo y flare, desulfurización, secado y boosteo de biogás para uso en caldera).	489.94 m^2
Servicios / Edificios	U60 / U61, cuarto técnico, laboratorio/control, oficinas, taller y sanitarios	Compresores de aire de servicio, sistema de agua de servicios, tableros, control y áreas de apoyo, cuarto químico, cuarto de sopladores, laboratorio/control, cuarto eléctrico, oficina, sanitarios y sala de reunión.	No incluida en la superficie del polígono principal

Además, tomando en cuenta la localización de esta poligonal se tienen las siguientes colindancias (Ver Figura 2-4)

Tabla 2.6 Colindancias inmediatas a las instalaciones

Código SCIAN	Servicio	Cantidad
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	-
21	Minería	-
22	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	-

Código SCIAN	Servicio	Cantidad
23	Construcción	-
31-33	Industrias manufactureras	-
43	Comercio al por mayor	-
46	Comercio al por menor	-
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	-
51	Información en medios masivos	-
52	Servicios financieros y de seguros	-
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	-
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	-
55	Corporativos	-
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	-
61	Servicios educativos	-
62	Servicios de salud y de asistencia social	-
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	-
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	-
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales (Asociaciones, u Organizaciones Civiles o Religiosas).	-
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	-

Área de Influencia (AI)

Es aquella superficie delimitada bajo una forma geométrica o de manera irregular que no necesariamente tiene interacción directa con las obras o actividades del proyecto, pero que puede tener influencia de este.

Tomando en cuenta lo anterior, y derivado de las características de este proyecto, el AI se delimitó por un radio de 500 metros, alrededor del polígono del área del proyecto, tal como se muestra en la Figura 2-5.

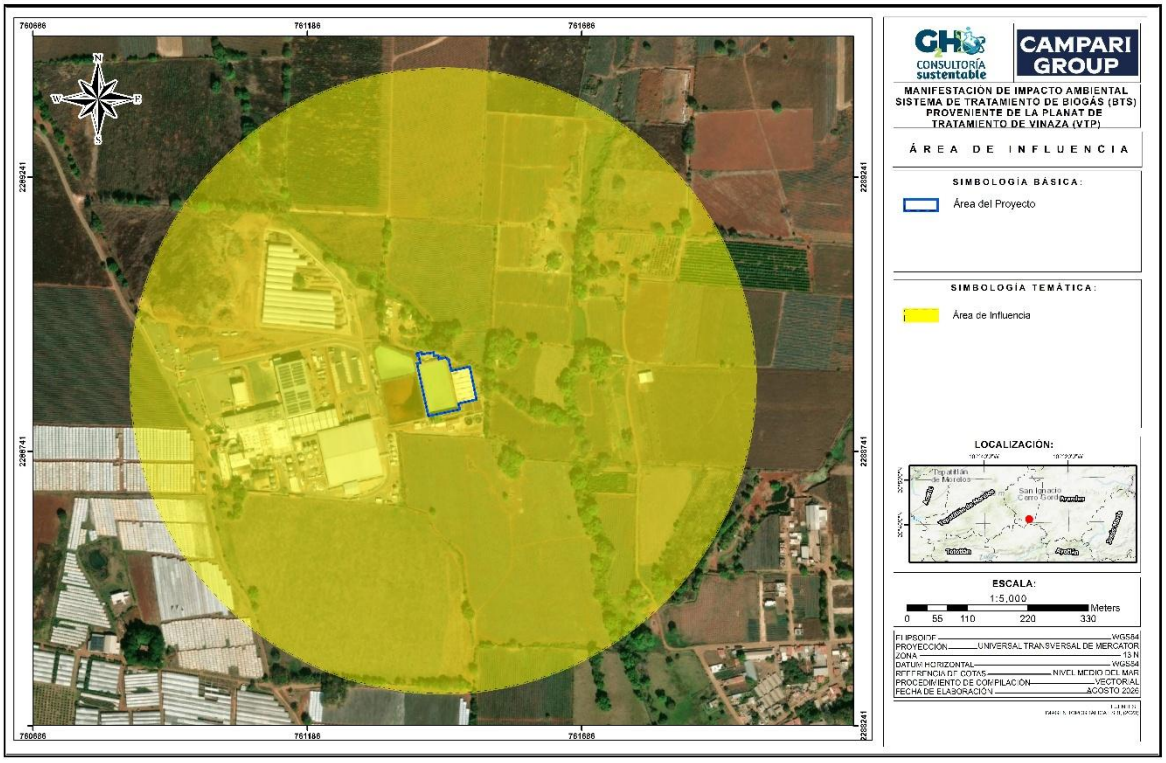


Figura 2-5 Ára de Influencia del proyecto

2.4 Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales

Respecto a la viabilidad territorial del proyecto, el promovente dispone con el Dictamen de Uso de Suelo con No. D.O.P.DUS-004/2021, emitido por el Gobierno Municipal de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco, se autoriza al predio del proyecto el uso de suelo de **INDUSTRIA PESADA Y DE RIESGO ALTO (I3),** por lo tanto, se determinó compatible la actividad realizada dentro del establecimiento.

Ver ANEXO II. INFORMACIÓN DEL PROYECTO, donde se puede encontrar para su apreciación el archivo "Licencia de uso de suelo".

2.4.1 Descripción de servicios requeridos

La zona donde se desarrolla el proyecto se encuentra en el municipio de Arandas, en el estado de Jalisco en donde, según el Panorama Sociodemográfico de México (INEGI, 2020), se cuenta con los siguientes servicios y equipamientos (Ver Figura 2-6):

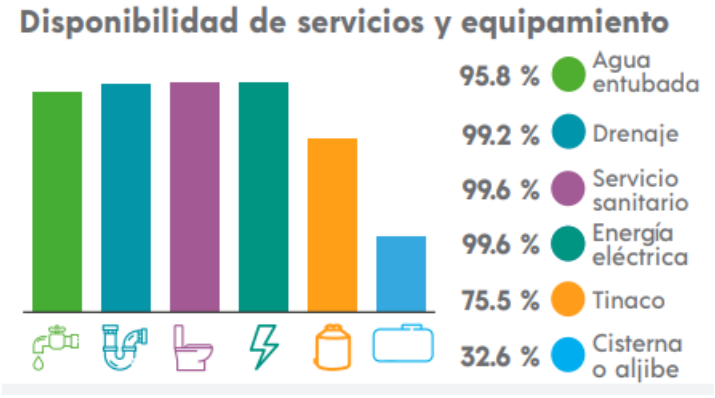


Figura 2-6 Disponibilidad de servicios y equipamiento

- ✓ Agua Entubada: Con una cobertura del 95.8%, mostrando que casi la totalidad de las viviendas cuentan con acceso a agua corriente.
- ✓ Drenaje: Con cobertura del 99.2% indicando que prácticamente todas las viviendas tienen un sistema de drenaje conectado.
- ✓ Servicio Sanitario: Con cobertura del 99.6%, similar a los anteriores, la gran mayoría tiene acceso a servicios sanitarios.
- ✓ Energía Eléctrica: Cubriendo el 99.6% del municipio, indica que casi todas las viviendas cuentan con electricidad.
- ✓ Tinaco: Con un indicador del 75.5% indica que menos de la mitad de los hogares tiene tinaco para almacenamiento de agua.
- ✓ Cisterna o Aljibe: Solo una pequeña minoría la cual es del 32.6% tiene cisterna o aljibe, lo que sugiere que la mayoría depende del suministro regular de agua.
- ✓ Computadora: Con una cobertura del 51.2%, solo una cuarta parte de los hogares tiene computadora.
- ✓ Línea Telefónica Fija: Con un indicador del 45.8%, se indica que la disponibilidad de líneas telefónicas fijas es baja.
- ✓ Telefonía Celular: Con un 92.4% se denota que la gran mayoría de los hogares tiene acceso a telefonía celular.
- ✓ Internet: Con cobertura del 63.7% indica que la mitad de los hogares tienen acceso a internet.
- ✓ Televisión de Paga: Con una cobertura del 60% lo cual indica que un bajo porcentaje de hogares tiene televisión de paga.

La cobertura de servicios básicos en el municipio refleja condiciones favorables en materia de infraestructura, particularmente en aquellos servicios esenciales para el bienestar de la población y el desarrollo de actividades productivas. Destaca servicio sanitario (99.6%) y energía eléctrica (99.6%), drenaje (99.2, y agua entubada (95.8%) lo que evidencia que la gran mayoría de las viviendas cuentan con acceso a estos servicios fundamentales. Asimismo, la alta cobertura de telefonía celular (92.4%) y el acceso a internet en el 63.7% de los hogares muestran un nivel importante de conectividad y comunicación dentro del municipio.

Por otra parte, algunos indicadores presentan una menor cobertura, como la disponibilidad de computadoras (51.2%), líneas telefónicas fijas (45.8%), televisión de paga (60.5%), tinacos (75.5%) y cisternas o aljibes (32.6%). Estos valores sugieren que una parte importante de la población no representan una limitante para el desarrollo del proyecto, ya que los servicios críticos requeridos para su funcionamiento corresponden principalmente al suministro de agua, energía eléctrica, drenaje y telecomunicaciones.

En este sentido, la operación de la Sistema de Tratamiento de Biogás proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza requiere contar con infraestructura básica para el abastecimiento de agua, suministro de energía eléctrica, disposición de aguas residuales y sistemas de comunicación, elementos indispensables para el funcionamiento de los procesos operativos, las actividades de mantenimiento y las condiciones de seguridad del personal. La elevada cobertura municipal de estos servicios permite sustentar la disponibilidad de la infraestructura necesaria para atender los requerimientos del proyecto.

De manera complementaria, la amplia disponibilidad de telefonía celular y el acceso a internet permiten respaldar las necesidades de comunicación, monitoreo, transmisión de información y coordinación operativa asociadas al proyecto. En conjunto, los indicadores de cobertura de servicios muestran que el municipio dispone de las condiciones de infraestructura básica necesarias para apoyar el desarrollo y operación del proyecto bajo condiciones adecuadas de funcionalidad y continuidad.

2.5 Descripción general del proyecto

El proceso inicia con la conducción de la vinaza hacia el sistema de ecualización, donde se homogeneizan sus condiciones antes de su alimentación a los biodigestores anaerobios B11A y B11B. En dichos biodigestores, actualmente existentes como parte de la Planta de Tratamiento de Vinaza, la materia orgánica es transformada mediante digestión anaerobia, generándose una corriente de biogás crudo.

El biogás crudo es captado bajo las cubiertas de geomembrana de los biodigestores y conducido al Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS), donde se llevan a cabo las etapas de separación de humedad y sedimentos, desulfurización, secado y acondicionamiento de presión. Como resultado se obtiene biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado, que será enviado a la caldera U35 para la generación de energía térmica y vapor destinados exclusivamente al autoconsumo en Planta Arandas.

El alcance del permiso comprende el proceso de producción de biogás tratado, desde la recepción y acondicionamiento de la biomasa interna vinculada con su generación, hasta el tratamiento y medición del producto obtenido. No comprende la producción de biometano, debido a que el proyecto no contempla una etapa de remoción de dióxido de carbono o upgrading, ni contempla comercialización, distribución, transporte, expendio o entrega del biogás a terceros.

Los biodigestores B11A y B11B constituyen infraestructura existente. Las obras nuevas corresponden principalmente a la adecuación de los sistemas de captación e interconexión y a la instalación e integración del BTS y sus sistemas auxiliares. La capacidad máxima solicitada para el permiso será de 41,173 Nm^3/día de biogás tratado, bajo las condiciones de referencia definidas en esta memoria

2.5.1 Descripción de obra civil

2.5.1.1 Preparación del sitio

La preparación del sitio se limitará al área destinada a la instalación e integración del Sistema de Tratamiento de Biogás y sus interconexiones. Los biodigestores anaerobios B11A y B11B son infraestructura existente y, por tanto, no forman parte de las obras de preparación ni de construcción previstas para esta etapa.

Las actividades comprenderán la delimitación y señalización del área de trabajo, control de accesos, protección de instalaciones existentes, limpieza y acondicionamiento de las superficies donde se instalarán los equipos, así como las excavaciones localizadas, nivelaciones y adecuaciones requeridas para cimentaciones, soportes, canalizaciones y tuberías del BTS. *

Se realizará la limpieza general del terreno, retiro de materiales no aprovechables, despalme superficial, excavaciones localizadas, nivelación, conformación de plataformas y compactación del suelo para garantizar las condiciones requeridas de estabilidad y soporte de las obras proyectadas. Asimismo, se habilitarán accesos temporales para maquinaria y vehículos de construcción, así como instalaciones provisionales para suministro de energía eléctrica, agua de obra, almacenamiento de materiales y servicios para contratistas.

La maquinaria utilizada durante esta etapa podrá incluir excavadoras, retroexcavadoras, tractores, compactadores, camiones de volteo, cargadores frontales, grúas y vehículos utilitarios para supervisión y logística.

La duración estimada de esta etapa será de 4 a 6 semanas, con una participación aproximada de 15 a 25 trabajadores, incluyendo operadores de maquinaria, supervisores, personal de seguridad industrial y auxiliares de construcción.

Durante esta etapa se estima un consumo de agua de entre 5 y 15 m^3/día, destinado principalmente al control de polvo, compactación de materiales y servicios sanitarios. El consumo eléctrico asociado a instalaciones temporales e iluminación será del orden de 20 a 50 kWh/día, mientras que el consumo de combustible para maquinaria y vehículos se estima entre 200 y 500 litros de diésel por día.

Los residuos generados consistirán principalmente en material vegetal, residuos sólidos urbanos y excedentes de excavación. Los materiales susceptibles de aprovechamiento podrán reutilizarse como rellenos cuando cumplan con las especificaciones geotécnicas del proyecto. Durante la ejecución de estas actividades podrán generarse emisiones temporales de polvo, ruido y tránsito de vehículos, las cuales serán mitigadas mediante humectación de superficies, mantenimiento preventivo de maquinaria, señalización preventiva y control de velocidad de los vehículos

2.5.1.2 Construcción

La etapa de construcción e instalación corresponde a las obras necesarias para incorporar el Sistema de Tratamiento de Biogás y conectarlo con los biodigestores existentes B11A y B11B y con la caldera U35.

Las obras civiles comprenderán las cimentaciones y estructuras de soporte de los equipos del BTS, plataformas operativas, canalizaciones, drenajes, registros y adecuaciones puntuales de las áreas existentes.

No se contempla la construcción de nuevos biodigestores. En los biodigestores existentes únicamente podrán realizarse adecuaciones e interconexiones relacionadas con la captación y conducción del biogás, incluidas, en su caso, las cubiertas de geomembrana y los sistemas de extracción.

Las obras mecánicas comprenderán la instalación e interconexión de tuberías de biogás, trampas de humedad y sedimentos, sopladores, biofiltros o scrubbers, equipos de secado, equipos de acondicionamiento de presión, antorchas, válvulas, puntos de muestreo y demás equipos auxiliares. Las obras eléctricas y de instrumentación comprenderán la instalación e integración de tableros, sistemas de potencia, puesta a tierra, alumbrado, analizadores de gas, instrumentos de presión, flujo y temperatura, así como los sistemas PLC/HMI y su conexión con el SCADA existente.

La duración estimada de esta etapa será de 10 meses, pudiendo variar según las condiciones de suministro de equipos y programación de obra. Durante los periodos de mayor actividad constructiva se estima la participación de entre 80 y 100 trabajadores, incluyendo personal de construcción civil, soldadores, tuberos, electricistas, instrumentistas, operadores de maquinaria, supervisores y personal de seguridad.

El consumo promedio de agua durante esta etapa se estima entre 10 y 30 m^3/día, principalmente para elaboración de concretos, control de emisiones de polvo, limpieza de equipos y servicios generales. El consumo de energía eléctrica será de aproximadamente 100 a 500 kWh/día, mientras que el consumo de combustibles asociados a maquinaria pesada, grúas, plataformas elevadoras, montacargas y transporte de materiales se estima entre 500 y 1,500 litros de diésel por día.

Los materiales de construcción, equipos y componentes serán transportados por rutas autorizadas hacia la planta utilizando vehículos de carga pesada. Los residuos generados durante la construcción, tales como sobrantes de concreto, acero, plásticos, madera, empaques y materiales de excavación, serán gestionados conforme a los procedimientos internos de manejo ambiental y a la normativa aplicable.

Para minimizar molestias al entorno se implementarán medidas de seguridad industrial, control de accesos, señalización temporal, orden y limpieza permanente, uso obligatorio de equipo de protección personal y programas de prevención de accidentes.

2.5.1. Pruebas y puesta en marcha

Una vez concluidas las obras e interconexiones del BTS, se realizarán las pruebas hidráulicas, eléctricas, mecánicas, funcionales y de hermeticidad aplicables; la limpieza y purga de líneas; la calibración de instrumentos; la verificación de alarmas, interbloqueos y sistemas de seguridad; y la puesta en marcha gradual de los sistemas de captación, conducción, desulfurización, secado, acondicionamiento de presión, medición, disposición segura y aprovechamiento del biogás.

Debido a que los biodigestores B11A y B11B constituyen infraestructura existente, su participación en esta etapa se limitará a la estabilización de las condiciones de generación y suministro de biogás requeridas para las pruebas del BTS, sin que ello implique su construcción o puesta en operación inicial.

La duración estimada para esta etapa será de 4 a 8 semanas, con la participación de aproximadamente 15 a 30 trabajadores especializados, incluyendo ingenieros de proceso, técnicos de automatización, personal de instrumentación, operadores de planta y especialistas en sistemas de biogás.

El consumo de agua durante las pruebas se estima entre 10 y 25 m³/día, asociado a pruebas hidráulicas y limpieza de sistemas. El consumo eléctrico podrá alcanzar entre 500 y 2,000 kWh/día conforme entren en operación los principales equipos del proceso.

Durante la etapa de pre-arranque y estabilización inicial del sistema anaerobio en conjunto con el BTS, podrá requerirse el uso temporal de las antorchas de biogás para la disposición controlada del gas generado. Asimismo, de manera temporal podrían presentarse emisiones de ruido, olores asociados a la estabilización biológica y eventos de quema controlada de biogás durante las pruebas de funcionamiento.

Todas las actividades serán ejecutadas bajo procedimientos específicos de seguridad y protocolos de respuesta ante fugas, fallas operativas o condiciones anormales del sistema.



Figura 2.10 Vista de referencia del área de intervención del proyecto

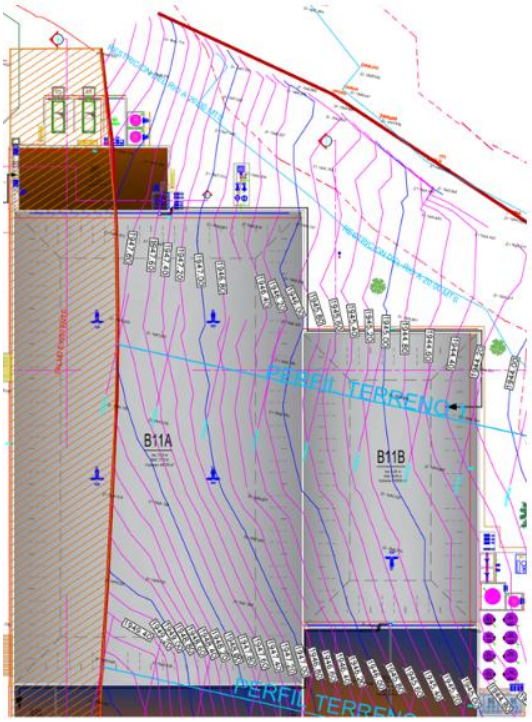


Figura 2.11 Referencia visual de la infraestructura mecánica y vista topográfica

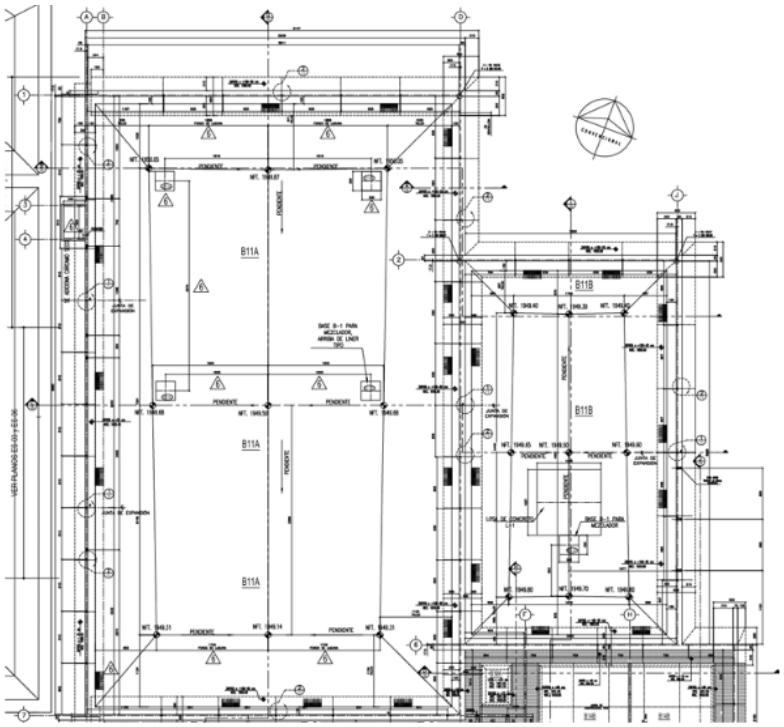


Figura 2.12 Ubicación de agitadores sumergibles

2.5.2 Descripción de obra mecánica

La obra mecánica contempla el suministro, montaje, alineación, interconexión y puesta en servicio de los equipos mecánicos asociados a la captación, conducción, tratamiento, secado, desulfurización, presurización y aprovechamiento energético del biogás generado a partir de la recepción de vinaza como biomasa en los reactores anaerobios B11A y B11B.

2.5.2.1 Procesos y fases operativas del sistema

Tabla 2-3 Equipos de proceso

Etapa	Flujo de Biogás	Temperatura	Presión / Vacio
Captación B11A/B11B	hasta 1,716 Nm³/h	30-40 °C	- 2 a -20 mbar
U31 Manejo de biogás	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	-2 a -20 mbar / 50-150 mbar(g)
U32 Desulfurización	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	20-100 mbar(g)
U33 Secado	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C entrada / 15-35 °C salida	20-100 mbar(g)
U34 Boosteo	300-1,716 Nm³/h	15-35 °C	>30 mbar(g) succión / 30-150 mbar(g) descarga
U35 Caldera	>300 a 1,716 Nm³/h	15-35 °C	30-150 mbar(g)

2.5.2.2 Reactores anaerobios B11A y B11B

- **Equipos Mecánicos considerados en Reactor principal B11A**

El reactor anaerobio BVF principal B11A posee una capacidad aproximada de 49,000 m³ y contempla la instalación de los siguientes equipos mecánicos principales:

Tabla 2-4 Equipos Mecánicos considerados en Reactor Principal B11A

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
B11-A1	Mezclador sumergible	1	Mezclador axial sumergible instalado en el reactor principal B11A para homogenización de biomasa y lodo anaerobio. Operación intermitente mediante temporizador ajustable. Potencia aproximada de 22 kW (30 HP) y velocidad nominal de 435 rpm. Temperatura de operación del licor anaerobio: 30 a 35 °C; temperatura máxima de diseño: 40 °C. Opera con nivel normal del reactor de aproximadamente 6 a 8 m y volumen operativo de 49,000 m³. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueado por señal de nivel bajo (LL)
B11-A2	Mezclador sumergible	1	Mismas condiciones operativas que B11-A1. Diseñado para mantener la biomasa en suspensión y favorecer la estabilidad biológica del reactor. Temperatura de operación 30 a 35 °C; nivel de operación 6 a 8 m; potencia 22 kW; velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316.
B11-A3	Mezclador sumergible	1	Mezclador sumergible de operación temporizada para homogenización de vinaza y lodo anaerobio. Temperatura normal de operación 30 a 35 °C. Requiere nivel adecuado de reactor (6 a 8 m) para operación segura. Potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm, componentes mojados en acero inoxidable 316.
B11-A4	Mezclador sumergible	1	Mezclador axial sumergible utilizado para mejorar la movilidad del lodo hacia la zona de efluente y recirculación. Temperatura de operación 30 a 35 °C, nivel hidráulico normal 6 a 8 m, potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueo automático por nivel bajo.
B11-P1A	Bomba RANS de recirculación de lodos	1	Bomba centrífuga para retorno de lodo anaerobio sedimentado a la alimentación del reactor. Caudal nominal: 132 m³/h. Presión de descarga estimada: 1.5 a 2.5 bar(g). Temperatura normal de operación: 30 a 35 °C. Maneja lodos con sólidos entre 0.5 y 8 %. Construcción con carcasa de hierro dúctil e impulsor abierto en acero inoxidable 316. Protección por nivel bajo y bloqueo contra operación con válvula cerrada.

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
B11-P1B	Bomba RANS de recirculación de lodos	1	Características equivalentes a B11-P1A. Caudal de operación 132 m³/h, presión de descarga estimada 1.5 a 2.5 bar(g) y temperatura de operación 30 a 35 °C. Opera como equipo alterno dentro del sistema de recirculación RANS.
B11-P2A	Bomba de extracción de lodos WANS	1	Bomba para extracción de lodo excedente hacia deshidratación. Caudal de diseño: 50 m³/h. Altura dinámica de diseño: 20 m.c.a. Presión equivalente aproximada: 2.0 bar(g). Temperatura de operación 30 a 35 °C. Servicio discontinuo conforme a necesidades de purga. Protección contra trabajo en seco y sobretemperatura.
B11-P2B	Bomba de extracción de lodos WANS	1	Bomba de respaldo para extracción de lodos. Caudal de diseño 50 m³/h, presión de descarga aproximada 2.0 bar(g) y temperatura de operación 30 a 35 °C. Operación alternada con B11-P2A para garantizar continuidad operativa.
B11-S1	Sistema de efluente del reactor	1	Sistema de rebose y control hidráulico del reactor. Mantiene el nivel operativo normal del digestor de aproximadamente 6 a 8 m y limita el nivel máximo mediante rebose de emergencia. El efluente fluye por gravedad hacia B11B. Temperatura típica del efluente 30 a 35 °C. Sistema sin equipos rotativos.
Cubierta geomembrana	Sistema de confinamiento de biogás	1	Cubierta flotante XR-5/HDPE para captación y confinamiento de biogás. Opera bajo ligera presión negativa generada por los sopladores del sistema BTS. Vacío normal de operación: -2 a -20 mbar; vacío máximo de diseño: 30 mbar. Temperatura típica del biogás: 30 a 40 °C. La corriente captada se maneja como biogás crudo previo al tratamiento y posteriormente como biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado. Incluye drenaje pluvial, venteos de emergencia y puertos de muestreo.

Los mezcladores sumergibles permiten mantener la biomasa en suspensión y garantizar el contacto entre el sustrato orgánico y los microorganismos anaerobios. Las bombas de recirculación permiten extraer lodo del fondo y retornarlo a la zona de reacción mediante las líneas RANS y SREC.

- **Equipos Mecánicos considerados en Reactor secundario B11B**

El reactor BVF secundario B11B, con capacidad aproximada de 16,000 m³, contempla:

Tabla 2-5 Características de equipos mecánicos de Reactor principal B11B

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
B11-A1	Bomba RANS	1	Mezclador axial sumergible instalado en el reactor principal B11A para homogenización de biomasa y lodo anaerobio. Operación intermitente mediante temporizador ajustable. Potencia aproximada de 22 kW (30 HP) y velocidad nominal de 435 rpm. Temperatura de operación del licor anaerobio: 30 a 35 °C; temperatura máxima de diseño: 40 °C. Opera con nivel normal del reactor de aproximadamente 6 a 8 m y volumen operativo de 49,000 m³. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueado por señal de nivel bajo (LL)
B11-A2	Bomba RANS	1	Mismas condiciones operativas que B11-A1. Diseñado para mantener la biomasa en suspensión y favorecer la estabilidad biológica del reactor. Temperatura de operación 30 a 35 °C; nivel de operación 6 a 8 m; potencia 22 kW; velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316.
B11-A3	Mezclador sumergible	1	Mezclador sumergible de operación temporizada para homogenización de vinaza y lodo anaerobio. Temperatura normal de operación 30 a 35 °C. Requiere nivel adecuado de reactor (6 a 8 m) para operación segura. Potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm, componentes mojados en acero inoxidable 316.
B11-A4	Sistema de captación de biogás	1	Mezclador axial sumergible utilizado para mejorar la movilidad del lodo hacia la zona de efluente y recirculación. Temperatura de operación 30 a 35 °C, nivel hidráulico normal 6 a 8 m, potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueo automático por nivel bajo.

El reactor B11B recibe por gravedad la biomasa procedente de B11A y mantiene una etapa adicional de digestión anaerobia orientada a la generación, confinamiento y captación segura de biogás antes de su conducción al BTS.

- **Sistema de Tuberías de influente**

Las líneas de alimentación de vinaza parten del tanque de ecualización B03 y conducen la vinaza recibida como biomasa hacia el reactor B11A mediante cabezales principales y distribuidores internos.

Tabla 2-6 Características de tuberías del influente

Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
Influente principal	PE SDR21	14"	Línea principal de alimentación de vinaza ecualizada hacia el reactor anaerobio BVF. Transporta influente, recirculación SREC/RANS y eventualmente NaOH hacia el sistema de distribución. Existen dos cabezales de alimentación operados alternadamente. Flujo de diseño por línea de aproximadamente 389 m^3/h y flujo mínimo combinado requerido de 376 m^3/h. Condiciones de operación: temperatura típica de la vinaza/biomasa de 30 a 35 °C y presión de operación asociada al bombeo/alimentación hacia reactor de aproximadamente 1.5 a 2.5 bar(g), sujeta a confirmación durante comisionamiento. Material PE SDR21 por su resistencia química y flexibilidad para instalación enterrada.
Distribución interna	PVC SCH80	8" a 14"	Sistema de cabezales y laterales internos del reactor BVF. Distribuye uniformemente el influente y los flujos de recirculación en toda la zona de reacción para maximizar el contacto biomasa-sustrato. Opera normalmente con temperatura de 30 a 35 °C; al encontrarse dentro del reactor, la presión es predominantemente baja o cercana a condición hidráulica interna, asociada al nivel del digestor y a la descarga de alimentación, con referencia operacional de hasta 1.5 a 2.5 bar(g) en líneas presurizadas de alimentación previas. Los laterales recorren taludes y muros del reactor y terminan en puntos de limpieza accesibles desde la cubierta. PVC SCH80 seleccionado por su alta resistencia a la corrosión y buena resistencia mecánica.
Alimentación reactores	PVC SCH80	8", 14" y 16"	Red que alimenta los digestores B11A y B11B y distribuye influente, SREC y RANS hacia los cabezales internos. Opera con vinaza, sobrenadante recirculado y lodo anaerobio recirculado. Diseñada para trabajar en condiciones anaerobias, con temperatura típica del digestor de 30 a 35 °C, presión de operación estimada en líneas de alimentación/recirculación de aproximadamente 1.5 a 2.5 bar(g) y sólidos variables según el servicio. Incluye puntos para limpieza, aislamiento y operación alternada de líneas.

Estas tuberías son predominantemente subterráneas hasta ingresar al reactor, donde continúan como redes de distribución internas instaladas sobre el fondo y taludes del digestor.

2.5.2.3 Reactores anaerobios B11A y B11B

El biogás crudo generado en los digestores B11A y B11B es captado por las cubiertas de geomembrana y conducido mediante una red aérea de acero inoxidable hasta el sistema BTS.

- **Equipos Mecánicos considerados en Sistema de manejo de biogás (U31)**

Tabla 2-7 Características de equipos mecánicos de Sistema de manejo de Biogás (U31)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U31-S1	Trampa de humedad y sedimentos	1	Equipo instalado a la entrada del sistema BTS para separación y acumulación de condensados, humedad arrastrada y partículas sólidas presentes en el biogás crudo proveniente de los digestores B11A y B11B. Diseñado para operar con biogás a 30-40 °C, vacío de operación de -2 a -20 mbar y capacidad de referencia asociada a la producción máxima del permiso de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h de biogás tratado. Incluye drenaje manual o automático de condensados y conexiones para inspección y mantenimiento.
U31-C1A	Soplador centrífugo biogás	1	Soplador centrífugo para extracción y conducción de biogás desde los digestores hacia el sistema BTS. Capacidad de operación alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h de biogás tratado. Presión diferencial de operación: 50 a 150 mbar(g). Temperatura del biogás: 30 a 40 °C. Equipado con variador de frecuencia (VFD) para control automático de vacío en cubiertas de geomembrana. Construcción compatible con atmósferas con biogás, CO_2, humedad y H_2S.
U31-C1B	Soplador centrífugo biogás	1	Equipo de respaldo o alternancia para el sistema de manejo de biogás. Condiciones de operación equivalentes a U31-C1A. Capacidad de operación alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h, presión diferencial de 50 a 150 mbar(g) y temperatura de operación de 30 a 40 °C. Operación automática en función de la demanda y lógica de control del BTS.
U31-C1C	Soplador centrífugo biogás	1	Soplador de respaldo para garantizar continuidad operativa del sistema de captación de biogás. Capacidad de operación alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h, presión diferencial de operación de 50 a 150 mbar(g) y temperatura típica del biogás de 30 a 40 °C. Integrado a la estrategia de redundancia y control de vacío de los digestores.

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U31-H1	Antorcha biogás	1	Antorcha de combustión controlada para disposición segura del biogás cuando no exista demanda en caldera o durante fallas, arranque y mantenimiento del BTS. Diseñada para manejar biogás tratado conforme a la capacidad máxima del permiso de 41,173 Nm³/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h, con temperatura de alimentación de 30 a 40 °C. Incluye sistema de ignición automática, monitoreo de flama, válvulas de seguridad y protección contra retroceso de flama.
U31-H2	Antorcha biogás	1	Antorcha de respaldo para disposición segura del biogás excedente o en contingencias operativas. Condiciones de diseño equivalentes a U31-H1. Capacidad alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm³/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h, temperatura de alimentación 30 a 40 °C y operación automática mediante interbloqueos del sistema de control.
U31-M1	Venteo de emergencia	1	Sistema de alivio y protección para liberación controlada de biogás en caso de falla prolongada de sopladores, indisponibilidad de flares o condición anormal de operación. Opera normalmente cerrado. Presión de activación ajustada para proteger la integridad de las cubiertas de geomembrana. Diseñado para biogás a 30-40 °C, vacío de operación de -2 a -20 mbar y capacidad de referencia de 41,173 Nm³/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h de biogás tratado.
Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
RANS	PE/PVC SDR32.5	8" y 10"	Sistema de retorno de lodos anaerobios (Return Anaerobic Sludge). Recoge lodo sedimentado desde la zona de efluente del reactor y lo devuelve a la zona de reacción para mantener la concentración de biomasa y mejorar el contacto sustrato-microorganismo. Flujo de diseño 132 m³/h. Condiciones de operación: temperatura de 30 a 35 °C y presión de descarga estimada de 1.5 a 2.5 bar(g), asociada al bombeo de recirculación. Maneja concentraciones de sólidos entre 0.5 y 8 % y presencia potencial de biogás, por lo que requiere medidas para evitar acumulación de gas y cavitación.
SREC	PE/PVC SDR32.5	8" y 10"	Sistema de recirculación de sobrenadante (Supernatant Recycle). Recircula líquido clarificado desde la parte superior del reactor hacia la alimentación para amortiguar variaciones de carga orgánica, temperatura y pH. Flujo de diseño 132 m³/h, pH típico 6 a 8, temperatura de operación 30 a 35 °C y presión de descarga estimada de 1.5 a 2.5 bar(g), asociada al sistema de bombeo.

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			Opera mediante temporizadores o enclavado con las bombas de alimentación.
Descarga bombas	PVC SCH80	6", 8",10"	Líneas de impulsión asociadas a las bombas RANS/SREC y extracción de lodos. Diseñadas para el transporte de vinaza tratada, sobrenadante y lodos anaerobios recirculados. Condiciones de operación: temperatura de 30 a 35 °C y presión de operación estimada de 1.5 a 2.5 bar(g), dependiendo del servicio y punto de descarga. Incorporan válvulas de aislamiento, puntos de venteo y conexiones para muestreo y limpieza. PVC SCH80 seleccionado por su resistencia mecánica y química en servicio continuo con fluidos corrosivos de PTAR.

- **Sistema de Tuberías de biogás crudo en Sistema de manejo de biogás (U31)**

Tabla 2-8 Características de tuberías del sistema de manejo de biogás (U31)

Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
Colector principal	SS316 SCH5	36"	Línea principal de captación de biogás proveniente de los reactores anaerobios BVF (B11A/B11B). Opera bajo ligera presión negativa inducida por los sopladores, con vacío normal de operación de aproximadamente -2 a -20 mbar y temperatura típica del biogás de 30 a 40 °C. Transporta biogás crudo húmedo con presencia de CO_2, humedad y trazas de H_2S, el cual posteriormente es tratado, desulfurizado, seco y presurizado para su uso en caldera. La capacidad de referencia del permiso es de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h de biogás tratado. Requiere pendiente para drenaje de condensados, resistencia a corrosión y compatibilidad con atmósferas potencialmente explosivas.
Colector secundario	SS316 SCH5	20"	Ramales de interconexión entre reactores y sistema de manejo/tratamiento de biogás. Transportan biogás húmedo con presencia de condensados y compuestos sulfurados, operando normalmente bajo vacío de aproximadamente -2 a -20 mbar y temperatura de 30 a 40 °C. Deben minimizar pérdidas de carga, permitir inspección y mantenimiento, y conservar pendientes de drenaje hacia puntos de recolección de condensados.
Descarga sopladores	SS316 SCH5	8", 10", 12"	Descarga del sistema de sopladores de biogás hacia scrubbers, flare o sistema de aprovechamiento energético. Opera a presión positiva controlada mediante VFD, con presión diferencial

Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
			típica de los sopladores de 50 a 150 mbar(g) y temperatura de biogás de 30 a 40 °C. La tubería debe soportar vibraciones mecánicas, fluctuaciones de caudal, presencia de humedad/condensados y condiciones continuas de operación.
Conexiones instrumentación	SS316	½", 1"	Líneas para transmisores de presión, analizadores de gas, sensores de vacío, temperatura y puntos de muestreo. Operan bajo las mismas condiciones de la línea donde se conectan: en captación y colectores, vacío aproximado de -2 a -20 mbar y temperatura de 30 a 40 °C; en descarga de sopladores, presión positiva controlada con diferencial típico de 50 a 150 mbar(g). Requieren hermeticidad, resistencia a corrosión por H_2S y mínima acumulación de condensados. Utilizadas para control del proceso y seguridad operacional.

La totalidad de la red de biogás crudo se proyecta como tubería aérea para evitar acumulación de condensados y facilitar inspección, manteniendo pendientes mínimas de drenaje conforme a los criterios de diseño del BTS. Las condiciones de operación de la tubería de biogás crudo se consideran por sección del sistema. En la captación desde digestores, colectores principales y ramales secundarios, la tubería opera normalmente bajo presión negativa inducida por sopladores, con un rango aproximado de -2 a -20 mbar y temperatura típica del biogás húmedo de 30 a 40 °C.

2.5.2.4 Sistemas de tratamiento de biogás BTS

El BTS tiene como función la desulfurización, secado y acondicionamiento de presión del biogás crudo antes de su envío al sistema de aprovechamiento energético en caldera. Para efectos del proyecto, la capacidad máxima de producción considerada es de 41,173 Nm³/d de biogás tratado, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h.

- **Equipos Mecánicos considerados en Desulfurización (U32)**

Tabla 2-9 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Desulfurización)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U32-T1	Biofiltro scrubber	1	Torre de desulfurización biológica para remoción de H_2S del biogás proveniente de los reactores BVF. Contiene medio plástico de alta superficie específica para crecimiento bacteriano y recibe recirculación de licor mezclado y solución nutritiva NPK. Opera de forma continua previo al sistema de secado y compresión de biogás. Flujo típico de biogás: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura de operación del biogás: 30 a

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			40 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Concentración de H_2S de entrada: 2,000 a 13,000 ppm. Diseñado para reducir el H_2S a niveles compatibles con combustión en caldera. Cuenta con monitoreo de flujo, nivel e instrumentación para control del proceso biológico.
U32-T2	Biofiltro scrubber	1	Segunda torre de desulfurización operando en paralelo o como redundancia operacional. Utiliza medio plástico para soporte biológico y sistema de irrigación interna para mantener húmedo el lecho bacteriano. Diseñada para reducir la concentración de H_2S antes de la etapa de secado de biogás U33. Flujo típico: 300 a 1,716 Nm^3/h. Temperatura de operación: 30 a 40 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Opera en arreglo duty/stand-by o compartiendo carga según la producción de biogás
U32-P1	Soplador aire scrubber	1	Soplador dedicado al suministro de aire para el proceso biológico de oxidación de sulfuro dentro del scrubber U32-T1. Proporciona el oxígeno requerido para la actividad de las bacterias sulfuro-oxidantes. Operación continua mediante arranque controlado y monitoreo de caudal de aire. Integrado al sistema automático del BTS. Temperatura ambiente de operación: 5 a 45 °C. Presión de descarga típica: 100 a 300 mbar(g). Caudal de aire ajustable mediante control automático para mantener la eficiencia de remoción de H_2S y evitar exceso de oxígeno en el biogás.
U32-P2	Soplador aire scrubber	1	Soplador de aire para el scrubber U32-T2. Mantiene las condiciones aerobias necesarias para la conversión biológica de H_2S a compuestos de azufre estables. Opera asociado a la instrumentación de control de aireación y desempeño del biofiltro. Puede funcionar como unidad dedicada o de respaldo según la estrategia operativa. Temperatura ambiente de operación: 5 a 45 °C. Presión de descarga típica: 100 a 300 mbar(g). Caudal de aire regulado automáticamente conforme a la concentración de H_2S y desempeño del biofiltro.

- **Equipos Mecánicos considerados en Secado (U33)**

Tabla 2-10 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Secado)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U33-M1	Chiller secador	1	Unidad de secado de biogás por enfriamiento. Reduce la temperatura del biogás desulfurizado para provocar la condensación de vapor de agua y disminuir su contenido de humedad antes de la compresión y aprovechamiento energético. Flujo de diseño: 300 a

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			1,716 Nm³/h. Temperatura de entrada del biogás: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Diseñado para eliminar humedad libre y minimizar la formación de condensados
U33-M2	Chiller secador	1	Segunda unidad de secado de biogás instalada para redundancia operacional y continuidad del servicio. Permite operación alternada o respaldo durante mantenimiento. Forma parte del tren de acondicionamiento posterior a la desulfurización U32 y previo a los sopladores booster U34. Flujo de diseño: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura de entrada: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g).
U33-E1	Intercambiador de calor / demister	1	Equipo de enfriamiento y separación de humedad asociado al secador U33-M1. El intercambiador reduce la temperatura del gas y el demister elimina las gotas de condensado arrastradas. Incluye drenaje de condensados y purgas para evitar acumulación de líquidos en la línea de biogás. Temperatura de entrada: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Diseñado para operación sin presencia de condensados libres a la salida.
U33-E2	Intercambiador de calor / demister	1	Equipo idéntico al U33-E1 asociado a la segunda línea de secado. Su función es remover condensados y asegurar que el biogás llegue a los sopladores booster con bajo contenido de humedad, reduciendo corrosión y riesgos operativos en equipos aguas abajo. Temperatura de entrada: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g).

- **Equipos Mecánicos considerados en Compresión / Boosteo (U34)**

Tabla 2-11 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Compresión)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U34-C1A	Booster blower	1	Soplador centrífugo para compresión de biogás tratado. Opera de forma continua con control mediante VFD para mantener la presión de suministro hacia calderas o consumo final. Construcción resistente a atmósferas con H_2S residual, humedad y condensados. Materiales en contacto con el gas compatibles con biogás. Flujo de operación: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura del biogás: 15 a 35 °C. Presión de succión mínima: >30 mbar(g). Presión de descarga normal: 30 a 150 mbar(g).

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			Equipado con protección antisurge y monitoreo continuo de presión y temperatura.
U34-C1B	Booster blower	1	Soplador centrífugo de servicio alterno (stand-by o duty/assist según estrategia operativa). Mantiene el caudal y presión requeridos del sistema BTS. Equipado con instrumentación de presión, temperatura y protección contra sobrecarga mecánica. Flujo de operación: 300 a 1,716 Nm^3/h. Temperatura: 15 a 35 °C. Presión de succión: >30 mbar(g). Presión de descarga: 30 a 150 mbar(g).
U34-C1C	Booster blower	1	Soplador centrífugo de respaldo para garantizar redundancia operacional. Diseñado para operación en ambiente clasificado con presencia potencial de biogás tratado. Permite continuidad del suministro durante mantenimiento o falla de otros equipos. Flujo de operación: 300 a 1,716 Nm^3/h. Temperatura del biogás: 15 a 35 °C. Presión de succión: >30 mbar(g). Presión de descarga: 30 a 150 mbar(g).

- **Equipos Mecánicos considerados en Caldera (U35)**

Tabla 2-12 Características de equipos mecánicos de Caldera

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U35	Caldera de aprovechamiento de biogás	1	Caldera industrial tipo Flex Fuel diseñada para operar con combustible convencional y biogás tratado proveniente del BTS. Recibe biogás previamente desulfurizado en U32, secado en U33 y presurizado por los boosters U34. Flujo mínimo permisivo de biogás para habilitar combustión: >300 Nm^3/h. Presión mínima de suministro de biogás tratado a la entrada de la caldera: 30 mbar(g) ajustable conforme a la filosofía de control del sistema. Temperatura típica del biogás de alimentación: 15 a 35 °C después del sistema de secado U33. El producto enviado a caldera corresponde a biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado, con una concentración aproximada de CH_4 de 60 a 65 % y CO_2 de 20 a 40 %. El sistema permite sustitución parcial del combustible fósil utilizado en la generación de vapor mediante control automático de relación combustible-comburente.
U35-A	Válvula de control de flujo de biogás	1	Válvula automática modulante encargada de regular el flujo de biogás hacia el quemador Flex Fuel. Rango normal de operación asociado al sistema BTS: 300 a 1,716 Nm^3/h de biogás. Opera con señales de control provenientes del PLC de la caldera y del

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			sistema BTS. Presión normal de operación: 30 a 150 mbar(g). Ante falla de comunicación, cierre de seguridad o condición no permisiva, la válvula cierra automáticamente y el biogás se desvía hacia las antorchas U31-H1/U31-H2.
PLC U35A	Panel de control de caldera	1	Sistema de control y supervisión encargado de verificar las condiciones permisivas para el uso de biogás. Monitorea flujo de combustible, presión de suministro, temperatura del biogás, estado de quemadores, disponibilidad de caldera y condiciones de seguridad de proceso. El sistema autoriza la apertura de la válvula U35-A únicamente cuando se cumplen simultáneamente las condiciones de operación definidas en la lógica de control del BTS y la caldera.

2.5.3 Descripción de obra eléctrica

La obra eléctrica del Sistema de Tratamiento y Aprovechamiento de Biogás contempla el diseño, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas eléctricos de fuerza, control, instrumentación, alumbrado, puesta a tierra y comunicaciones necesarios para la operación segura y continua de los equipos que integran el sistema de manejo de biogás.

El sistema eléctrico suministra energía a los equipos principales del proceso, incluyendo sopladores de biogás, unidades de secado (chillers), válvulas automatizadas, bombas auxiliares, analizadores de gas, sistemas de instrumentación y paneles de control. La distribución eléctrica se realiza mediante tableros de fuerza y control, canalizaciones eléctricas, charolas portacables, tubería conduit y cableado de potencia e instrumentación, instalados conforme a la NOM-001-SEDE vigente.

La instalación incorpora un tablero eléctrico principal (TAB-01), desde donde se alimentan los variadores de frecuencia, motores, transformadores auxiliares, sistemas de control y alumbrado. Asimismo, se incluye un sistema de automatización basado en PLC Siemens ET200SP y una interfaz HMI para supervisión y operación del proceso. El proyecto contempla además un sistema de alumbrado operativo y de seguridad para las áreas de proceso, un sistema integral de puesta a tierra para protección de personas y equipos, así como la preparación para la integración con sistemas de monitoreo y control de la planta.

2.5.3.1 Áreas clasificadas

Las áreas donde se maneja biogás son consideradas zonas con potencial presencia de atmósferas inflamables debido al contenido de metano presente en el proceso.

Por tal motivo, los equipos eléctricos instalados en las zonas de proceso consideran medidas de protección orientadas a minimizar riesgos de ignición, incluyendo:

- Instrumentación asociada al sistema de biogás.
- Analizadores de gas y detectores LEL.
- Sistemas de monitoreo de presión y flujo.
- Sistemas de ventilación y extracción.
- Equipos de control vinculados a la operación de biogás.
- Sistema de puesta a tierra y equipotencialización.

La clasificación definitiva de áreas peligrosas y la selección de equipos eléctricos deberá mantenerse en cumplimiento con las normas nacionales aplicables y con los criterios de diseño establecidos para instalaciones que manejan gases combustibles.

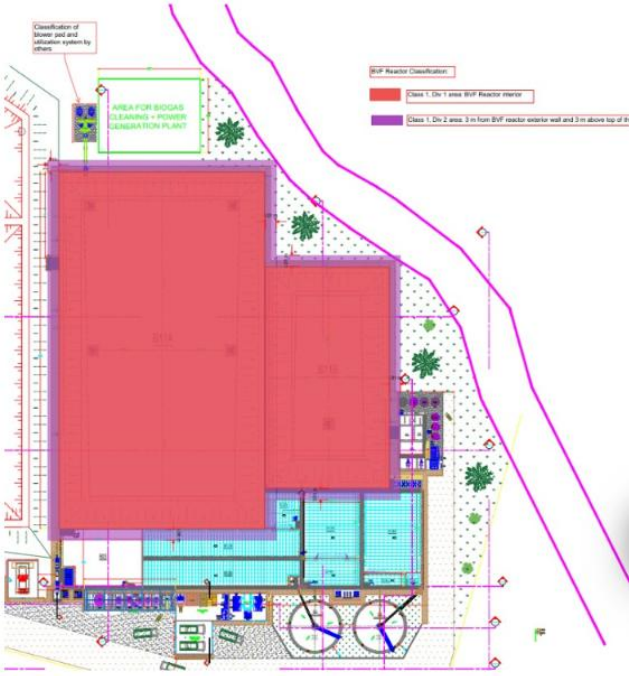


Figura 2-7 Layout del sistema de emergencia y clasificación de áreas

2.5.3.2 Sistema de potencia e iluminación

El sistema de potencia suministra energía eléctrica a la totalidad de los equipos electromecánicos que conforman la unidad de tratamiento de biogás.

La alimentación principal opera a 460 VCA, trifásico, 4 hilos, distribuyéndose desde el tablero principal hacia los distintos centros de carga. La carga eléctrica instalada del sistema de biogás es de aproximadamente 272.59 kW, incluyendo:

- Tres sopladores principales de biogás de 56 kW cada uno con variador de frecuencia.
- Dos unidades de secado (chillers) de 37.3 kW.
- Bombas auxiliares.
- Analizadores de gas.
- Sistemas de control y automatización.

- Alumbrado y servicios auxiliares.

El alumbrado exterior e interior de la instalación está compuesto por luminarias tipo reflector y wall-pack alimentadas desde tablero dedicado, garantizando niveles adecuados de iluminación para operación, mantenimiento y atención de emergencias.

Asimismo, el sistema incorpora canalizaciones mediante charolas tipo escalera, tubería conduit de aluminio y cableado de potencia y control debidamente segregados para garantizar la seguridad operativa y la confiabilidad del sistema.

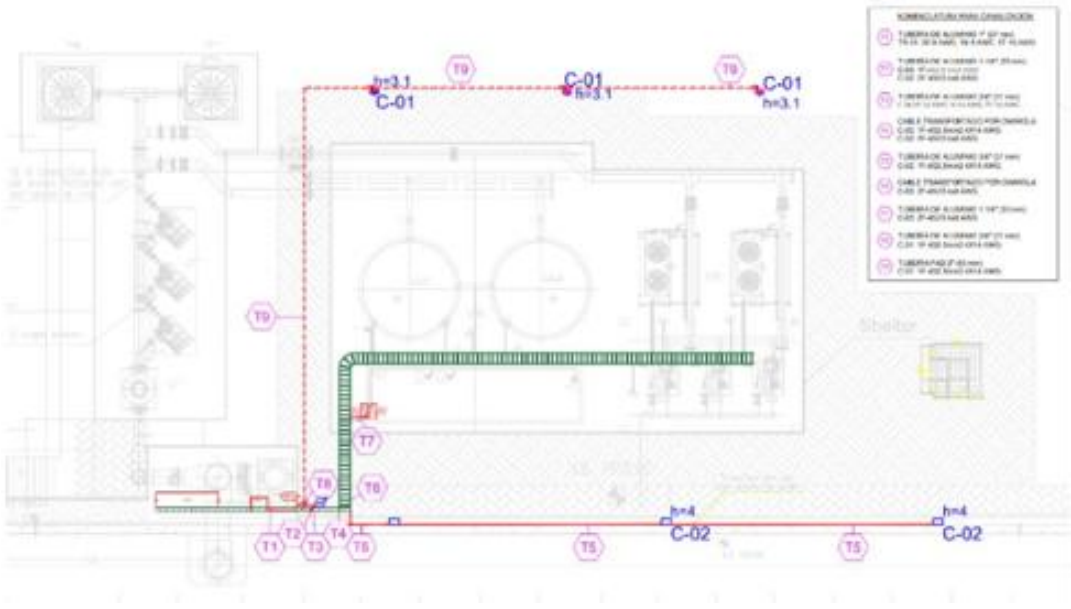


Figura 2-8 Layout de alumbrado y canalización eléctrica del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS).

2.5.3.3 Sistema primario

La alimentación primaria es proporcionada por la red eléctrica de planta mediante una acometida trifásica de 460 VCA, conectada al tablero principal de distribución TAB-01. Desde este tablero se alimentan los variadores de frecuencia, arrancadores, transformadores auxiliares y equipos de proceso.

Dentro del sistema destacan:

- Tablero principal TAB-01.
- Variadores ABB para control de velocidad de los sopladores de biogás.
- Transformador trifásico de 15 kVA para cargas auxiliares.
- Tableros de alumbrado y servicios.
- Sistema PLC Siemens ET200SP.
- Sistema HMI de operación local.
- Red industrial Ethernet para comunicación y supervisión.

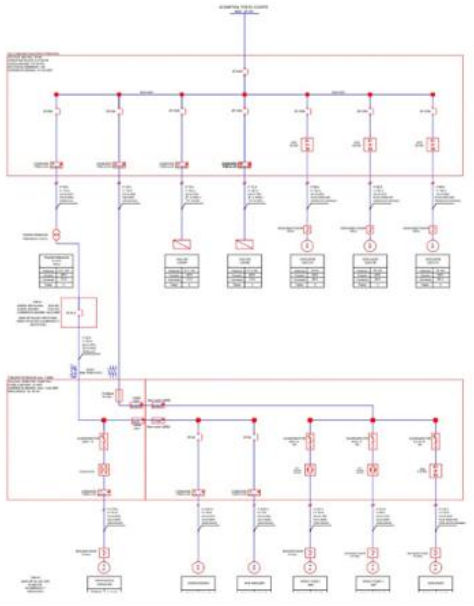


Figura 2-9 Diagrama unifilar del sistema eléctrico del sistema de tratamiento de biogás.

2.5.3.4 Sistema de puesta a tierra

La instalación dispone de una malla de puesta a tierra diseñada para la protección de personas, estructuras metálicas, tableros eléctricos, equipos electromecánicos e instrumentación.

Los principales elementos considerados son:

- Malla principal de cobre desnudo 2/0 AWG enterrada.
- Conductores de derivación de 6 AWG y 8 AWG.
- Barra principal de cobre para equipotencialización.
- Conexión de tableros, motores, instrumentación y estructuras metálicas al sistema general de tierras.

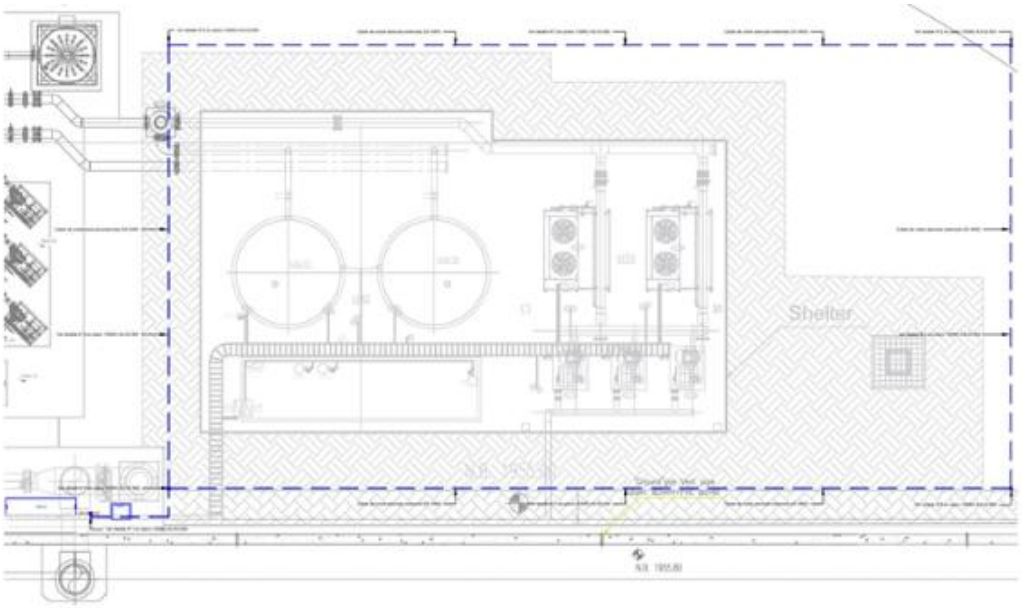


Figura 2-10 Plano del sistema de puesta a tierra del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS)

2.5.3.5 Sistema de puesta a tierra

El proyecto contempla un sistema integral de puesta a tierra y equipotencialización destinado a proteger al personal, los equipos electromecánicos, la instrumentación y las estructuras metálicas asociadas al Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). La red de tierras está conformada por una malla principal de cobre desnudo enterrada, conductores de derivación, barras de tierra y conexiones equipotenciales que interconectan tableros eléctricos, motores, estructuras metálicas, tuberías, soportes, instrumentación y demás elementos conductivos presentes en la instalación.

La función principal del sistema es proporcionar una trayectoria de baja impedancia para la disipación segura de corrientes de falla eléctrica, cargas electrostáticas y sobretensiones transitorias, reduciendo el riesgo de daño a equipos y garantizando la seguridad operacional del proceso. Asimismo, el sistema contribuye a minimizar diferencias de potencial entre estructuras metálicas y equipos ubicados dentro de las áreas de proceso donde existe presencia potencial de atmósferas inflamables asociadas al manejo de biogás.

Todas las estructuras metálicas expuestas, equipos de proceso, tableros de control, analizadores de gas, sistemas de automatización, motores eléctricos, charolas portacables y soportes de tuberías deberán encontrarse conectados al sistema general de tierras mediante conductores adecuados y conexiones permanentes de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-001-SEDE vigente y las prácticas recomendadas para instalaciones industriales.

La documentación eléctrica revisada contempla el sistema general de puesta a tierra y equipotencialización de equipos; sin embargo, no se identificó en los planos consultados un diseño específico de sistema externo de protección contra descargas atmosféricas, tales como pararrayos, puntas captadoras, mástiles de protección o bajantes dedicadas. Por lo tanto, cualquier sistema de

protección atmosférica adicional deberá describirse y justificarse únicamente cuando exista una memoria de cálculo, estudio de riesgo o plano específico que respalde su diseño e instalación.

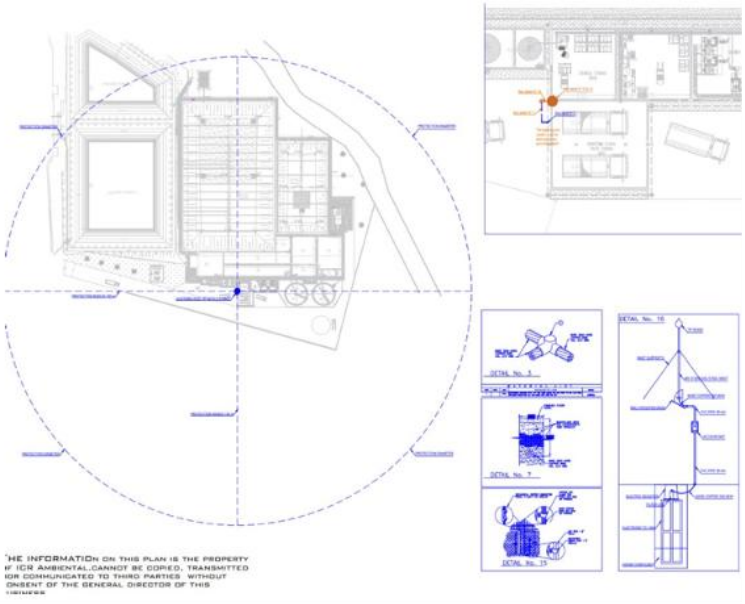


Figura 2-11 Layout del sistema de pararrayos del Proyecto

2.5.3.6 Sistema de seguridad

La gestión operativa y de seguridad del sistema se basa en procedimientos de arranque, operación normal, paro, mantenimiento y respuesta ante condiciones anormales, considerando los riesgos asociados al manejo de biogás, tales como presencia de metano, H_2S, condensados, presión, vacío, atmósferas inflamables y operación de equipos rotativos. El sistema integra instrumentación, alarmas, interbloqueos, detección de condiciones fuera de rango, control de presión y flujo, desvío automático hacia flares, venteo de emergencia y condiciones permisivas para el envío de biogás a caldera.

Tabla 2-13 Sistemas de seguridad del proyecto

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Transmisor de nivel de reactor	2 (1 por reactor)	B11A y B11B	Monitoreo continuo del nivel del reactor. Genera alarmas de nivel bajo-bajo, bajo, alto y alto-alto. Permite bloquear mezcladores y bombas cuando se presentan condiciones inseguras de operación.
Alarmas de nivel LL, L, H y HH	8 condiciones de alarma (4 por reactor)	B11A y B11B	Alertar condiciones anormales y proteger los equipos de proceso contra operación fuera de rango.
Interbloqueo por nivel bajo	1 sistema PLC	B11A y B11B	Evita el funcionamiento de bombas de recirculación y mezcladores cuando el nivel es insuficiente.

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Sistema de rebose de emergencia (EOF)	2 (B11-S1 y B11 S2)	Reactores B11A y B11B	Limita el nivel máximo de operación y evita derrames o sobrellenado de los reactores.
Cubierta geomembrana hermética XR-5/HDPE	2	B11A y B11B	Captura biogás, evita emisiones fugitivas y controla olores. Opera bajo ligera presión negativa para protección estructural.
Puertos de muestreo y venteo de emergencia	≥10 por reactor	Cubierta de B11A y B11B	Permiten muestreo de lodos y temperatura; también funcionan como venteos de emergencia.
Cámara de eliminación de gas (GEC)	2	Succión de líneas RANS	Remueve biogás atrapado en la recirculación de lodos para prevenir cavitación de bombas.
Trampa de humedad y sedimentos U31-S1	1	Entrada al sistema U31	Retiene condensados y partículas para proteger sopladores y tuberías de biogás.
Transmisor de presión de cubierta	1 sistema	Línea principal de biogás	Controla la presión bajo la cubierta y ajusta automáticamente la velocidad de los sopladores para mantener vacío de operación.
Manómetro de verificación	1	Sistema de monitoreo de biogás	Confirmación local de la presión de cubierta para operación segura.
Venteo de emergencia U31-M1 / B11-X1	1	Sistema de biogás U31	Permite liberar biogás si falla el sistema de transporte o si hay concentración peligrosa de oxígeno.
Antorcha de biogás U31-H1	1	Área BTS	Quema controlada de biogás cuando no existe aprovechamiento energético.
Antorcha de biogás U31-H2	1	Área BTS	Respaldo de U31-H1 para disposición segura del biogás.
Sopladores de biogás U31-C1A/B/C	3	Área BTS	Mantienen vacío controlado en los reactores. Cuentan con protección e interbloqueos por presión, temperatura y válvulas.
Analizador de oxígeno (O_2)	1 sistema	Área BTS	Detecta infiltración de aire al sistema de biogás. Si $O_2 > 5\%$ se detiene la operación y se inspecciona el sistema.

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Analizador de H_2S	1 sistema	U32 Desulfurización	Monitorea la concentración de sulfuro de hidrógeno y la eficiencia de remoción de los scrubbers.
Analizador de CH_4	1 sistema	U32 Desulfurización	Verifica la calidad energética del biogás previo a su uso en caldera.
Biofiltros scrubber U32-T1/T2	2	U32	Eliminación de H_2S antes del secado y aprovechamiento energético del biogás. Reduce riesgos de corrosión y toxicidad.
Trampas de condensado U33 S1/S2	2	Entrada a secadores U33	Eliminan condensados antes de los equipos de secado.
Secadores de biogás U33-M1/M2	2	U33	Reducen la humedad del biogás para evitar corrosión y daños en compresores y caldera.
Demister U33-E1/E2	2	U33	Retienen gotas de agua posteriormente al enfriamiento del biogás.
Transmisores de presión PICRA U34A/U34B	2	Sistema booster U34	Supervisan presión de succión y descarga de biogás para proteger los compresores.
Válvula antisurge FCV-U34A	1	Sistema booster U34	Previene surge y operación inestable de sopladores centrífugos.
Interbloqueo automático de desvío hacia antorcha	1 sistema PLC	U34-U35	Envía automáticamente el exceso de biogás a las antorchas cuando la caldera no puede consumirlo.
Válvula de control FCV-U35A	1	Entrada a caldera U35	Si permanece cerrada, detiene los boosters y desvía automáticamente el biogás a antorcha.
Panel de control de caldera (PLC U35A)	1	U35	Gestiona interbloqueos de presión, caudal y disponibilidad de sistemas previos al uso del biogás.
Sistema de iluminación exterior BTS	6 luminarias principales (3 Wallpack + 3 reflectores)	U31-U34	Permite operación, inspección, mantenimiento y atención de emergencias durante horario nocturno. Diseñado conforme NOM-025-STPS.
Alarma de presión alta H	8	Cubiertas y líneas U31 U34	Advierte una elevación de presión antes del límite crítico y permite al operador verificar

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
			disponibilidad de sopladores, consumidores y antorchas.
Alarma de presión alta-alta HH	8	Cubiertas y líneas U31 U34	Identifica una condición crítica de sobrepresión. La respuesta automática deberá definirse expresamente, por ejemplo, desvío a antorcha, detención de alimentación de gas o activación de la ruta de alivio.
Alarma de presión baja L	8	Succión de sopladores y boosters	Advierte una presión de succión o vacío fuera del rango normal. Permite verificar obstrucciones, acumulación de condensado, pérdida de producción o posición incorrecta de válvulas.
Alarma de presión baja-baja LL	8	B11, U31 y U34	Identifica una condición crítica de baja presión. Puede generar paro de sopladores o boosters para proteger la cubierta y evitar operación fuera de las condiciones permitidas.
Alarma de flujo bajo L	2	U31-U35	Advierte reducción de caudal y permite revisar válvulas, sopladores, condensados, disponibilidad del consumidor y condiciones del proceso.
Alarma de flujo bajo bajo LL	4	Entrada a equipos consumidores y caldera	Identifica caudal insuficiente para una operación estable.
Alarma de temperatura alta H	4	U31, U33, U34 y U35	Advierte una tendencia de sobrecalentamiento para permitir revisión de carga, ventilación, lubricación o condición mecánica.
Alarma de temperatura alta-alta HH	4	U31, U33, U34 y U35	Produce el paro automático del equipo afectado cuando así esté establecido por el fabricante y la lógica de control.
Alarma de nivel alto o alto-alto en trampas de condensado	2	U31-S1 y trampas U33	Advierte acumulación de líquido y posible arrastre hacia equipos.
Paro por baja presión de succión	2	U31 y U34	Detiene el equipo para evitar funcionamiento fuera de su envolvente operativa.

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Paro por alta temperatura de motor o rodamiento	2	U31 y U34	Detiene el equipo afectado y genera alarma para prevenir daño térmico o mecánico.
Paro por baja señal de flujo	2	U31-U35	Impide sostener en servicio equipos que requieren un flujo mínimo de biogás.

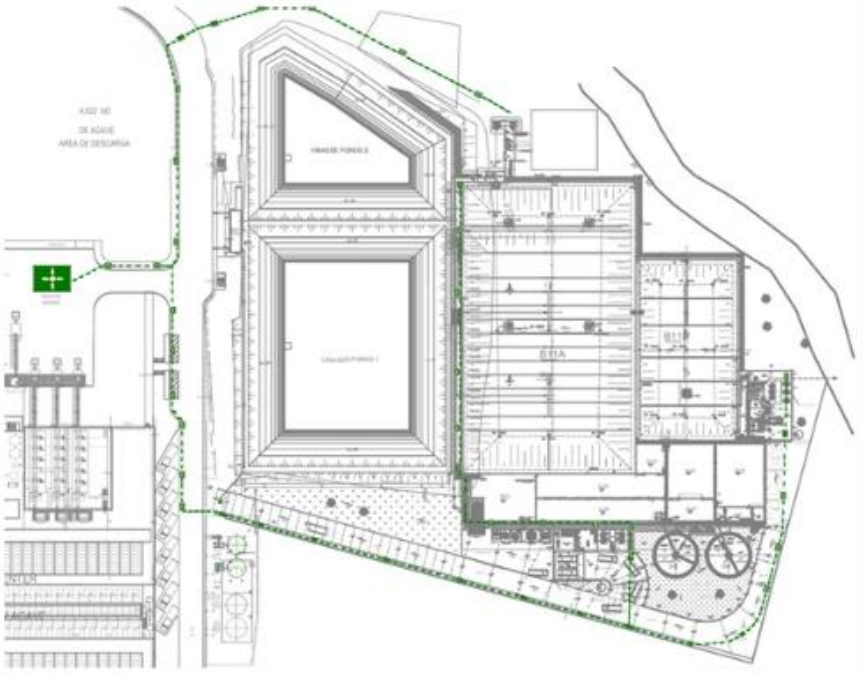


Figura 2-12 Plano general de rutas de evacuación



Figura 2-13 Diagrama de Seguridad operacional y destino del biogás en bloques

2.5.4 Instrumentación, medición y sistemas de control

El sistema incorpora medición de flujo, nivel, presión, temperatura, pH, color, oxígeno disuelto, turbidez/analítica y estados de válvulas/equipos. Los P&ID emplean etiquetas como FICRA/FIRA para flujo, LICRA/LIRA para nivel, PICRA/PIT/PA para presión, TICRA/TIT/TE para temperatura, PHIRA/PHIT para pH, AIT para color, y señales HH/LL para alarmas de alto/bajo nivel o condición crítica.

Tabla 2-14 Instrumentación del proyecto

Sistema	Instrumentación / Control	Función
B03 ecualización	LICRA B03-A, FICRA B03-A/B, PHIRA, TICRA	Control de bombeo, dosificación, enfriamiento y alimentación a digestores.
B11 digestores	LIRA B11-A/B, PHICRA, TICRA, FICRA, presión cubierta	Control de nivel, pH, temperatura, recirculación y seguridad de biogás.
B12/B14 aireación	OICRA, TICA, sopladores VFD	Control de oxígeno disuelto, aireación y mezcla.
B21/U22 DAF	FICRA U22-A, LSA U22-A, PLC U22	Dosificación proporcional de químicos, bombeo de lodos y scraper/conveyor.
U24/U25 filtros	PICRA U24, válvulas automáticas, bombas B23/B26/B27	Cambio filtración/retrolavado y protección por presión alta.
U31/U34/U35 biogás	FIRA, PICRA, PIT, FCV U34-A, FCV U35-A, válvulas KCV	Presión/flujo, arranque, interlocks, desviación a flare y operación en caldera.

2.5.4.1 Tecnología, monitoreo e inventario operativo del biogás

El sistema de producción y aprovechamiento de biogás cuenta con tecnología de control local mediante PLC, interfaces de operación tipo HMI y señales de instrumentación asociadas al Sistema de Tratamiento de Biogás BTS y a la caldera U35. Estas plataformas permiten supervisar el estado operativo de equipos, registrar variables críticas, generar alarmas, ejecutar interbloqueos y controlar la secuencia de operación para la conducción, tratamiento, acondicionamiento, consumo o disposición segura del biogás.

El control de inventario operativo del biogás no corresponde a almacenamiento comercial, sino al balance técnico de generación, tratamiento, consumo y disposición segura del producto dentro de Planta Arandas. Para ello, el sistema debe registrar y monitorear el biogás producido en los digestores, el biogás conducido hacia U31, el biogás tratado en U32, el biogás seco posterior a U33, el biogás presurizado por U34, el biogás enviado a caldera U35 y, cuando aplique, el biogás desviado a flares o venteo de emergencia. Este balance permite contar con trazabilidad operativa del producto y verificar su destino exclusivo de autoconsumo.

Los puntos de transferencia sujetos a monitoreo corresponden, de manera enunciativa, a la salida de los digestores B11A/B11B, entrada al sistema U31, salida de la etapa de separación y manejo, entrada y salida de la desulfurización U32, entrada y salida del secado U33, descarga de los sopladores booster U34 y entrada a la caldera U35. En estos puntos se consideran variables como presión, flujo, temperatura, humedad o condensados, H_2S, oxígeno y estado de válvulas automáticas, con el fin de asegurar que el biogás se mantenga dentro de condiciones adecuadas para su uso energético.

La tecnología de control también permite registrar eventos operativos relevantes, incluyendo arranques, paros, alarmas, fallas de equipos, desviaciones de presión o flujo, indisponibilidad de caldera, operación de flares, apertura de venteos y activación de interbloqueos. Estos registros constituyen la base de trazabilidad tecnológica del sistema y permiten demostrar que el biogás producido se maneja bajo condiciones controladas, seguras y destinadas exclusivamente al autoconsumo dentro de las instalaciones de Planta Arandas.

Las condiciones de operación de los sistemas se controlan mediante variables críticas de proceso, incluyendo caudal de biogás, presión, vacío, temperatura, humedad, presencia de condensados, concentración de H_2S, concentración de oxígeno, disponibilidad de caldera y estado de operación de sopladores, scrubbers, secadores, válvulas automáticas y flares. El envío de biogás hacia la caldera U35 se realiza únicamente cuando se cumplen las condiciones permisivas definidas por el sistema de control; en caso contrario, el biogás se desvía de manera segura hacia las antorchas U31-H1/U31-H2 o al sistema de venteo de emergencia, según corresponda

2.6 Descripción del proceso

El proyecto tiene procesos operativos previos, que inician con la generación interna de vinaza por parte de CAMPARI MÉXICO S.A DE C.V, como resultado directo del proceso de destilación de tequila desarrollado en Planta Arandas. Esta vinaza corresponde a un residuo líquido orgánico

generado en el área de destilación, posterior a la separación del alcohol, y se considera la biomasa de origen interno para efectos del presente proyecto.

Este residuo/biomasa se conduce hacia la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) existente, y previo a su alimentación a los reactores anaerobios B11A/B11B, pasa por las etapas internas de recepción, conducción y ecualización previstas para homogenizar caudal y carga orgánica. Para el balance de diseño del este proyecto, se considera un volumen promedio de alimentación de biomasa de 1,200 m^3/d, asociado a la operación regular del proceso productivo, así como un volumen máximo de diseño considerado para el proyecto de 1,900 m^3/d. La frecuencia de generación de vinaza es continua durante los periodos de operación de la destilación de tequila, por lo que su disponibilidad está directamente vinculada al programa operativo interno de Planta Arandas.

La modalidad de conducción de la vinaza es interna, mediante tuberías, sistemas de bombeo y/o conducción hidráulica asociados a la VTP existente, sin transporte externo ni transferencia desde instalaciones de terceros. Antes de ingresar a los reactores B11A y B11B, la vinaza puede mantenerse temporalmente en sistemas de recepción/ecualización de la propia planta, con el propósito de regularizar el caudal, atenuar variaciones de carga orgánica, ajustar condiciones operativas y asegurar una alimentación controlada hacia los digestores. Una vez recibida en el tren anaerobio, la biomasa se mantiene bajo condiciones anaerobias controladas dentro de los reactores B11A y B11B, favoreciendo la conversión biológica de la materia orgánica en biogás. Los equipos asociados a esta etapa, como mezcladores, recirculación y cubiertas de geomembrana.

El proyecto no contempla ni autoriza la recepción, acopio, tratamiento ni aprovechamiento de residuos, subproductos orgánicos, biomasa o materiales provenientes de terceros. En consecuencia, la biomasa utilizada como sustrato para la generación de biogás corresponde exclusivamente a la vinaza generada internamente por CAMPARI MÉXICO S.A DE C.V, en Planta Arandas, derivada del proceso de destilación de tequila. No existen proveedores externos de biomasa ni se prevé la incorporación de residuos externos al sistema para la operación considerada en el presente proyecto.

La transformación principal ocurre mediante digestión anaerobia en los reactores B11A y B11B, en ausencia de oxígeno, donde microorganismos degradan la materia orgánica contenida en la vinaza generada internamente y recibida como biomasa desde el sistema de ecualización de la VTP. Como resultado de este proceso se genera biogás que posteriormente será enviado al BTS para su posterior aprovechamiento energético en caldera. Para este proyecto, el balance de diseño considera un flujo interno de biomasa de 1,900 m^3/d, DQO aplicada de 74.4 t/d, DQO convertida equivalente a 59.3 t/d, producción máxima de 41,173 Nm^3/d de biogás tratado, flujo horario aproximado de 1,716 Nm^3/h y carga volumétrica BVF de 1.21 kg DQO/$m^3 \cdot d$.

El proceso en el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS), inicia con la separación de humedad y sedimentos, seguida por el manejo mediante sopladores y la disponibilidad de antorchas o venteo de emergencia para condiciones no rutinarias. Posteriormente, la corriente pasa por la etapa de desulfurización U32, donde se remueve H_2S para reducir corrosividad, toxicidad y riesgos asociados al uso energético. Después, el biogás se seca en el equipo U33 mediante enfriamiento y separación de condensados, y finalmente se acondiciona en presión mediante los sopladores booster U34 para

garantizar las condiciones requeridas de suministro hacia la caldera. Para el proyecto, el producto final se mantiene como biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado.

Una vez tratado, desulfurizado, seco y presurizado, el biogás tratado se envía a la caldera U35 para su aprovechamiento como combustible alternativo en la generación de energía térmica/vapor dentro de Planta Arandas. Este aprovechamiento se realiza exclusivamente para autoconsumo interno, sin almacenamiento comercial, distribución externa ni entrega a terceros. Los condensados y corrientes auxiliares asociados al manejo del biogás se gestionan conforme a los sistemas de drenaje, purga y control previstos para la operación segura del BTS.

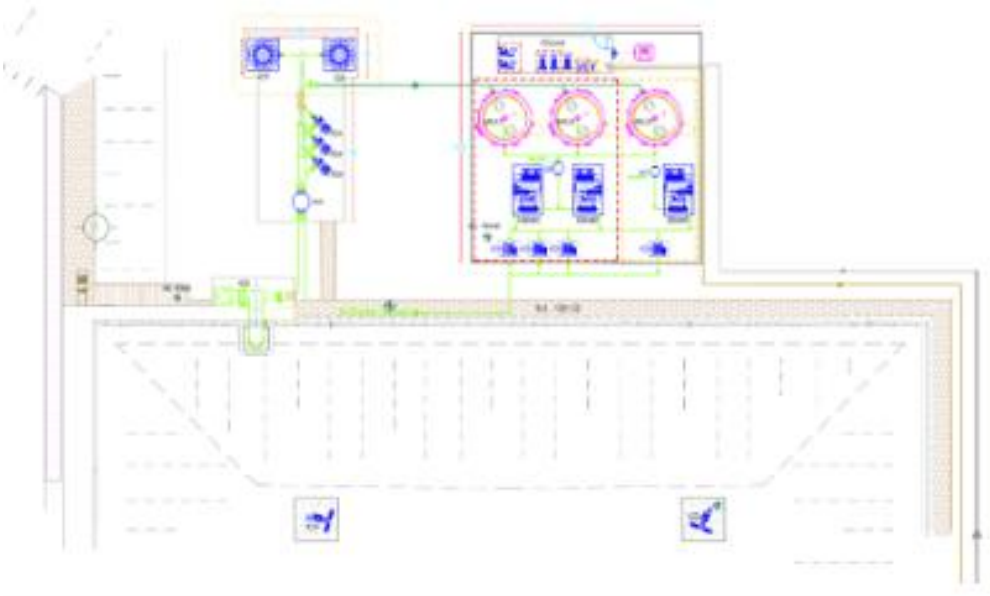


Figura 2-14 Planta general de ubicación de equipos de biogás

2.6.1 Estimación de la producción de Biogás

2.6.1.1 Origen y tipo de biomasa

La biomasa utilizada corresponde exclusivamente a vinaza generada internamente durante el proceso de destilación de tequila en Planta Arandas. La vinaza se conduce internamente hacia la Planta de Tratamiento de Vinaza, donde pasa por las etapas de recepción, ecualización y acondicionamiento antes de su alimentación a los reactores anaerobios B11A y B11B. El proyecto no contempla la recepción o aprovechamiento de biomasa proveniente de terceros.

Para el caso máximo de operación se considera una alimentación de 1,900 m^3/d, equivalente a aproximadamente 79.2 m^3/h, con una carga orgánica aplicada de 74.4 t DQO/d.

2.6.1.2 Cálculo de biogas

La composición de diseño del biogás considera un contenido de metano (CH_4) comprendido entre 60 y 65 % v/v, siendo este rango consistente con las condiciones esperadas de operación de los digestores anaerobios y con los criterios de diseño del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). El resto de la

corriente está constituido principalmente por dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua y trazas de ácido sulfhídrico (H_2S), nitrógeno, oxígeno e hidrógeno.

La producción máxima considerada para el proyecto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 2-15 Producción Máxima esperada de Biogás

Concepto	Valor
Flujo Máximo de vinaza	1,900 m^3/d
DQO aplicada	74.4 t/d
DQO convertida	59.3 t/d
DQO residual	15.1 t/d
Remoción de DQO	79.7 %
Producción máxima de biogás	41,173 Nm^3/d
Producción máxima horaria	1,716 Nm^3/h
CH_4 esperado	60-65 % v/v
Generación neta de lodo	1.78 t ST/d

2.6.2 Descripción de componentes, equipos, infraestructura e instalaciones

Tabla 2-16 Componentes, equipos, infraestructura e instalaciones

TAG	Componente	Función
B02 / B01	Recepción y cribado	Remoción de sólidos gruesos/fibras; alimentación a B03.
B11A/B11B	hasta 1,716 Nm^3/h	Reactor activo y zona de asentamiento, cubiertas geomembrana, mezcla, recirculación RANS/SREC y producción de biogás.
U31 Manejo de biogás	300-1,716 Nm^3/h	Trampa de humedad/sedimento, sopladores centrífugos, venteo y flares U31-H1/H2.
U32 Desulfurización	300-1,716 Nm^3/h	Tratamiento de biogás para remoción de H2S; scrubbers conectados al BTS.

TAG	Componente	Función
B02 / B01	Recepción y cribado	Remoción de sólidos gruesos/fibras; alimentación a B03.
U33 Secado	300-1,716 Nm³/h	Chillers, intercambiadores y demisters para retirar humedad.
U34 Boosteo	300-1,716 Nm³/h	Sopladores centrífugos booster con VFD, control de presión y válvula anti-surge.
U35 Caldera	>300 a 1,716 Nm³/h	Caldera / combustión de biogás como destino final cuando se cumplen condiciones de calidad y operación.

2.6.3 Descripción de proceso de limpieza de biogás

El reactor principal B11A recibe la vinaza acondicionada y las corrientes de recirculación de lodos anaerobios RANS y sobrenadante SREC. En el reactor, la materia orgánica se transforma por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno, generando biogás crudo. B11A opera con una temperatura esperada del licor anaerobio de 30 a 35 °C, temperatura máxima de diseño de 40 °C, nivel normal aproximado de 6 a 8 m y volumen operativo aproximado de 49,000 m³.

El reactor secundario B11B recibe por gravedad el efluente procedente de B11A y proporciona una etapa adicional de digestión anaerobia. Su volumen aproximado es de 16,000 m³, con una temperatura esperada de operación de 30 a 35 °C y un nivel hidráulico aproximado de 4 a 6 m. Las bombas de recirculación de B11B operan con un caudal nominal de 132 m³/h y una presión de descarga estimada de 1.5 a 2.5 bar(g).

El biogás generado en los digestores anaerobios B11A y B11B es captado bajo las cubiertas de geomembrana y conducido mediante la red de tuberías de acero inoxidable hacia el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). El biogás crudo está compuesto principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), humedad saturada y ácido sulfhídrico (H_2S), por lo que requiere diversas etapas de acondicionamiento antes de su aprovechamiento energético en la caldera U35.

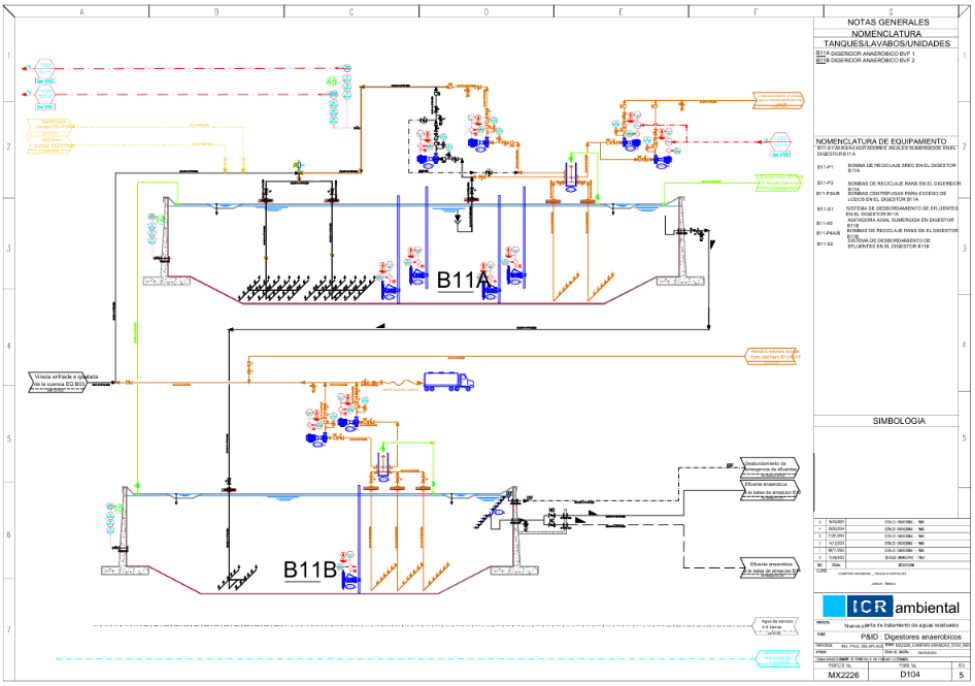


Figura 2-15 Diagrama de Tubería e Instrumentación de los digestores anaerobios B11A y B11B

Las condiciones operativas utilizadas para el diseño, operación y balance del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) corresponden a una capacidad máxima de producción de 41,173 Nm³/d de biogás tratado, equivalente aproximadamente a 1,716 Nm³/h, considerando una alimentación máxima de vinaza de 1,900 m³/d y una DQO aplicada de 74.4 t/d. Las diferentes etapas del BTS operan dentro de los rangos de temperatura, presión y flujo indicados en la Tabla 2-17:

Tabla 2-17 Condiciones de operación de los sistemas

Etapa	Flujo de Biogás	Temperatura	Presión / Vacio
Captación B11A/B11B	hasta 1,716 Nm³/h	30-40 °C	- 2 a -20 mbar
U31 Manejo de biogás	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	-2 a -20 mbar / 50-150 mbar(g)
U32 Desulfurización	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	20-100 mbar(g)

Etapa	Flujo de Biogás	Temperatura	Presión / Vacio
U33 Secado	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C entrada / 15-35 °C salida	20-100 mbar(g)
U34 Boosteo	300-1,716 Nm³/h	15-35 °C	>30 mbar(g) succión / 30-150 mbar(g) descarga
U35 Caldera	>300 a 1,716 Nm³/h	15-35 °C	30-150 mbar(g)

2.6.4 Captación y manejo inicial de biogás (U31)

El biogás crudo proveniente de los digestores es extraído mediante los sopladores centrífugos U31-C1A/B/C y conducido hacia el tren de tratamiento BTS. El sistema opera bajo condiciones de ligera presión negativa para proteger la integridad de las cubiertas de geomembrana y evitar emisiones fugitivas.

Tabla 2-18 Condiciones típicas de operación del sistema de Captación y manejo inicial de biogás (U31)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm³/h
Temperatura	30 a 40 °C
Vació en digestores	-2 a -20 mbar
Vació máximo de digestores	-30 mbar
CH_4 esperado	60 a 65 % v/v
O_2 normal	< 2.5 %

En esta etapa el biogás pasa por la trampa de humedad y sedimentos U31-S1, donde se remueven condensados y partículas arrastradas desde los digestores para proteger los equipos ubicados aguas abajo.

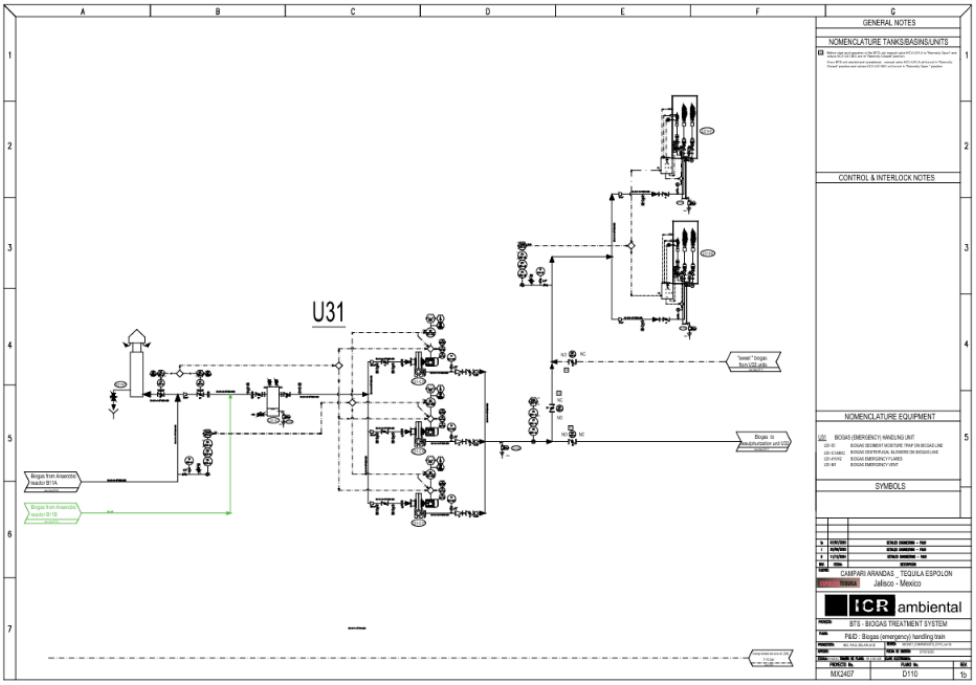


Figura 2-16 Diagrama de Tubería e Instrumentación de Captación y manejo inicial de biogás (U31)

2.6.5 Desulfurización de Biogás (U32)

Posteriormente, el biogás crudo ingresa a las unidades de desulfurización U32-T1 y U32-T2, donde se realiza la remoción biológica de H_2S mediante biofiltros tipo scrubber. El proceso consiste en poner el biogás crudo en contacto con un medio biológico irrigado que favorece la oxidación biológica del sulfuro de hidrógeno, reduciendo la corrosividad, toxicidad y riesgos asociados al uso energético del combustible antes de su envío al sistema de secado U33.

Para efectos de operación segura y suministro hacia caldera, el límite máximo de H_2S a la salida del sistema U32 se establece en 500 ppmv, equivalente de manera aproximada a 700 mg/Nm³ de H_2S, considerando condiciones normales de referencia y conversión estequiométrica del gas. Este valor se adopta como criterio técnico de calidad del biogás tratado previo al secado y boosteo, con base en la especificación de diseño del Sistema de Tratamiento de Biogás, los requerimientos de protección contra corrosión de equipos aguas abajo y las condiciones permisivas para combustión en la caldera U35.

Tabla 2-19 Condiciones típicas de operación del sistema de Desulfurización de biogás (U32)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm³/h
Temperatura del biogás	30 a 40 °C
Presión de operación	20 a 100 mbar(g)
H_2S entrada	2,000 a 13,000 ppmv

Parámetro	Condición típica
H_2S salida U32	≤ 500 ppmv, equivalente aproximadamente a ≤ 700 mg/Nm³
CH_4	60 a 65 % v/v

El punto de medición para confirmar la calidad del biogás desulfurizado se ubica aguas abajo de las unidades U32-T1/U32-T2, en la línea de salida del sistema de desulfurización y antes del ingreso al sistema de secado U33. La medición se realiza mediante analizadores en línea de H_2S y CH_4 integrados al sistema de control del BTS, con registro continuo de la variable y alarmas operativas configuradas en PLC/HMI. De manera complementaria, durante arranque, estabilización, mantenimiento o verificación de desempeño, podrán realizarse mediciones puntuales con detector portátil calibrado de H_2S o equipo equivalente, conforme a procedimientos internos de operación y calibración.

La frecuencia de monitoreo de H_2S a la salida de U32 es continua durante la operación del sistema, con visualización local/remota y registro en el sistema de control. Como criterio de rechazo, si la concentración de H_2S a la salida de U32 excede el límite máximo establecido de 500 ppmv, o si se presenta falla del analizador, pérdida de señal confiable, indisponibilidad de scrubbers, condición fuera de especificación para combustión o alarma crítica asociada a calidad del biogás, el envío hacia caldera deberá inhibirse y la corriente de biogás deberá desviarse de manera automática o manual segura hacia las antorchas U31-H1/U31-H2, hasta restablecer condiciones dentro de especificación. El restablecimiento del envío a caldera estará condicionado a la confirmación de concentración de H_2S dentro del límite, operación estable de U32, disponibilidad de U33/U34 y cumplimiento de las demás condiciones permisivas de combustión.

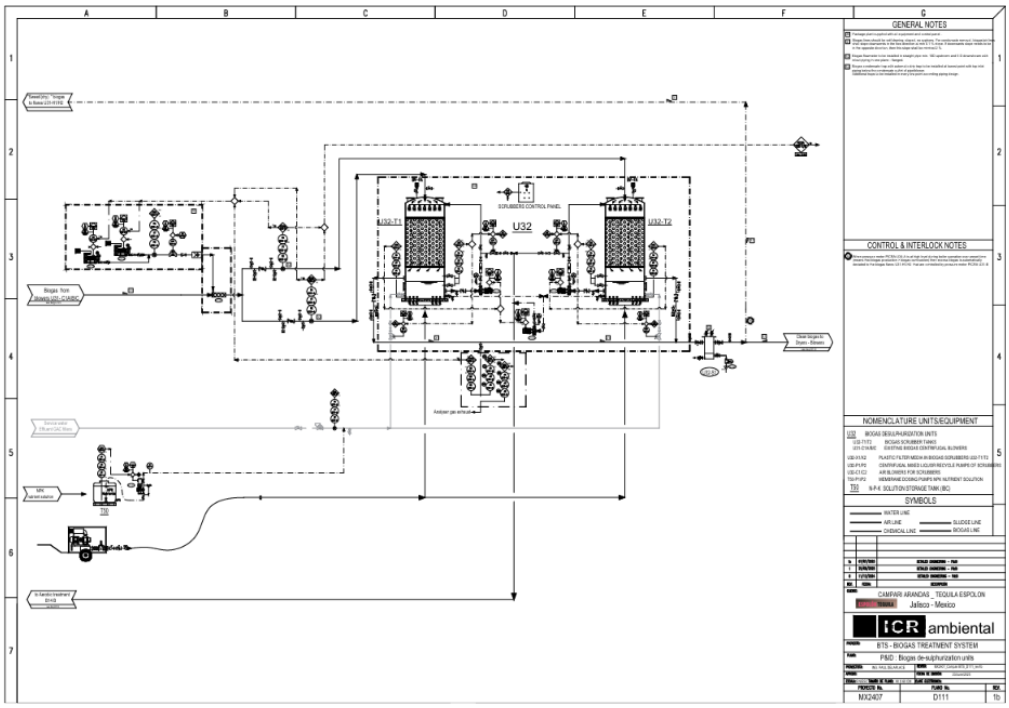


Figura 2-17 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Desulfurización (U32)

2.6.6 Desulfurización de Biogás (U32)

Una vez desulfurizado, el biogás es conducido a las unidades de secado U33-M1 y U33-M2. Estas unidades emplean chillers, intercambiadores de calor y demisters para reducir la temperatura del gas, provocar la condensación controlada del vapor de agua contenido en la corriente y separar los condensados generados antes del envío del biogás hacia el sistema de boosteo U34.

Para efectos del presente proyecto, la condición de biogás seco se establece con base en la ausencia de arrastre de condensados líquidos y en el cumplimiento de un punto de rocío máximo a la salida de U33.

El criterio homologado de aceptación a la salida de U33, medido antes del ingreso a U34, será:

- Ausencia de arrastre de condensados líquidos en la corriente de biogás.
- Punto de rocío máximo de 15 °C a la presión de operación de la línea, o
- Punto de rocío al menos 5 °C por debajo de la temperatura mínima esperada aguas abajo, lo que resulte más conservador.

Este criterio permite evitar condensación en las líneas posteriores, proteger los sopladores booster U34, prevenir corrosión o acumulación de líquidos y asegurar que el biogás cumpla con las condiciones requeridas para su envío a la caldera U35.

Los condensados generados durante el enfriamiento del biogás son separados mediante demisters y retirados a través de trampas de drenaje y puntos bajos diseñados para evitar acumulación de líquidos, corrosión, bloqueo de líneas o daños a equipos de compresión.

Tabla 2-20 Condiciones típicas de operación del sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm³/h
Temperatura del biogás	30 a 40 °C
Temperatura de salida	15 a 35 °C
Humedad relativa de entrada	Cercana a saturación
Criterio de humedad final	No aplica como humedad relativa posterior al demister; se controla mediante punto de rocío
Punto de rocío a la salida de U33	Máximo 15 °C a la presión de operación de la línea, o al menos 5 °C por debajo de la temperatura mínima esperada aguas abajo, lo que resulte más conservador
Condición física del biogás seco	Sin arrastre de condensados líquidos
Destino del biogás seco	Boosteo U34 y alimentación a caldera U35

El punto de medición del parámetro de humedad/punto de rocío se ubica en la línea de salida de U33, antes del ingreso al sistema de boosteo U34. La medición se realizará mediante transmisor o analizador de punto de rocío/humedad en línea, integrado al sistema de control del BTS, con visualización y registro operativo en PLC/HMI. De manera complementaria, durante arranque, mantenimiento, calibración o verificación de desempeño, podrán realizarse mediciones puntuales mediante equipo portátil calibrado de punto de rocío o humedad, conforme a procedimientos internos de operación y calibración.

La frecuencia de monitoreo será continua durante la operación del sistema, con alarmas configuradas para alertar desviaciones respecto al límite establecido. Si el punto de rocío supera el límite definido, se detecta arrastre de condensados, falla el sistema de medición o las unidades de secado no se encuentran disponibles, el biogás no deberá enviarse a caldera U35 hasta restablecer condiciones dentro de especificación. En tal caso, la corriente podrá mantenerse en recirculación operativa segura o desviarse hacia las antorchas U31-H1/U31-H2, conforme a la lógica de seguridad y disponibilidad del sistema. Las líneas de biogás aguas abajo de U33 deberán conservar criterio autodrenante, con pendientes mínimas y puntos de drenaje establecidos para facilitar la evacuación natural de condensados y evitar acumulación de líquidos en tuberías, equipos de boosteo y alimentación a caldera.

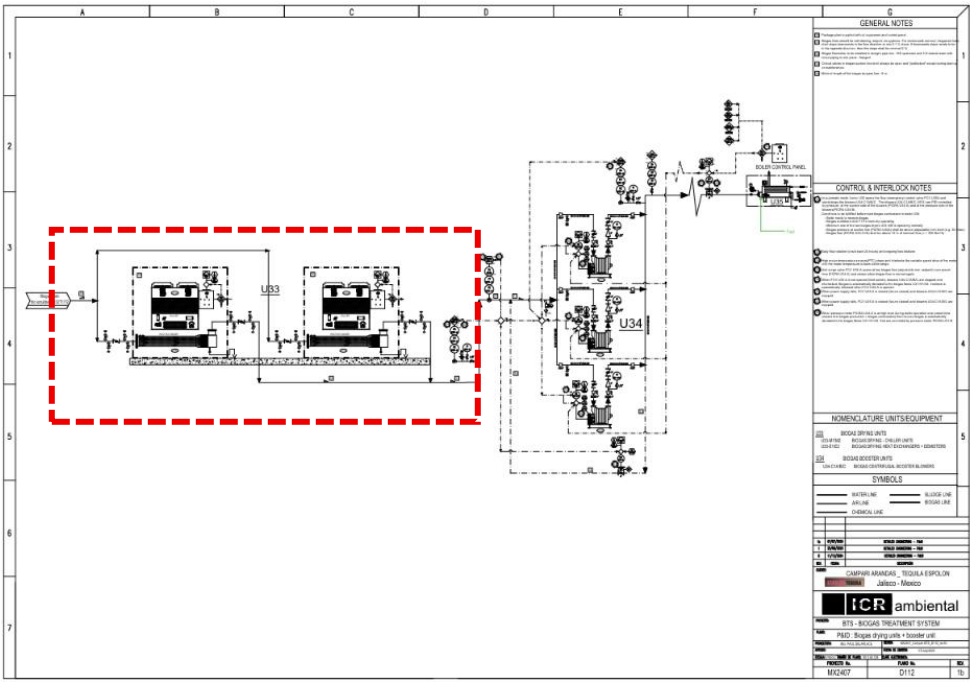


Figura 2-18 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33)

2.6.7 Desulfurización de Biogás (U32)

Después del secado, el biogás es impulsado mediante los sopladores booster U34-C1A/B/C, cuya función es elevar la presión del gas hasta las condiciones requeridas para su utilización en la caldera U35.

Los boosters operan mediante variadores de frecuencia (VFD) permitiendo ajustar automáticamente la capacidad del sistema conforme a la demanda energética.

Tabla 2-21 Condiciones típicas de operación del sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm^3/h
Presión de succión	> 30 mbar(g)
Presión de descarga	30 a 150 mbar(g)
Temperatura del biogás	15 a 35 °C
CH_4	60 a 65 % v/v
Humedad libre	No permitida

El sistema incorpora válvulas anti-surge, transmisores de presión PICRA y lógica automática de protección para prevenir condiciones inestables de operación.

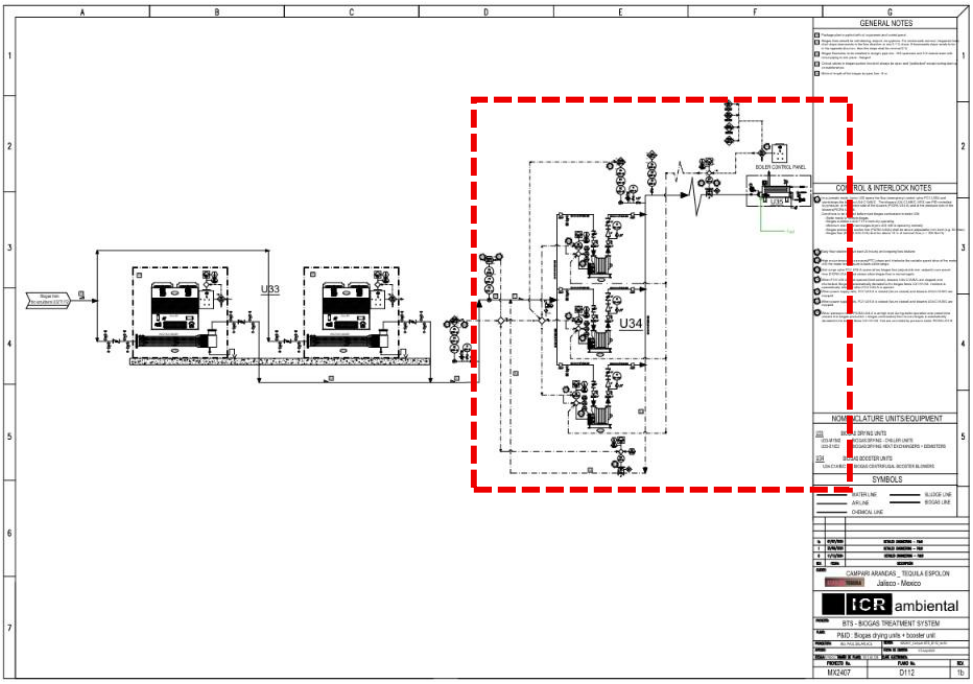


Figura 2-19 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34)

2.6.8 Aprovechamiento energético en la caldera U35

El biogás tratado, seco y comprimido se dirige finalmente hacia la caldera Flex Fuel U35 para su aprovechamiento como combustible alternativo en la generación de vapor de Planta Arandas.

La combustión únicamente puede habilitarse cuando se cumplen simultáneamente las condiciones permisivas definidas por la filosofía de control del sistema.

Tabla 2-22 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35)

Parámetro	Condición típica
Flujo mínimo permisivo	> 300 Nm³/h
Flujo máximo de diseño	hasta 1,716 Nm³/h
Presión mínima de suministro	> 30 mbar(g)
Presión normal de operación	30 a 150 mbar(g)
Temperatura del biogás	15 a 35 °C
CH_4 esperado	60 a 65 % v/v
O_2 máximo recomendado	< 2.5 %

El sistema verifica permanentemente la disponibilidad de scrubbers U32, secadores U33, boosters U34, estado de la válvula FCV U35A y condiciones generales de seguridad antes de autorizar el envío

de biogás hacia la caldera. En caso de falla, indisponibilidad de consumo o exceso de producción, el biogás es desviado automáticamente hacia las antorchas U31-H1 y U31-H2 para su disposición segura.

2.6.9 Características de los productos

Tabla 2-23 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35)

Parámetro	Condición típica
CH_4 (Metano)	60 - 65 % v/v
CO_2 (Dióxido de carbono)	20 - 40 % v/v
H_2S	Reducido mediante scrubbers U32 hasta un nivel apto para combustión en caldera
Humedad	Un nivel apto para combustión en caldera Biogás seco después del sistema U33
Condensados	Sin presencia de condensados libres
O_2 (Oxígeno)	< 2.5 % en operación normal; > 5 % requiere paro e inspección
Caudal mínimo de biogás hacia U35	> 300 Nm^3/h
Presión mínima de succión	> 30 mbar (ajustable en PICRA-U34A)
Estado final	Biogás desulfurizado, seco y comprimido para aprovechamiento energético en U35

2.6.10 Uso/Destino del Biogás

El proyecto contempla la producción de biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado a partir de la digestión anaerobia de vinaza generada internamente por CAMPARI México en Planta Arandas. La capacidad máxima considerada para efectos del permiso es de 41,173 Nm^3/día, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h, destinándose el producto exclusivamente al autoconsumo energético dentro de las instalaciones de la planta mediante su aprovechamiento en la caldera U35.

Bajo el escenario teórico de operación continua a la capacidad máxima solicitada, la producción anual de biogás tratado podrá alcanzar hasta 15,028,145 Nm^3/año, considerando una producción máxima de 41,173 Nm^3/d durante 365 días de operación. Para fines de planeación, se estima que aproximadamente 95 % de dicha producción, equivalente a 14,276,738 Nm^3/año, podrá utilizarse para la generación de energía térmica y vapor en la caldera U35.

Como medida de seguridad y continuidad operativa, se considera que hasta 5 % de la producción anual, equivalente a aproximadamente 751,407 Nm^3/año, podría dirigirse temporalmente a las antorchas U31-H1/U31-H2 durante arranques, paros programados, mantenimiento, pruebas, indisponibilidad de la caldera o incumplimiento de las condiciones permisivas de calidad u operación.

Este volumen corresponde a un escenario máximo teórico de planeación y no representa la operación ordinaria esperada.

El venteo de emergencia no forma parte de la operación ordinaria del proyecto, por lo que su volumen programado es de 0 Nm^3/año. Cualquier evento extraordinario de venteo deberá registrarse, cuantificarse y justificarse mediante los sistemas de medición y control disponibles.

En todos los casos, el sistema de control, monitoreo e instrumentación permitirá conciliar y demostrar la trazabilidad del biogás producido, tratado, consumido en la caldera, enviado a antorchas o eventualmente venteado, asegurando que el destino final del producto corresponda exclusivamente al autoconsumo interno de Planta Arandas.

El proyecto no contempla ni autoriza la venta, comercialización, distribución, transporte externo, almacenamiento comercial, suministro o entrega de biogás a terceros. La totalidad del biogás generado será aprovechada dentro de las instalaciones de Planta Arandas bajo un esquema de autoconsumo energético.

2.6.11 Uso/Destino del Biogás

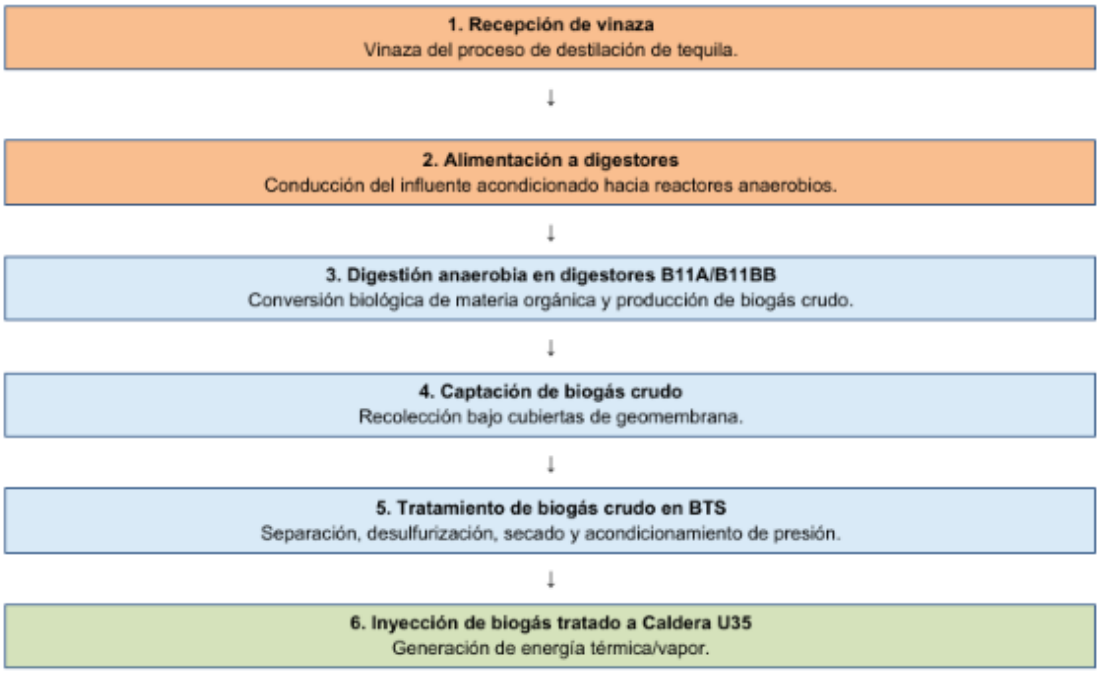


Figura 2-20 Flujo general del proceso en bloques

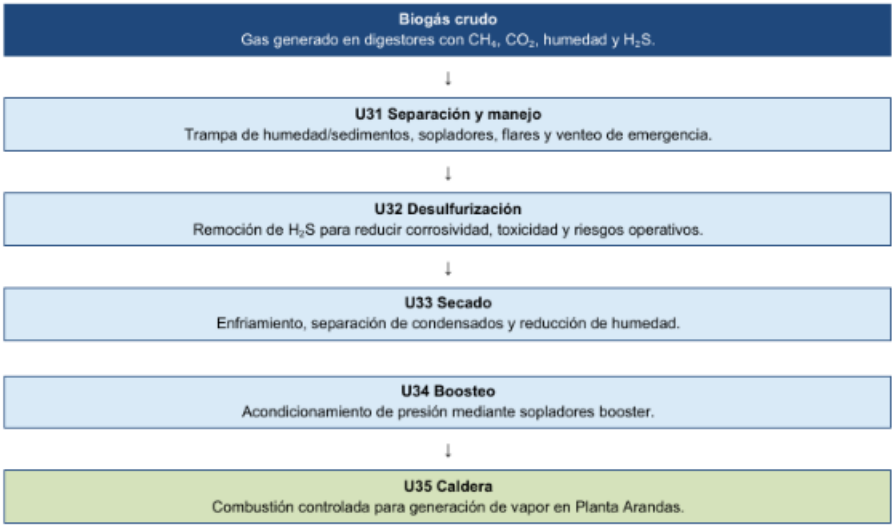


Figura 2-21 Tren de tratamiento de biogás en bloques

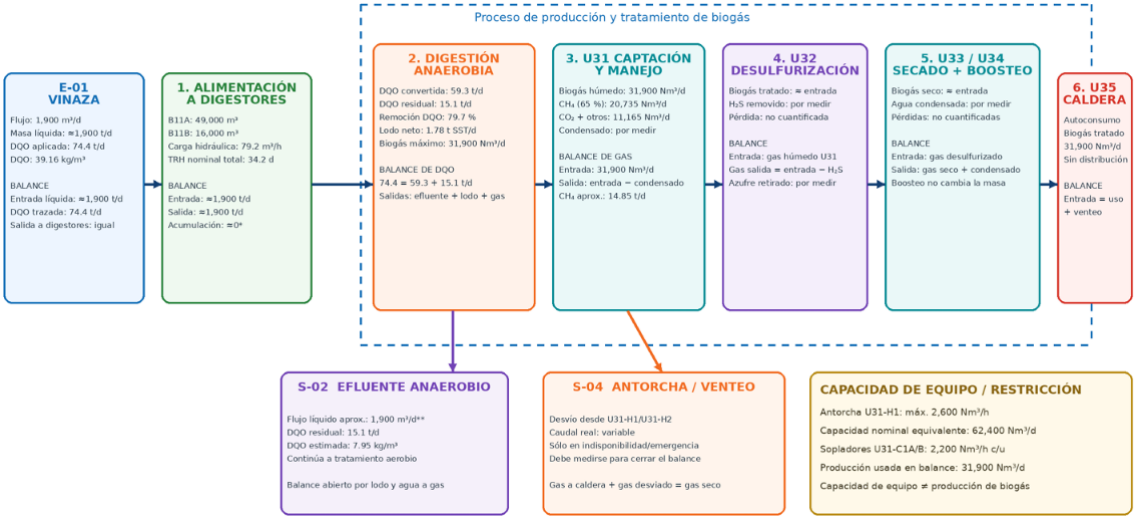


Figura 2-22 Balance de Materia por corriente de proceso

2.6.12 Uso/Destino del Biogás

De acuerdo con la descripción del proceso antes señalada, la sustancia involucrada en este proyecto es el Biogás. El resumen de las sustancias peligrosas involucradas en el proceso del presente proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) propiedad de CAMPARI MÉXICO S.A DE C.V se muestra a continuación.

Conforme al segundo "Listado de Actividades Altamente Riesgosas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 se presenta la cantidad a reportar.

Tabla 2-24 Resumen de Sustancias Peligrosas

Sustancia	No. CAS	Riesgo químico[1]					Concentración	Capacidad total[2]			Tipo de almacenamiento
		C	R	E	T	I		PR	TR	ALM	
Biogás	N/A	x			x	x	100%	2,059.2 kg/h	NA	NA	NA

A continuación, se muestran las características de la sustancia antes mencionada, así como sus peligros.

2.6.13 Características del Biogás

El biogás es una mezcla de hidrocarburos (principalmente metano) producido a través de una digestión anaerobia, en fase gaseosa, que a condiciones atmosféricas permanece en fase gaseosa. Puede encontrarse mezclado con algunas impurezas o sustancias que no son hidrocarburos, tales como ácido sulfhídrico, nitrógeno o bióxido de carbono en bajas concentraciones.

El biogás es un combustible renovable que se produce mediante la descomposición anaerobia (sin oxígeno) de materia orgánica, como residuos agrícolas, estiércol, desechos municipales, aguas residuales y basura orgánica.

En la Tabla 2-25 se presentan los principales constituyentes del gas.

Tabla 2-25 Composición de biogás

Sustancia	Componente	Cantidad (%)
BIOGAS	Metano	60-65
	Dióxido de Carbono	20-40
	Ácido sulfhídrico	≤ 500 ppmv
	Oxigeno	< 2.5 %

Como mezcla gaseosa, el biogás presenta baja densidad y viscosidad. Su composición depende de las características de la materia prima y de las condiciones del proceso de digestión anaerobia, estando constituido principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), además de cantidades variables de sulfuro de hidrógeno (H_2S), vapor de agua y otros componentes en menores concentraciones.

El biogás en su estado natural presenta un olor característico que puede estar asociado principalmente a la presencia de compuestos sulfurados, particularmente sulfuro de hidrógeno (H_2S). Por lo tanto, no

[1] Riesgo de las sustancias, de acuerdo con sus características de Corrosión (C), Reactividad (R), Explosividad (E), Toxicidad (T) e Inflamabilidad (I).
[2] Capacidad Máxima para el Proceso (PR), el Transporte (TR) y el Almacenamiento (ALM).

debe considerarse que el biogás sea necesariamente inodoro. La intensidad del olor dependerá de su composición y de los tratamientos aplicados para la remoción de contaminantes.

El principal peligro de inflamabilidad del biogás está asociado a su contenido de metano. El biogás puede formar una atmósfera inflamable cuando, después de una liberación, se mezcla con el aire en proporciones adecuadas. Para el metano, el intervalo de inflamabilidad en aire es aproximadamente de 5 a 15 % en volumen; sin embargo, el intervalo de inflamabilidad y las características de combustión de una corriente de biogás pueden verse modificados por la presencia de dióxido de carbono y otros componentes no combustibles.

El poder calorífico del biogás es inferior al del metano debido principalmente a la presencia de dióxido de carbono, que no participa en la combustión y actúa como diluyente. En consecuencia, el poder calorífico del biogás depende directamente de su concentración de metano y puede presentar variaciones significativas entre diferentes instalaciones y condiciones de operación. A mayor contenido de CH_4, mayor será su poder calorífico y su capacidad para mantener la combustión. La combustión del biogás ocurre principalmente por la reacción del metano con el oxígeno presente en el aire, produciendo dióxido de carbono, agua y liberando energía en forma de calor. La reacción global de combustión del metano puede representarse de la siguiente manera:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{energía}$$

La reacción de combustión es exotérmica. Sin embargo, debido a que el biogás contiene componentes no combustibles, principalmente CO_2, la cantidad de energía liberada por unidad de volumen de biogás es menor que la correspondiente a un volumen equivalente de metano. Asimismo, las características de la combustión, tales como la estabilidad de la llama, la temperatura alcanzada y la velocidad de propagación, dependen de la concentración de metano, la composición del biogás, la relación aire-combustible, la presión y las condiciones de operación.

En la Tabla 2-26 se presentan las propiedades físicas más comunes de biogás en México.

Tabla 2-26 Propiedades físicas del biogás

Propiedad	Biometano
Contenido energético	6.0-6.5 kWh/ m^3
Equivalente de combustible	0.60-0.65 L petróleo/m^3 biogás
Límite de explosión	6-12% de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650-750°C
Presión critica	74-88 atm
Temperatura critica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg/m^3
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)

Deublein y Steinhauser (2008)

2.6.14 Peligros del biogás

El biogás puede representar un riesgo para la salud debido a la presencia de determinados componentes en su composición, particularmente sulfuro de hidrógeno (H_2S), cuya concentración puede variar dependiendo de las características de la materia prima y de las condiciones del proceso. El H_2S es un gas tóxico y puede provocar irritación de las vías respiratorias, ojos y mucosas, además de representar un riesgo grave para la salud a concentraciones elevadas. Asimismo, la presencia de humedad y H_2S puede favorecer fenómenos de corrosión en equipos, tuberías y otros componentes del sistema. El dióxido de carbono (CO_2), presente normalmente en el biogás, no es inflamable; sin embargo, en concentraciones elevadas puede desplazar el oxígeno del ambiente y generar una atmósfera deficiente en oxígeno, particularmente en espacios confinados o áreas con ventilación insuficiente. De igual manera, el metano (CH_4), principal componente combustible del biogás, representa el principal peligro de inflamabilidad. Ante una liberación, el biogás puede mezclarse con el aire y formar una atmósfera inflamable cuando la concentración de metano se encuentra dentro de su intervalo de inflamabilidad.



Figura 2-23 Pictogramas del GHS (Biogás)

Los principales peligros asociados con el biogás corresponden a la formación y dispersión de una atmósfera inflamable derivada de una liberación de gas, así como a la posibilidad de incendio o explosión en presencia de una fuente de ignición. A diferencia del biometano o gas natural, el biogás sin acondicionamiento contiene una proporción significativa de CO_2 y puede presentar contaminantes como H_2S y humedad. Por ello, sus propiedades de combustión y comportamiento ante una liberación pueden diferir de las correspondientes a un gas con alto contenido de metano. El CO_2, además de ser un componente no inflamable, puede favorecer condiciones de deficiencia de oxígeno en espacios confinados debido a su acumulación y desplazamiento del aire.

La Tabla 2-27 resume los peligros a la salud identificados para el biogás, de acuerdo con las recomendaciones de la ECHA:

Tabla 2-27 Clasificación de riesgos a la salud de acuerdo con ECHA.

Combustible	Indicación de peligro
Biogás	**H315 Provoca irritación cutánea** **H319 Provoca irritación ocular grave** **H330 Toxicidad aguda**

Existen 2 tipos de fuego que se pueden observar en situaciones donde se maneje biogás, los más importantes a considerar son:

- **Chorro de fuego (Jet fire):** Si gases comprimidos o licuados se liberan de recipientes o tuberías, los materiales que se descargan a través del orificio formarán un chorro de gas que sale y se mezcla con el aire del ambiente. Si el material encuentra una fuente de ignición cuando se forma una nube de gas en el rango de inflamabilidad, existe la posibilidad de que se produzca un chorro de fuego.
- **Flamazo (Flash fire):** Cuando un material volátil inflamable se libera a la atmósfera, se forma y dispersa una nube de vapor. Si la nube de vapor resultante se enciende antes de que esta se diluya por debajo de su límite inferior de inflamabilidad, podría ocurrir un incendio instantáneo de la mezcla en forma de flamazo. La combustión normalmente ocurre dentro de algunas porciones de la nube de vapor (donde el material se mezcla con aire en concentraciones de inflamabilidad) más que toda la nube. Un flamazo podría incendiarse de regreso al punto de liberación, resultando en una alberca o chorro de fuego, pero es poco probable que se generen daños de sobrepresión (explosión) cuando no se encuentra confinado.

2.7 Programa general de trabajo

La **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** contempla todas las etapas que se presentan a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, desde sus inicios hasta su eventual conclusión; que, si bien no es una etapa a la que un promovente desee llegar, resulta necesario evaluarla de manera preventiva en caso de que diversas situaciones conduzcan a dicha fase, ya que estas pueden representar impactos ambientales que deben ser considerados desde la planeación del proyecto.

En este sentido, el desarrollo del proyecto contempla las etapas que se enlistan a continuación, las cuales se presentan de forma calendarizada mediante su correspondiente diagrama de Gantt:

- ✓ Preparación del sitio y Construcción
- ✓ Operación y mantenimiento
- ✓ Cierre, desmantelamiento y abandono

Es importante considerar que cada una de las actividades planteadas en el presente programa de trabajo estará sujeta a diferentes condiciones ambientales, antropogénicas y climatológicas, entre otras, derivadas de las características propias del sitio donde se desarrollará el proyecto.

Por lo anterior, **CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V.,** considerando dichas condiciones, propone los tiempos estimados para la ejecución de cada etapa, con la finalidad de reducir el riesgo de alteraciones en los periodos programados para el desarrollo de cada actividad. Asimismo, el programa de trabajo contempla el tiempo requerido para la implementación de las medidas y estrategias ambientales consideradas dentro de la presente MIA-P.

En el diagrama de Gantt considera las actividades correspondientes a la preparación del sitio y construcción requeridas para la instalación de la infraestructura requerida. Una vez concluidas dichas

actividades, la operación y mantenimiento de los biodigestores incorporados se integrará a las actividades de operación y mantenimiento que ya se desarrollan en la primera y segunda etapas, operando de manera conjunta durante el resto de la vida útil del proyecto.

Las actividades de cierre, desmantelamiento y abandono serán aplicables de manera integral para el conjunto de la infraestructura del proyecto. Una vez concluida la vida útil estimada de 30 años de la **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** se ejecutará esta etapa durante un periodo aproximado de dos años, tiempo en el que se realizarán las acciones necesarias para el retiro de la infraestructura, el manejo adecuado de los materiales y la restauración del sitio.

A continuación, se presenta el resumen de la duración del proyecto de la segunda y tercera etapa, así como el programa general de trabajo:

Tabla 2-28 Periodos de ejecución del proyecto

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Cierre, desmantelamiento y abandono
2 meses	10 meses	30 años	6 meses (aplicable a la totalidad de la infraestructura)

En el ANEXO II se adjunta el Programa de trabajo completo en formato PDF para su mejor apreciación

.

2.8 Etapas del proyecto

De acuerdo con las etapas que comprende el proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** a continuación, se define de forma general las actividades que se pretenden realizar en cada una de las consideradas para la modificación:

2.8.1 Preparación del sitio

En la Tabla 2-29 se describen las actividades generales que se llevarán a cabo en un periodo de 2 meses

Tabla 2-29 Actividades que se realizarán durante la etapa de preparación del sitio

Etapa	Actividades	Descripción
Preparación de sitio	Limpieza del terreno, desmonte, despalme, levantamiento topográfico, trazos y mecánica de suelos, nivelación y compactación	1. Delimitación física, señalización y control de accesos al área del proyecto. 2. Levantamiento topográfico, trazo y verificación de interferencias. 3. Rescate, retiro y manejo de vegetación o materiales existentes, cuando aplique. Limpieza, despalme y retiro controlado de residuos del sitio. 4. Habilitación de accesos temporales, patios de maniobra y zonas de almacenamiento. Instalación de servicios provisionales, iluminación, drenaje y control de escurrimientos.

Dichas actividades se describen a continuación:

Limpieza del terreno. Se realizará el retiro de basura, escombros, residuos y materiales gruesos que se encuentren en el sitio.

Desmonte. Consiste en la remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas para edificaciones. Este proceso tiene como objetivo eliminar la materia vegetal, prevenir posibles daños a las obras y mejorar la visibilidad del terreno.

Despalme. El despalme del predio para remover el material superficial, lo que permitirá un adecuado desplante de las obras proyectadas en el área destinada para la instalación. Este proceso evita la mezcla de material de terracerías con material orgánico o no utilizable, asegurando así la calidad y estabilidad del terreno.

Levantamiento topográfico y trazos. Se definirán las dimensiones de la obra donde se pretende desarrollar la construcción de la Instalación; que mediante la medición del trazo se determinarán los ejes y/o contornos de donde se situará la obra correspondiente.

Nivelación. Se realizarán diversas actividades y operaciones con personal técnico calificado, con la finalidad de determinar la elevación del predio, por lo cual se ubicarán diferentes puntos en la superficie del lugar para deducir los desniveles entre los puntos y estará en función de su topografía.

Y con ello, obtener el nivel deseado para la construcción de las obras proyectadas para la **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).**

Compactación. Actividad que se realizará en el área donde se desarrollará el proyecto, bajo las consideraciones necesarias de equipo y maquinaria para su ejecución, con la finalidad de incrementar la resistencia mecánica del suelo, de acuerdo con los estándares aplicables.

2.8.2 Construcción

En la Tabla 2-30 se describen las actividades generales que se llevarán a cabo durante un periodo de 10 meses.

Tabla 2-30 Actividades que se realizarán durante la etapa de construcción

Etapa	Actividades	Descripción
Construcción	Obra civil, obra mecánica y obra eléctrica	1. Construcción de bases, plataformas, y áreas de equipos del sistema de biogás. Montaje de trampa de sedimentos y humedad U31-S1 y trampas de condensado. Montaje de sopladores centrífugos de biogás U31-C1A/B/C. Montaje de venteo de emergencia U31-M1 y antorchas U31-H1/H2. 2. Montaje de scrubbers de desulfurización U32-T1/T2 y medios plásticos. Montaje de bombas, sopladores de aire y dosificación de nutrientes del sistema U32. Montaje de unidades de secado U33, chillers, intercambiadores y demisters. Montaje de sopladores booster U34 y conexión hacia aprovechamiento/calderas. 3. Instalación de tuberías de recolección y transmisión desde B11A/B11B. Instalación de válvulas, arrestadores de flama, instrumentos y drenaje de biogás. 4. Instalación de drenajes, purgas y trampas automáticas de condensado. Instalación eléctrica, alumbrado, puesta a tierra y clasificación de áreas de biogás. Instalación de analizadores de CH4, H2S, flujo, presión y temperatura. 5. Lavado, limpieza y soplado de tuberías de proceso. Pruebas hidrostáticas o neumáticas de tuberías según especificación aprobada. Pruebas de hermeticidad, rotación, fugas, vibración y funcionamiento de equipos. 6. Pruebas funcionales de antorchas, venteo, desvío y sistemas de seguridad.

Dichas actividades se describen a continuación:

Obra civil. Se refiere a la construcción de infraestructura y edificaciones para la operación del proyecto. Se contempla el uso de excavadora, bulldozer, camiones de volteo, barrenadoras neumáticas, cargadores frontales, moto conformadora, camioneta utilitaria.

Obra mecánica. Se realizará todo el manejo, montaje de los equipos, estructuras, tuberías y maquinarias necesarios para la instalación del proyecto. Para su ejecución se requerirá de personal especializado y capacitado para la operación de grúas, soldadoras, equipo de medición y calibración, entre otros.

Obra eléctrica. Se realizarán todas las actividades necesarias en cuanto a circuitos eléctricos se refiere para el tendido de cableado con la finalidad de suministrar de energía a todos los equipos y aparatos requeridos en Sistema bajo condiciones de correcto funcionamiento y conexión adecuada.

Generación y acarreo/transporte de residuos. Durante las distintas actividades que se desarrollarán en la instalación del sistema se generarán distintos tipos de residuos, los cuales se acarrearán/transportarán a sitios autorizados.

2.8.3 Operación y mantenimiento

La etapa de operación y mantenimiento tendrá una duración de 30 años, durante los cuales se realizarán distintas actividades, en diferentes periodos durante la vida útil de la Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).

En la Tabla 2-31 se incluyen de forma general:

Tabla 2-31 Actividades que se realizarán durante la etapa de operación y mantenimiento

Etapa	Actividades	Descripción
Operación y mantenimiento	Pruebas de verificación de instalaciones y monitoreo	1. Operación rutinaria de los reactores anaerobios B11A Y B11B. Operación del sistema de manejo, limpieza y aprovechamiento de biogás 2. Monitoreo de caudal, presión y producción de biogás. Monitoreo de calidad del biogás (CH4, H2S, O2, humedad y temperatura). Monitoreo de parámetros operativos de los reactores (pH, temperatura, alcalinidad, DQO y carga orgánica). 3. Inspección de tuberías, válvulas y conexiones de biogás. 4. Detección y corrección de fugas en sistemas de biogás. 5. Limpieza y drenado de trampas de condensados y humedad. Limpieza y mantenimiento preventivo de líneas de conducción de biogás. 6. Mantenimiento preventivo de equipos (sopladores centrífugos U31-C1A/B/B, bombas de alimentación, recirculación y purga de lodos, sistema de venteo de emergencia U31-M1, sopladores de aire, sistemas de

		dosificación de nutrientes U32, unidades de secado U33, chillers, intercambiadores y demisters, arrestadores de flama y válvulas de seguridad, antorchas U31-H1/H2, mantenimiento preventivo de sopladores booster U34) 7. Lubricación, alineación y revisión de vibraciones en equipos rotativos. 8. Revisión de la eficiencia de los scrubbers de desulfurización U32-T1/T2. Verificación operativa de PCL, HMI, SCADA y sistemas de control. 9. Inspección termográfica y mantenimiento preventivo de tableros eléctricos. Calibración de sensores de nivel, temperatura, presión y demás instrumentación de proceso. 10. Paro programado, reducción de carga y aislamiento energético.

Dichas actividades se describen a continuación:

Pruebas neumáticas e hidrostáticas, se realizarán con el objeto de comprobar la integridad mecánica de todos los componentes de la Instalación, es decir, de válvulas, tuberías, etcétera, mismas que deberán cumplir los códigos de diseño de la construcción de cada elemento.

Para las pruebas neumáticas se utilizará un gas inerte presurizado, así como un equipo de detección y para las pruebas hidrostáticas se utilizará agua o en todo caso, un fluido no corrosivo con la finalidad de verificar la hermeticidad de los accesorios, soldadura, etcétera.

Inspección y vigilancia, con la finalidad de verificar y asegurar que la operación del sistema se realice de forma correcta y segura, que en caso de requerirlo se implemente y de seguimiento a un mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Considerando que el realizar un mantenimiento preventivo permitirá detectar en tiempo y forma cualquier desperfecto o anomalía en equipo o instalaciones, logrando reducir los riesgos que pudieran presentarse de forma imprevista. Y se aplicará un mantenimiento correctivo, en el supuesto de que algún equipo o instalación requiera de reparación o sustitución.

Por lo que se tiene como prioridad realizar inspecciones de las tuberías y equipos por donde circulará el biometano para prevenir una fuga en el sistema, además de verificar las variables de presión, flujo y temperatura.

Auditorías de seguridad y medio ambiente, se realizarán en las instalaciones de la Instalación, con la finalidad de determinar la eficiencia, eficacia y la fiabilidad del sistema. El responsable detallará la periodicidad de su realización, de manera interna y externa, para dar cumplimiento conforme lo indica la autoridad. Obras y actividades provisionales

2.8.4 Cierre, desmantelamiento y abandono

Esta etapa tendrá una duración de 6 meses, durante los cuales se realizarán diversas actividades y/o acciones que se realizará en condiciones seguras, atendiendo a la aplicación de uno o más métodos específicos para identificar, analizar, evaluar y generar alternativas de mitigación y control de riesgos asociados, llevando a cabo una planificación de las actividades que se pretendan ejecutar, considerando las condiciones del entorno. Siempre procurando que el área donde se haya ubicado el proyecto se acondicione y regrese al estado en que se encontraba al iniciar el proyecto.

Tabla 2.11 Actividades que se realizarán durante la etapa de cierre, desmantelamiento y abandono

Etapa	Actividades	Descripción
Cierre, desmantelamiento y abandono	Pruebas de verificación de instalaciones y monitoreo	1. Vaciado controlado de reactores, manejo de lodos y líquidos residuales. 2. Desgasificación, inertización y verificación de atmósfera segura. 3. Desconexión de servicios, instrumentación y sistemas de control. 4. Retiro de equipos, tuberías, válvulas, cables y accesorios. Desmontaje de cubiertas, geomembranas y componentes contaminados. 5. Demolición selectiva de estructuras, cuando aplique. 6. Relleno, nivelación, rehabilitación y control de erosión de áreas afectadas. Monitoreo posterior al cierre hasta alcanzar condiciones aceptables y liberación ambiental del sitio.

Teniendo como objetivo establecer las medidas de acondicionamiento o restauración futura de cada una de las áreas utilizadas, durante la ejecución de las obras de construcción del proyecto y aquellas que se abandonarán al cierre de las operaciones, con el fin de reducir los riesgos a la salud humana, seguridad y formación de pasivos ambientales que podrían originar daños ambientales.

Algunas de las actividades que se contemplan para el cierre, desmantelamiento y abandono, para las estructuras y montajes del proyecto, se pueden mencionar los siguientes:

- Definición de la utilidad que podría darse a determinadas partes ya sea de las instalaciones como equipos, accesorios o materiales susceptibles a reciclarse, para establecer su posible transferencia a las comunidades y terceros, así como establecer su posible venta como equipo en uso o como chatarra.
- Delimitación de los diversos frentes de trabajo.
- Realización de las actividades de desmantelamiento de equipos de generación e interconexión eléctrica.
- Las herramientas, equipos y/o maquinaria que serán empleados en las actividades y proceso de abandono, deberán estar en perfecto estado de operación, para prevenir mayores niveles de ruidos y posibles fugas de combustibles u otros elementos.

- Los trabajadores deberán hacer uso de equipo de protección personal.
- Para la contratación de mano de obra no calificada, estos serán contratados en la medida de lo posible de las comunidades involucradas en el área de afectación directa, considerando además a aquellos que ya trabajaron en el proceso constructivo del proyecto.
- Realizar la limpieza y restauración de las áreas intervenidas, devolviéndolas a las condiciones originales, previas a la intervención.
- Una vez terminadas las actividades de abandono, se presentará el informe respectivo a las entidades correspondientes
- Realizar el seguimiento de la eficiencia y perdurabilidad de las medidas ambientales implementadas.

Las actividades que se contemplan serán las siguientes:

Aviso a la autoridad competente de la conclusión de operación de la instalación. Es indispensable, hacer un aviso presentación formal a las autoridades municipales y federales que correspondan, de la conclusión de la operación y finalización del proyecto, entregándose la información sobre los aspectos positivos y negativos para los municipios, el manejo de impactos en la fase de fuera operación y en su caso la gestión social realizada.

Análisis de riesgo. Previamente, se realizará un análisis de riesgo con la finalidad de encontrar todas las actividades de riesgo y su mitigación, ya sea de carácter ambiental, seguridad o salud del personal que intervendrá en dichas actividades.

Delimitación de áreas de trabajo. Las actividades de esta etapa se realizarán progresivamente, de acuerdo con el cronograma establecido. Las áreas de trabajo donde se implemente el plan de abandono serán señalizadas y delimitadas, prohibiéndose el paso de personal ajeno a estas actividades, como una medida de precaución para evitar accidentes. Los elementos de señalización deben ser de fácil comprensión y estar ubicados a una altura que permita su visibilidad.

Relación de equipos, accesorios, tuberías, tanques, equipos auxiliares, etc. Se elaborará un inventario minucioso de todos los equipos y materiales que deberán desensamblarse para retirarlos de las instalaciones, haciendo un detallado programa del orden en que se realizarán el retiro, de manera que las actividades no se entorpezcan o se cause daño en caso de que un accesorio, tubería o equipo estorbe en las maniobras.

Inventario de materiales utilizados durante la operación que aún están en condiciones de uso. De la relación previamente establecida, se podrá determinar cuáles materiales y equipos estén en condiciones de uso, de manera que la desinstalación deberá contemplar el cuidado necesario para evitar daños que impidan la continuidad de su uso. Se marcarán como prioritarios y se almacenarán en lugares específicos para que cuando sean trasportados a su nuevo lugar de destino puedan tomarse las precauciones necesarias.

Estimación de la cantidad y tipo de posibles residuos que se pudiesen generar en el CDA. El contar con una relación cuantificada de materiales y equipos a desmantelar, permitirá a su vez considerar aquellos residuos que sean considerados peligrosos y contaminantes, a fin de programar los prestadores de servicio para realizar la disposición final de dichos residuos.

Inertizado. Concluyendo al desfogue de la Instalación, se deberá asegurar que no existe gas dentro de las tuberías y equipos y posteriormente se inyectará gas inerte a fin de efectuar un barrido que elimine el nivel de explosividad de las instalaciones, de manera que sean seguras las maniobras de desensamble, ya sea mediante medios mecánicos o cortes con equipos de oxiacetileno.

Desenergizado. En aquellos equipos donde se utilizaba energía eléctrica, se asegurarán los bloqueos que interrumpan el suministro de la alimentación eléctrica, e incluso desinstalar las acometidas a manera de prevención y aseguramiento del bloqueo.

Remoción de Equipos. Los equipos se desinstalarán de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y a las mejores prácticas de la industria, procurando el equipo de sustentación suficiente para evitar daños en la carga y estiba de estos, considerando también los materiales para recubrirlos para evitar daños a la intemperie si fuera el caso.

Remoción de Tuberías y Accesorios. Se tomarán las mismas consideraciones de los equipos, pero en el caso de tuberías se deberá asegurar un espacio más amplio, ya que, aunque son más ligeros, generalmente se desensamblan en tramos que abarcan más área de trabajo y dado que son pesos más ligeros, generalmente es una actividad más rápida.

Transporte de Equipos y Materiales. Para el retiro de los equipos y materiales de la Instalación, el transporte se realizará mediante equipos de carga adecuados para cada tipo de material, estibándolos y sujetándolos de manera adecuada que permita su transporte seguro y con el cuidado de no dañar aquellos que se llevaran a otro sitio para volverse a usar. Es indispensable asegurarse que los materiales y equipos llegarán completos a su destino y que las medidas de aseguramiento sobre el equipo de transporte evitarán caídas en el camino.

Demolición de obra civil. Ya retirados los equipos, tuberías, equipos auxiliares, etc., se procederá a demoler las bases, edificios y construcciones de concreto, de manera que se pueda llevar del sitio lo más que se pueda a las condiciones antes del inicio del proyecto.

Remoción de Materiales y Limpieza del sitio. Comprende todas las instalaciones utilizadas en la operación. En ese sentido, se realizará la remoción de todos los pisos y cimentaciones de concreto armado y de las estructuras de soporte establecidas en las instalaciones. Las áreas se limpiarán y los materiales generados serán derivados a un área donde se coordinará con una empresa especialista en transporte y disposición de residuos peligrosos y/o contaminantes, quien deberá entregar el manifiesto de disposición final y su permiso correspondiente.

Con respecto en las estructuras de las infraestructuras y obras civiles del proyecto, luego del desmantelamiento de los equipos, se procederá con la remoción y demolición de los materiales, los que serán transportados para su disposición final, según la normatividad aplicable.

Relleno del sitio. Si en la remoción de la obra civil se deja el sitio con excavaciones o diferencias de niveles, se hará el análisis de que partes se deberán rellenar y compactar, teniendo cuidado de realizarlo con material sano y libre de contaminantes.

Restauración ambiental, de flora y fauna. Se desarrollará un plan de restauración ambiental, además uno de Flora y Fauna, con el objeto de permitir que el sitio regrese a las condiciones previas al proyecto.

Monitoreo Post Abandono. Durante y después de la implementación del plan CDA y una vez comprobada la efectividad de los trabajos de restauración ambiental, se realizará un monitoreo de un año o hasta que se considere como plenamente establecido, teniendo las siguientes actividades:

- Monitoreo de niveles de ruido
- Monitoreo de calidad del suelo
- Monitoreo de calidad del aire
- Monitoreo de flora y Fauna
- Monitoreo de revegetación

Obras y actividades provisionales

Para el desarrollo del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** no se consideran obras o actividades provisionales fuera del área del proyecto, las actividades que se consideran provisionales dentro del área del proyecto son:

- Sanitarios portátiles
- Área de almacenamiento y resguardo de herramienta y materiales de obra
- Almacenamiento de residuos
- Oficina de obra
- Dichas actividades no consideran impactos mayores ni la utilización de maquinaria o equipos especiales.

Descripción de obras asociadas al proyecto

- **Etapa de preparación del sitio**

No será requerida la construcción de obras externas asociadas al proyecto

- **Etapa de construcción**

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción se realizarán obras temporales, las cuales involucra la instalación de:

Sanitarios portátiles, los cuales se instalarán por una empresa especializada, misma que será responsable de la limpieza de estos. Se tiene la consideración de instalar un sanitario portátil por cada 25 empleados.

Área de almacenamiento y resguardo de herramienta y materiales de obra, que será el área destinada para mantener todos los materiales en resguardo de la intemperie para realizar la construcción de las obras que se contemplan para el sistema. El espacio destinado para ello se ubicará dentro de las colindancias del predio, el cual se desmantelará en el momento en que haya concluido la etapa correspondiente.

Almacenamiento de residuos, dentro de las colindancias del predio se destinará un área donde se dará el manejo y almacenamiento adecuado a los residuos sólidos urbanos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción, para posteriormente, ser enviados a disposición con base en un programa calendarizado para su recolección por parte del servicio de limpia municipal.

- **Etapa de operación y mantenimiento**

No será requerida la construcción de obras externas asociadas al proyecto

- **Etapa de desmantelamiento y abandono del sitio**

No será requerida la construcción de obras externas asociadas al proyecto

2.8.5 Utilización de explosivos

En el desarrollo del proyecto del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, NO será necesaria la utilización de explosivos de ningún tipo.

2.9 Generación y manejo integral de Residuos Peligrosos (RP) y Residuos de Manejo Especial (RME), así como emisiones a la atmósfera y de aguas residuales

A continuación, se presenta la información correspondiente a la generación de residuos, aguas residuales y emisiones a la atmósfera para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto (preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, cierre, desmantelamiento y abandono). Asimismo, se incluye una estimación de las cantidades que podrían generarse, así como las consideraciones para su manejo, aprovechamiento y disposición final, según corresponda.

a) Residuos por generar (RSU, RME Y RP)

Durante el desarrollo de la **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** se generarán residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos derivados de las actividades correspondientes a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como de cierre, desmantelamiento y abandono.

Los residuos sólidos urbanos estarán constituidos principalmente por restos de alimentos, embalajes de alimentos procesados y papel sanitario, producto de los trabajadores que laborarán durante la etapa de preparación y construcción. Por su parte, los residuos de manejo especial comprenderán residuos de construcción, material producto de la excavación, escombro, despalme, madera de embalajes y materiales metálicos, cuya generación estará asociada principalmente a las actividades de preparación del sitio, construcción y retiro de infraestructura.

Los residuos peligrosos incluirán aceites lubricantes usados, estopas y trapos impregnados, así como envases impregnados con disolventes, grasas o pinturas, generados principalmente durante las actividades de mantenimiento de maquinaria, equipos e infraestructura, así como por la aplicación de recubrimientos y el manejo de sustancias. Todos los residuos serán separados de acuerdo con su clasificación y manejados mediante almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final conforme a la normatividad ambiental aplicable y, cuando corresponda, a través de prestadores de servicios autorizados.

Los residuos peligrosos identificados corresponden a los siguientes:

Tabla 2-32 Clasificación de residuos peligrosos

Identificación y Clave del Residuo	CRETIB
Número de Registro Ambiental (NRA)	
1. Aceito sucio, O1	TI
2. Botes de aceite, SO2	T
3. Trapo impregnado, SO1	TI
4. Cubetas Impregnadas, O	T
5. Filtros Contaminados, SO2	TI
6. Tierra contaminada, O	TI
7. Líquidos residuales. No corrosivos, O1	T
8. Solventes Orgánicos, S1	T
9. Aceite Sucio, O2, O3	T
10. Refacciones Usadas, SO2	T

A continuación, se especifica cada uno de los residuos de acuerdo con su identificación asignada:

1. Aceite Sucio. Correspondiente a los lubricantes utilizados como parte del sistema de lubricación de los diferentes equipos rotativos, compresores, sopladores, bombas, motores entre otros.
2. Botes de Aceite. Corresponden a los contenedores de aceite de desecho o que tuvieron contacto con algún lubricante o material contaminante.
3. Trapo Impregnado. Aquí debemos considerar trapos o pedacería que haya sido utilizada en algún proceso y estos tengan contacto directo con aceites o materiales tóxicos.
4. Cubetas Impregnadas. Son todos envases que hayan contenido aceites, líquidos para frenos, refrigerantes, solventes, gasolinas, desengrasantes, pinturas entre otros.
5. Filtros contaminados. Son todos aquellos filtros que han sido utilizados en algún proceso de producción.
6. Tierra Contaminada. Es toda aquella tierra que tuvo contacto con aceite, líquidos tóxicos, refrigerantes, pinturas, solventes entre otros.
7. Líquidos Residuales No Corrosivos. Son todos aquellos líquidos, que por el mismo proceso de la planta tienen contacto con algún componente tóxico y deben ser almacenados para no contaminar los mantos friáticos.

8. Solventes Orgánicos. Son compuestos volátiles que se utilizan solos o en combinación con otros agentes para disolver materias primas, productos o materiales residuales.
9. Aceite Sucio. Aquí se les da otra clasificación a los aceites hidráulicos o solubles.
10. Refacciones usadas. Son todas aquellas refacciones industriales que de alguna manera han estado expuestas a contaminantes.

Para el control y almacenaje temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un área especial y controlada específica para este fin, donde se mantendrán en todo momento bien identificados y tapados. Este almacén temporal de residuos peligrosos deberá contar con un medio de contención para derrames, equipo para atención de derrames, ventilación adecuada, instalación eléctrica a prueba de explosión, señalamiento de los materiales que contiene y señalamiento externo de restricción de acceso, así como un extintor para combatir fuego tipo ABC de 9 Kg, el cual debe estar accesible e instalado de acuerdo con lo indicado en la norma NOM-002-STPS 2010.

b) Descargas de aguas residuales

Durante el desarrollo del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** se generarán aguas residuales en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como de cierre, desmantelamiento y abandono, derivadas de las actividades propias de cada una de estas Etapas. La naturaleza y el volumen de estas aguas residuales dependerán de las actividades desarrolladas en cada etapa del proyecto.

En las etapas de preparación del sitio, construcción y cierre, desmantelamiento y abandono, las aguas residuales corresponderán principalmente a las de tipo sanitario, generadas por el uso de sanitarios portátiles para el personal de obra. Estas aguas serán recolectadas, transportadas y manejadas por una empresa autorizada, la cual realizará su disposición en un sitio autorizado por la autoridad competente, garantizando un manejo adecuado durante el desarrollo de las actividades y evitando afectaciones al suelo y a otros componentes ambientales.

Durante las etapas de operación y mantenimiento, así como de cierre, desmantelamiento y abandono, también se generarán aguas residuales derivadas de las actividades de operación, limpieza y mantenimiento de las instalaciones que integran el proceso de biodigestión, incluyendo los sistemas de separación de sólidos y los biodigestores. Estas aguas serán conducidas a las lagunas previstas para su almacenamiento y manejo, privilegiando su aprovechamiento y reincorporación al proceso cuando ello sea técnica y operativamente viable, de acuerdo con los procedimientos establecidos para la operación de la planta.

El manejo de las aguas residuales se realizará mediante medidas orientadas a prevenir afectaciones al ambiente, asegurando su adecuada recolección, conducción, manejo y aprovechamiento durante las diferentes etapas del proyecto.

c) Emisiones a la atmosfera

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** se generarán emisiones a la atmósfera consistentes principalmente en polvos derivados del movimiento de tierras, la carga y descarga de materiales, así como del tránsito de maquinaria y vehículos dentro del área de trabajo.

Asimismo, se generarán gases de combustión provenientes de la operación de maquinaria, equipos y vehículos, además de humos ocasionados por trabajos de soldadura, los cuales se producirán de manera puntual y en cantidades no significativas. Con el propósito de reducir la generación de emisiones, todos los equipos, maquinaria y vehículos utilizados durante estas etapas serán sometidos a mantenimiento preventivo y, cuando sea necesario, a mantenimiento correctivo.

Durante la etapa de operación y mantenimiento se generarán emisiones asociadas a la generación, captura y aprovechamiento del metano. Los biodigestores permitirán el tratamiento de los residuos orgánicos para la producción de biogás, el cual será captado y conducido hacia los sistemas de aprovechamiento para la generación de energía eléctrica y térmica requerida por el proyecto. Como resultado de la combustión del metano en estos equipos se producirá principalmente dióxido de carbono (CO_2). Asimismo, se mantendrán en buen estado todos los equipos mediante programas de mantenimiento preventivo y correctivo, con el fin de asegurar su adecuada operación y minimizar las emisiones a la atmósfera.

2.9.1 Sustancias involucradas

De acuerdo con la descripción del proceso antes señalada, la sustancia involucrada en este proyecto es el Biogás y Biometano. El resumen de las sustancias peligrosas involucradas en el proceso del presente proyecto del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** propiedad de **CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V**. se muestra a continuación.

Conforme al segundo "Listado de Actividades Altamente Riesgosas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 se presenta la cantidad a reportar.

Tabla 2-33 Resumen de las sustancias principales

Sustancia	No. CAS	Riesgo químico[3]					Concentración	Capacidad total[4]			Tipo de almacenamiento
		C	R	E	T	I		PR	TR	ALM	
Biogás	N/A	x			x	x	100%	2,059.2 kg/h	NA	NA	NA

A continuación, se muestran las características de la sustancia antes mencionada, así como sus peligros

2.9.1.1 Otras sustancias

De igual manera se mencionan otras sustancias que son consideran como peligrosas bajo la NOM-052-SEMARNAT-2005, las cuales serán utilizadas en diferentes etapas del proyecto. El resumen de las sustancias peligrosas y no peligrosas involucradas en el proceso del presente proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** propiedad de **CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V.** se muestra a continuación:

[3] Riesgo de las sustancias, de acuerdo con sus características de Corrosión (C), Reactividad (R), Explosividad (E), Toxicidad (T) e Inflamabilidad (I).
[4] Capacidad Máxima para el Proceso (PR), el Transporte (TR) y el Almacenamiento (ALM).

Tabla 2-34 Resumen de sustancias peligrosas

Nombre comercial	Nombre técnico	No. CAS	Riesgo químico[5]					Estado Físico	Tipo de envase	Etapa del proyecto en que se emplea	Capacidad total (m^3)	Uso final
			C	R	E	T	I				Reporte	
Pintura	Esmalte alquidalico industrial	134063-67-7 8030-30-6 224064-99-9		x		x	x	Líquido	Contenedor	Construcción y Mantenimiento	Por definir en proceso de procura	Construcción y Mantenimiento
Gasolina	Gasolina	N/A				x	x	Líquido	Contenedor	Operación y Mantenimiento	Por definir en proceso de procura	Construcción y Mantenimiento
Diésel	Diésel	68476-34-6		x		x	x	Líquido	Contenedor	Operación y Mantenimiento	Por definir en proceso de procura	Construcción y Mantenimiento

[5] Riesgo de las sustancias, de acuerdo con sus características de Corrosión (C), Reactividad (R), Explosividad (E), Toxicidad (T) e Inflamabilidad (I).

3 Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables

En la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P), se han desarrollado diversos estudios y análisis técnicos que permiten sustentar la viabilidad ambiental del proyecto. No obstante, uno de los objetivos principales de este capítulo consiste en demostrar la compatibilidad del proyecto con los ordenamientos jurídicos e instrumentos de política ambiental aplicables, considerando tanto la naturaleza de las actividades propuestas como las características del sitio donde se pretende desarrollar.

Lo anterior se realiza en cumplimiento de lo establecido en el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y en el artículo 12, fracción III, de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), los cuales señalan la necesidad de vincular los proyectos sujetos a evaluación ambiental con la legislación vigente en materia ambiental y, en su caso, con las disposiciones relativas al uso del suelo. En este sentido, el análisis se enfoca únicamente en aquellos instrumentos normativos que guardan relación directa con el proyecto y cuya observancia resulta obligatoria para su desarrollo.

Para tal efecto, se revisan las leyes y reglamentos federales aplicables, las Normas Oficiales Mexicanas, los programas de ordenamiento ecológico del territorio, los programas de desarrollo urbano, las declaratorias de Áreas Naturales Protegidas y demás instrumentos de planeación y política ambiental que inciden en el área de estudio. Asimismo, se evalúa la congruencia del proyecto con dichos instrumentos, verificando que las actividades propuestas sean compatibles con los criterios y lineamientos establecidos para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Adicionalmente, se considera el marco regulatorio vigente en materia energética, incluyendo las disposiciones derivadas de la Reforma Constitucional publicada el 29 de enero de 2025 y la nueva Ley de Biocombustibles, la cual establece un esquema normativo actualizado para el desarrollo de proyectos relacionados con la producción y aprovechamiento de biocombustibles. En virtud de que el proyecto contempla el tratamiento y aprovechamiento del biogás proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza, se analizará su vinculación con este ordenamiento y con las demás disposiciones legales aplicables, a fin de acreditar su viabilidad jurídica y ambiental.

Ordenamientos Jurídicos Aplicables

Para la realización del presente apartado se llevó a cabo una revisión y análisis minucioso de la legislación federal en materia ambiental, así como de aquella que resulta aplicable al sector al que pertenece, con el fin de evidenciar el cumplimiento del proyecto con dichos instrumentos, es decir demostrar la viabilidad jurídica del proyecto.

Para ello se relacionaron los ordenamientos que se listan a continuación en virtud de lo establecido en el Artículo 35 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Artículo 12 de su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

LEYES

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)
- Ley de Biocombustibles (LB)
- Ley de Planeación y Transición Energética (LPTE)
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS).
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).
- Ley General de Cambio Climático (LGCC).
- Ley de Aguas Nacionales (LAN)
- Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU)

REGLAMENTOS

- Reglamento de la Ley de Biocombustibles
- Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética
- Reglamento de LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental
- Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
- Reglamento de la LGEEPA en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.
- Reglamento de la LGPGIR.

3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), entendida como norma fundamental y base del sistema jurídico mexicano, establece y reconoce los derechos fundamentales de todos los individuos dentro del territorio nacional. Se trata de la norma jurídica suprema, por lo cual ninguna otra ley, precepto legal o disposición pueden contravenir lo establecido en ella.

Los artículos que guardan relación de manera general con la ejecución del proyecto son:

En materia de derechos humanos, el artículo 1° de la CPEUM el cual establece una serie de principios que deben tomar en cuenta las autoridades en promoción, respeto y protección de los derechos humanos establecidos en la Constitución y Tratados Internacionales ratificados por el Estado Mexicano. Con base en estos principios los ciudadanos gozan de las bondades que la naturaleza brinda para su desarrollo. Es así, como en primera instancia la CPEUM otorga el acceso ipso iure (por el derecho mismo) a todos individuos dentro del territorio mexicano para gozar de todos los derechos humanos consagrados en ella y, en segunda instancia, establece el derecho de vivir y gozar de un medio ambiente sano, con la tutela de las autoridades correspondientes.

Ahora bien, en el párrafo quinto del artículo 4° Constitucional se establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. De igual forma establece que el daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quién lo provoque.

Por lo que respecta al artículo 25 de la CPEUM, el espíritu de este es justamente el fomento del crecimiento económico y el empleo, así como una justa distribución del ingreso y la riqueza, que permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales a través de la rectoría del desarrollo nacional, lo cual le corresponde al Estado, quien tiene que realizarlo bajo los criterios de equidad social y productividad, procurando el apoyo e impulso a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Por su parte, el artículo 27 establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, así como de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

Por otro lado, es menester mencionar que, si bien es cierto la Constitución establece principios y lineamientos generales en materia de derechos humanos; las leyes, reglamentos, disposiciones y normas que de ella emanen, deberán acatar dichos principios y lineamientos, por lo cual, al vincular los distintos preceptos legales aplicables al proyecto, se entiende que éstos son congruentes con la Constitución y, por ende, el proyecto es congruente con lo establecido en ella.

Finalmente, el artículo 133 establece dos principios relevantes para el funcionamiento del sistema jurídico mexicano: la supremacía constitucional y la regla de jerarquía normativa (constitución, leyes y tratados internacionales). El precepto apunta que las leyes del Congreso que emanen de la Constitución y los Tratados Internacionales acordes a su texto también son parte de la Ley Suprema, en el sentido que son de observancia obligatoria en todo el territorio mexicano.

Como consecuencia de la constante degradación de los ecosistemas y por ende la continua pérdida de biodiversidad, la comunidad internacional, sobre la base de los principios internacionales a nivel internacional, ha propiciado la creación de instrumentos internacionales con la finalidad de salvaguardar los ecosistemas, hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, proteger las distintas especies de flora y fauna, así como guiar el actuar de los Estados en la protección del medio ambiente, los cuales han sido observados para la elaboración de la presente MIA-P.

De acuerdo con lo antes expuesto, el proyecto dará cabal cumplimiento a las disposiciones establecidas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, ley fundamental del Estado Mexicano, que dada la naturaleza del proyecto resultan aplicables, así como aquellas en materia de protección al ambiente. De tal forma que el proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, con apego a la legislación en materia ambiental evaluando los impactos del proyecto al ambiente y estableciendo medidas para preservar el equilibrio ecológico.

3.2 Convenios o Tratados Internacionales

3.2.1 Convenio sobre la Diversidad Biológica

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) fue adoptado en 1992 en Nairobi y se abrió a la firma de las Partes en Río de Janeiro, Brasil, el 5 de junio de 1992, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. El 13 de junio de 1992 México firmó *ad referdum* este Convenio y fue aprobado por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre de 1992. El instrumento de ratificación fue depositado ante el Secretariado de las Naciones Unidas el 11 de marzo de 1993 y, finalmente se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) para su debida observancia el 7 de mayo de 1993. Sus objetivos son (Artículo 1):

1. La conservación de la diversidad biológica;
2. La utilización sostenible de sus componentes; y
3. La participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El CDB enfatiza en su artículo 3, el derecho de los Estados de explotar sus propios recursos en aplicación de su política ambiental propia y la obligación complementaria de que las actividades que se realicen dentro de su jurisdicción no perjudiquen al medio que se encuentre fuera de ella.

Por otra parte, respecto de la conservación in situ, es obligación de las partes en la medida de sus posibilidades, establecer áreas protegidas para la conservación de la diversidad biológica, la protección de ecosistemas naturales y, establecer legislación para la protección de especies amenazadas, entre otras.

En su artículo 14 el CDB hace referencia expresa de la evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso; en tal sentido prevé que cada Parte contratante, en la medida de lo posible y según proceda, establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica, con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos.

El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) mantiene compatibilidad con los criterios y disposiciones aplicables y, mediante la implementación de medidas preventivas y de mitigación, se desarrollará bajo un enfoque sostenible, promoviendo además el aprovechamiento responsable y equitativo de los recursos.

3.2.2 Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación

El Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, tiene como objeto reducir al mínimo la generación de desechos peligrosos y su movimiento transfronterizo, y fue ratificado por los Estados Unidos Mexicanos el 22 de febrero de 1991.

Derivado de las actividades asociadas al Proyecto, durante sus diferentes etapas se generarán diversos tipos de residuos. Conforme a su clasificación, se producirán residuos peligrosos (RP), residuos de

manejo especial (RME) y residuos sólidos urbanos (RSU), en las cantidades previamente señaladas en el Capítulo II de la presente MIA-P.

El manejo de dichos residuos se llevará a cabo en apego a la normatividad federal, estatal y municipal aplicable. En particular, la disposición final de los RP será realizada exclusivamente mediante Prestadores de Servicios autorizados por la SEMARNAT, conforme a las disposiciones vigentes en la materia. En este sentido, para el desarrollo del Proyecto no se contempla la importación ni exportación de residuos peligrosos hacia el extranjero.

Asimismo, es importante señalar que el Proyecto no considera la realización de movimientos transfronterizos de residuos.

3.2.3 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1992 y aprobada unánimemente por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. Tras la aprobación del senado, la Convención fue ratificada ante la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el 11 de marzo de 1993 y entró en vigor el 21 de marzo de 1994.

A través de este acto de ratificación, el gobierno de México hizo constar en el ámbito internacional su consentimiento en obligarse a cumplir con los lineamientos establecidos en este instrumento, reconociendo que los cambios del clima y sus efectos adversos son una preocupación común de toda la humanidad. Es así que, a continuación, se presentan los lineamientos que se vinculan con el Proyecto:

En este contexto, el proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) mantiene una relación directa con los objetivos de la Convención, debido a que su finalidad consiste en la producción de biogás a partir del aprovechamiento de materia orgánica mediante procesos de digestión anaerobia. Este esquema permite la captura y valorización energética del biogás generado, evitando la liberación directa de metano a la atmósfera, gas que posee un potencial de calentamiento global significativamente superior al del dióxido de carbono.

Asimismo, el proyecto favorece la transición hacia fuentes de energía de menor impacto climático mediante la generación de un combustible renovable que puede sustituir parcial o totalmente combustibles fósiles convencionales, contribuyendo a la reducción de emisiones asociadas al sector energético. De esta manera, se promueve un aprovechamiento más eficiente de los recursos y una gestión sustentable de los residuos orgánicos empleados como materia prima del proceso.

Adicionalmente, la infraestructura y los sistemas de control considerados para la planta estarán orientados a minimizar pérdidas de biogás y emisiones fugitivas, así como a garantizar la eficiencia operativa de los procesos de producción y aprovechamiento energético. Lo anterior resulta congruente con los principios precautorios y de mitigación promovidos por la CMNUCC, al fomentar la implementación de tecnologías que contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al fortalecimiento de estrategias de desarrollo bajo en carbono.

Por lo anterior, se considera que el proyecto es compatible con los objetivos y principios establecidos en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, al promover el aprovechamiento energético de recursos renovables, la reducción potencial de emisiones de GEI y la adopción de medidas de gestión ambiental encaminadas a minimizar los impactos asociados a su desarrollo y operación.

3.2.4 Protocolo de Montreal

El objetivo principal del Protocolo de Montreal es la protección de la capa de ozono mediante la toma de medidas para controlar la producción total mundial y el consumo de sustancias que la agotan, con el objetivo final de eliminarlas, sobre la base del progreso de los conocimientos científicos e información tecnológica.

En este sentido, el Gobierno de México, como Parte del Protocolo, ha asumido el compromiso de regular el uso de sustancias agotadoras de la capa de ozono, promoviendo su sustitución por alternativas menos perjudiciales y el desarrollo de tecnologías más limpias.

En el caso del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP), las actividades previstas en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como en el cierre y abandono, no requieren el uso de compuestos regulados por este acuerdo internacional. El proceso productivo se basa en la digestión anaerobia de materia orgánica para la obtención de biogás y su posterior acondicionamiento a biogás, sin involucrar sustancias que representen un riesgo para la capa de ozono.

Adicionalmente, la infraestructura, maquinaria y sistemas que integrarán la planta serán seleccionados de acuerdo con las especificaciones técnicas y ambientales vigentes, favoreciendo el empleo de equipos que cumplan con la regulación aplicable y que reduzcan la posibilidad de generar impactos atmosféricos asociados al uso de sustancias restringidas por el Protocolo.

Con base en lo anterior, se determina que el proyecto mantiene una compatibilidad con los principios y objetivos del Protocolo de Montreal, toda vez que sus actividades no generan afectaciones relacionadas con el agotamiento de la capa de ozono y se desarrollan bajo criterios de cumplimiento ambiental, prevención de impactos y uso de tecnologías acordes con las disposiciones internacionales en la materia.

3.2.5 Acuerdo de París

El Acuerdo de París es un tratado internacional jurídicamente vinculante en materia de cambio climático, cuyo objetivo principal es limitar el incremento de la temperatura media global a muy por debajo de 2 °C respecto a los niveles preindustriales, procurando esfuerzos para restringirlo a 1.5 °C. Para ello, establece compromisos por parte de los países para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, fortalecer la resiliencia frente a los efectos del cambio climático y promover el desarrollo de tecnologías más limpias y eficientes.

En este contexto, México ha asumido compromisos para la mitigación de emisiones y la transición hacia sistemas energéticos más eficientes, mediante la implementación de políticas, estrategias y acciones orientadas a reducir la intensidad de carbono en sus actividades productivas.

Bajo este contexto, el proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se relaciona con los objetivos de dicho acuerdo al aprovechar materia orgánica como insumo para la producción de biogás mediante procesos de digestión anaerobia. Esta tecnología permite captar y transformar el biogás generado durante la degradación de residuos orgánicos en un combustible renovable susceptible de ser incorporado a diferentes usos energéticos, reduciendo la liberación de metano a la atmósfera derivada de procesos de descomposición no controlados.

De igual forma, la producción de biogás representa una alternativa energética que favorece la diversificación de la matriz energética mediante el uso de recursos renovables, impulsando esquemas de aprovechamiento más sostenibles y compatibles con las estrategias internacionales de mitigación del cambio climático. Asimismo, el proyecto promueve la valorización de residuos orgánicos, incorporándolos a un proceso productivo que contribuye al uso eficiente de los recursos disponibles.

Las actividades previstas durante la vida útil del proyecto incorporan mecanismos de control y seguimiento ambiental encaminados a mantener condiciones adecuadas de operación, incluyendo acciones para el monitoreo de emisiones, el control de posibles fugas y la correcta gestión de residuos generados.

Por lo anterior, se considera que el proyecto mantiene una compatibilidad con los principios establecidos en el Acuerdo de París, al fomentar el aprovechamiento energético de fuentes renovables, impulsar esquemas de economía circular y contribuir a los esfuerzos internacionales orientados a la reducción de emisiones y al desarrollo de actividades productivas con menor impacto climático.

3.2.6 Otros tratados y convenios internacionales relevantes

Nuestro país ha suscrito una serie de tratados y convenios internacionales, de los cuales algunos guardan una relación más estrecha con el Proyecto, los que se describen a continuación:

Tabla 3-1 Otros tratados y convenios internacionales relevantes

Tratado Internacional	Tema o factor ambiental que se considera	Etapa del Proyecto en que aplica el instrumento	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) Art. 2. Con relación a su territorio, cada una de las Partes: […] e) evaluará los impactos ambientales, y […]	Participación, acceso a la información y cuidado del medio ambiente.	Autorización del Proyecto	La presente MIA-P forma parte del procedimiento de la Evaluación del Impacto Ambiental en el que, tanto el Promovente como la autoridad, dan cumplimiento a este lineamiento del ACAAN.
Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. PRINCIPIO 2 De conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y los	Desarrollo Sustentable	Operación	El Proyecto se ajusta a los principios que integran esta Declaración, dado que en su desarrollo se implementarán

Tratado Internacional	Tema o factor ambiental que se considera	Etapa del Proyecto en que aplica el instrumento	Vinculación entre el instrumento y el Proyecto
principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de aprovechar sus propios recursos según sus propias políticas ambientales y de desarrollo, y la responsabilidad de velar por que las actividades realizadas dentro de su jurisdicción o bajo su control no causen daños al medio ambiente de otros Estados o de zonas que estén fuera de los límites de la jurisdicción nacional. PRINCIPIO 4 A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.			medidas de prevención, mitigación y compensación para proteger el medio ambiente con una visión a largo plazo durante toda su vida útil y hasta su etapa de abandono.
Convenio (No. 169) sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes	Cuidado del medio ambiente	Desarrollo del Proyecto	Consta de 46 artículos en los que se establecen los estándares mínimos de respeto a los derechos de los pueblos indígenas. En una búsqueda en el sistema de Información Cultural (SIC) del INPI se encuentran 2 diferentes pueblos indígenas. Sin embargo, ninguno de ellos se localiza en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, por lo que el proyecto no incide con ningún pueblo indígena.

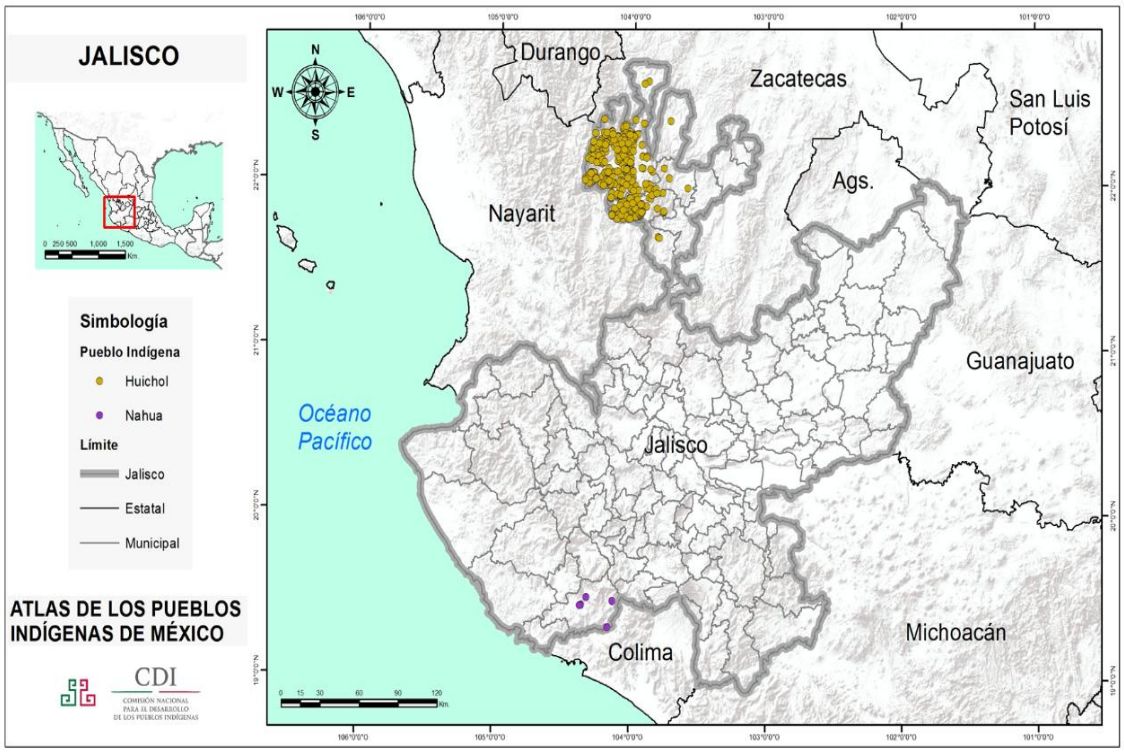


Figura 3-1 Distribución de pueblos indígenas en el territorio de Jalisco

3.3 Leyes Federales

El sistema jurídico mexicano está conformado por una serie de Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales se determinan métodos.

Particularmente en materia ambiental, el artículo 27 Constitucional referido con antelación, establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En este orden de ideas, el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece que la regulación ambiental deberá comprender el conjunto de normas, disposiciones y medidas de carácter ambiental que las autoridades deberán determinar (Federación, Estados y Municipios), con objeto de mantener, mejorar y restaurar el equilibrio del medio natural, a fin de propiciar una mejor calidad de vida de la población.

De esta manera, la citada Ley prevé un procedimiento de impacto ambiental a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones

aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en dicho ordenamiento, como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

3.3.1 Ley de Biocombustibles

La Ley de Biocombustibles tiene por objeto regular y promover la producción, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y uso de biocombustibles en el territorio nacional, estableciendo las bases para su incorporación ordenada y sostenible dentro del sistema energético mexicano. Sus disposiciones son de orden público e interés social, y buscan impulsar el aprovechamiento de materias primas de origen biológico bajo criterios de sustentabilidad, eficiencia energética y reducción de emisiones contaminantes.

Dicha Ley establece lineamientos para garantizar que la producción de biocombustibles se realice sin comprometer la seguridad energética, la soberanía alimentaria ni el equilibrio ecológico, promoviendo el uso de residuos orgánicos y subproductos como insumos prioritarios, así como la coordinación entre autoridades competentes del sector energético y ambiental.

Tabla 3-2 Vinculación del Proyecto con la Ley de Biocombustibles

Artículo	Vinculación
Artículo 1.- La presente Ley es de orden público e interés social, de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular y promover el desarrollo sustentable de los Biocombustibles, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética, como parte de la diversificación y de la transición energética, y establece las bases para: I. Promover el aprovechamiento y valorización de los residuos orgánicos para la Producción de Biocombustibles; II. Promover la producción sustentable de Biomasa para la Producción de Biocombustibles en Suelos Marginales que no provengan de insumos primarios de origen vegetal destinados para el consumo humano, salvo los provenientes de los excedentes de caña de azúcar y del sorgo; III. Desarrollar e impulsar mecanismos para incentivar el uso directo de la Biomasa como Biocombustible; la Producción, importación, exportación, Almacenamiento, Transporte,	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se encuentra directamente vinculado con el objeto de la Ley, ya que considera el aprovechamiento y valorización de residuos orgánicos como materia prima para la producción de biogás, un biocombustible obtenido mediante procesos de digestión anaerobia. A través de este esquema, los residuos son incorporados a una cadena de aprovechamiento productivo que permite transformar subproductos orgánicos en una fuente energética renovable, favoreciendo un manejo más sustentable de estos materiales. Asimismo, la generación de biogás contribuye al fortalecimiento de la transición energética mediante la incorporación de combustibles de origen renovable a la matriz energética, impulsando alternativas que reducen la dependencia de energéticos convencionales. De igual forma, el proyecto promueve la valorización de la biomasa y la disminución de emisiones asociadas a la disposición inadecuada de residuos orgánicos, en

Artículo	Vinculación
Comercialización, Distribución, y el Expendio al Público de Biocombustibles; IV. Contribuir con la reducción de las emisiones contaminantes a la atmósfera, así como de gases y compuestos de efecto invernadero, mediante el desarrollo sustentable de los Biocombustibles, y V. Coordinar acciones entre los Gobiernos Federal, de las entidades federativas, de los municipios y las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, así como la concertación con los sectores social y privado para el aprovechamiento y valorización de los residuos orgánicos para la Producción de Biocombustibles y el desarrollo sustentable de los Biocombustibles.	concordancia con los principios de sustentabilidad, eficiencia ambiental y aprovechamiento de recursos establecidos en la Ley de Biocombustibles.
Artículo 6.- Para los efectos de la presente Ley, la SEMARNAT, tiene las siguientes facultades: (…) VI. La evaluación del impacto ambiental de la construcción y operación de las instalaciones para la Producción, Almacenamiento, Transporte, Comercialización, Distribución y el Expendio al Público de los Biocombustibles, de conformidad con las disposiciones legales aplicables; (…)	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula con lo establecido en el artículo 6, fracción VI, de la Ley de Biocombustibles, debido a que contempla la construcción y operación de instalaciones destinadas a la producción de biogás a partir del aprovechamiento de residuos orgánicos. En virtud de que dicha infraestructura forma parte de los procesos asociados a la generación de biocombustibles, su desarrollo se encuentra sujeto al procedimiento de evaluación del impacto ambiental previsto en la legislación aplicable. En este contexto, la elaboración y presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental constituye el instrumento mediante el cual se identifican, analizan y valoran los efectos ambientales potenciales del proyecto, permitiendo a la SEMARNAT ejercer las facultades que le confiere la Ley. Asimismo, la implementación de medidas de prevención y mitigación, así como de los programas de seguimiento ambiental correspondientes, contribuye a que las distintas etapas del proyecto se desarrollen bajo criterios de protección ambiental, control de impactos y cumplimiento normativo.

3.3.2 Ley de Planeación y Transición Energética

La Ley de Planeación y la Ley de Transición Energética constituyen instrumentos rectores de la política pública en materia de desarrollo nacional y del sector energético, estableciendo las bases para una planeación estratégica orientada al crecimiento económico sustentable, la seguridad energética y la reducción progresiva de emisiones.

Estos ordenamientos promueven la incorporación de energías limpias y tecnologías de baja intensidad de carbono dentro de la matriz energética nacional, así como el cumplimiento de metas de eficiencia energética y transición hacia fuentes renovables.

Tabla 3-3 Vinculación del Proyecto con la Ley de Planeación y Transición Energética

Artículo	Vinculación
Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo tercero; 27, párrafos sexto y séptimo; 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es de orden público e interés social y de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos. Tiene por objeto establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética.	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) es congruente con el objeto de la Ley de Planeación y Transición Energética, al incorporar un proceso de aprovechamiento energético de residuos orgánicos para la producción de biogás, combustible renovable que puede integrarse a las estrategias de diversificación de la matriz energética nacional. Mediante la valorización de materia orgánica, el proyecto impulsa el uso de fuentes energéticas alternativas bajo criterios de eficiencia en el aprovechamiento de los recursos y sostenibilidad ambiental. De igual forma, la generación de biogás favorece el fortalecimiento de la transición energética al promover el desarrollo de infraestructura asociada a energéticos de origen renovable, contribuyendo a disminuir la dependencia de combustibles convencionales y a reducir las emisiones derivadas de la disposición y degradación no controlada de residuos orgánicos. En este sentido, el proyecto se alinea con los principios de aprovechamiento sustentable de la energía, reducción de emisiones contaminantes y fortalecimiento del sector energético previstos en la Ley.

3.3.3 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su

soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer diversas bases para "garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar".

Dentro de la presente Ley se contemplan diversos instrumentos de Política Ambiental, entre los que se encuentra la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental, por lo que al respecto el proyecto se vinculará con las disposiciones relacionadas con la evaluación, así como con otras disposiciones que guardan relación con el mismo.

Tabla 3-4 Vinculación del Proyecto con la LGEEPA

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 15. (…) IV. Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique." (…)	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula con lo establecido en el artículo 15, al someterse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental mediante el cual se identifican, caracterizan y valoran los efectos potenciales que podrían derivarse de las distintas etapas del proyecto. Con base en dicho análisis, se han definido medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación ambiental, las cuales se encuentran descritas en el capítulo VI del presente documento para su mejor apreciación, orientadas a reducir la magnitud de los impactos identificados y garantizar un adecuado desempeño ambiental de las obras y actividades propuestas. Asimismo, la implementación de estas acciones, complementadas con el Programa de Vigilancia Ambiental y los demás instrumentos de gestión previstos para el proyecto, permite atender el principio de responsabilidad ambiental establecido en la Ley, asegurando la aplicación de mecanismos de control y seguimiento destinados a prevenir, minimizar y corregir posibles afectaciones al entorno.
"**Artículo 28. (…)** quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: (…) **XIII.-** Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables,	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se ubica dentro del supuesto previsto en el artículo 28, al constituir una obra de competencia federal asociada al sector energético cuyo desarrollo requiere autorización previa en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría. En consecuencia, la elaboración y presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental

Artículo	Vinculación con el proyecto
daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.	permite identificar, evaluar y controlar los efectos ambientales potenciales del proyecto, verificando que las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y cierre se ajusten a los límites, condiciones y medidas de protección establecidos en la legislación ambiental aplicable, a fin de prevenir desequilibrios ecológicos significativos, afectaciones a la salud pública y daños a los ecosistemas.
"**Artículo 30**. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se traten de actividades altamente riesgosas en los términos de la presente Ley la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente (…)"	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula con lo dispuesto en el artículo 30 de la LGEEPA, mediante la integración y presentación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, documento técnico en el que se describen las características del proyecto y se evalúan los efectos potenciales que podrían generarse sobre los componentes ambientales del área de influencia. Asimismo, se incorporan las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento ambiental necesarias para evitar, reducir o compensar los impactos identificados durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto. La información contenida en este instrumento permite a la autoridad ambiental valorar la viabilidad del proyecto desde una perspectiva integral, considerando la interacción de las obras y actividades propuestas con los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos del entorno, en apego a las disposiciones aplicables en materia de protección ambiental y prevención de impactos.
"Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico."	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) incorpora criterios de gestión ambiental orientados a prevenir y controlar las emisiones atmosféricas que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono. Para ello, se prevé la aplicación de medidas destinadas a reducir la generación de partículas, gases y otros contaminantes asociados a las actividades del

Artículo	Vinculación con el proyecto
	proyecto, con el propósito de preservar la calidad del aire en el área de influencia. De igual manera, la infraestructura y los procesos operativos contemplan mecanismos de control enfocados en el manejo adecuado del biogás, así como en la minimización de emisiones fugitivas y otras fuentes potenciales de contaminación atmosférica. Estas acciones, complementadas con las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental propuestas, contribuyen a mantener condiciones compatibles con la protección de la atmósfera, el bienestar de la población y la conservación del equilibrio ecológico.
"ARTÍCULO 111 BIS. - Para la operación y funcionamiento de las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, se requerirá autorización de la Secretaría. Para los efectos a que se refiere esta Ley, se consideran fuentes fijas de jurisdicción federal, las industrias químicas, del petróleo y petroquímica, de pinturas y tintas, automotriz, de celulosa y papel, metalúrgica, del vidrio, de generación de energía eléctrica, del asbesto, cementera y calera y de tratamiento de residuos peligrosos. El reglamento que al efecto se expida determinará los subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales antes señalados, cuyos establecimientos se sujetarán a las disposiciones de la legislación federal, en lo que se refiere a la emisión de contaminantes a la atmósfera."	Dada la naturaleza del Proyecto y las actividades que se realizarán, si se considera como una fuente fija de jurisdicción federal, por lo que, de acuerdo con lo señalado en el presente artículo, se observará lo dispuesto en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.
"Artículo 151.- La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó."	Durante las distintas etapas del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) podrían generarse residuos que, de acuerdo con sus características físicas, químicas o biológicas, sean clasificados como residuos peligrosos. En este sentido, su manejo se realizará conforme a las disposiciones normativas aplicables, mediante la aplicación de procedimientos para su identificación, segregación, almacenamiento temporal, transporte y

Artículo	Vinculación con el proyecto
	disposición final, con el fin de prevenir riesgos al ambiente y a la salud humana. Asimismo, cuando se requiera la contratación de servicios para el transporte, tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, éstos serán canalizados a empresas autorizadas por la autoridad competente, garantizando el cumplimiento de las obligaciones legales correspondientes y una gestión ambientalmente adecuada.

3.3.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las entidades federativas, municipios y demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la CPEUM, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

Por tal motivo y debido a la ubicación del proyecto, se presenta en lo sucesivo, la vinculación del Proyecto con las disposiciones de la LGDFS:

Tabla 3-5 Vinculación del Proyecto con la LGDFS

Artículo	Vinculación
Artículo 69.- Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción; (…)	Al respecto, el desarrollo del proyecto se encuentra previsto en un predio para el cual se cuenta con la Licencia de Uso de Suelo No. D.O.P-DUS-004/2021 emitida por la autoridad municipal competente, mediante la cual se determina la factibilidad del uso solicitado para el establecimiento de instalaciones destinadas a "INDUSTRIA PESADA Y DE RIESGO ALTO, 6. INDUSTRIAL 6.5. INDUSTRIA PESADA Y DE RIESGO ALTO 6.5.16". Lo anterior acredita la compatibilidad del proyecto con el uso de suelo autorizado para el sitio. Asimismo, la presente Manifestación de Impacto Ambiental incorpora la caracterización de los componentes ambientales del área de influencia, así como la identificación de impactos potenciales y el establecimiento de medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental orientadas a
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión	

Artículo	Vinculación
de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	evitar, reducir o compensar los efectos que pudieran generarse durante las distintas etapas del proyecto, asegurando el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. En este sentido, las disposiciones establecidas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamentación serán atendidas mediante la aplicación de las medidas ambientales previstas en el presente estudio, las cuales forman parte del conjunto de acciones orientadas a la protección de los componentes ambientales del área del proyecto durante su ejecución.

3.3.5 Ley General de Vida Silvestre

La presente Ley reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Debido a su ámbito de aplicación, a continuación, se vincula con el proyecto los artículos que se han considerado guardan relación con el mismo.

Tabla 3-6 Vinculación del Proyecto con la Ley General de Vida Silvestre

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 4°. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula con lo establecido al incorporar acciones encaminadas a la conservación de los recursos biológicos presentes en el área de influencia.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia".	Para tal efecto, durante las distintas etapas del proyecto se implementarán medidas de prevención y mitigación destinadas a reducir la afectación sobre la flora, la fauna silvestre y sus hábitats, priorizando la minimización de perturbaciones derivadas de las actividades constructivas y operativas. Asimismo, se contempla la aplicación de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), mediante el cual se dará seguimiento al desempeño ambiental del proyecto y a la eficacia de las medidas de manejo establecidas para la protección de la vida silvestre. Este programa permitirá detectar oportunamente posibles afectaciones a los componentes biológicos del entorno y, en su caso, implementar acciones correctivas que contribuyan a mantener las condiciones ecológicas del área. En consecuencia, el desarrollo del proyecto se apega a los principios de conservación y protección de la vida silvestre previstos en la Ley, al incorporar mecanismos de prevención, monitoreo y control orientados a evitar daños o perturbaciones significativas sobre las especies y los ecosistemas presentes en el sitio.
"Artículo 18. Los propietarios y legítimos poseedores de predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán el derecho a realizar su aprovechamiento sustentable y la obligación de contribuir a conservar el hábitat conforme a lo establecido en la presente Ley; asimismo podrán transferir esta prerrogativa a terceros, conservando el derecho a participar de los beneficios que se deriven de dicho aprovechamiento. Los propietarios y legítimos poseedores de dichos predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat."	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula con lo establecido en el artículo 18, al contemplar el desarrollo de sus actividades bajo criterios de conservación del hábitat y protección de los recursos biológicos durante las etapas del proyecto. Para ello, se realizó la caracterización del medio biótico del sitio y se establecieron medidas de prevención y mitigación, complementadas con un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), a fin de dar seguimiento a las condiciones ambientales y minimizar posibles afectaciones a la vida silvestre durante las distintas etapas del proyecto.
"Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula con lo dispuesto, al considerar la implementación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a evitar o

Artículo	Vinculación con el proyecto
las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat. (...)"	minimizar posibles afectaciones a la flora, fauna y sus hábitats durante las distintas etapas de desarrollo. Asimismo, mediante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se dará seguimiento al cumplimiento y eficacia de dichas medidas, favoreciendo la protección y conservación de los recursos biológicos presentes en el sitio del proyecto.
"Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat."	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) incorpora medidas de manejo ambiental destinadas a prevenir y minimizar posibles afectaciones sobre la flora, la fauna y sus hábitats durante las distintas etapas de desarrollo. Asimismo, mediante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se dará seguimiento al desempeño ambiental del proyecto y a la efectividad de las medidas establecidas, permitiendo identificar oportunamente cualquier impacto no previsto y, en su caso, aplicar las acciones correctivas necesarias para mantener el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable.

3.3.6 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Peligrosos

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho a toda persona a medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como el establecimiento de diversas bases, por lo que el promovente ha observado diversas disposiciones ponderando la siguiente vinculación:

Tabla 3-7 Vinculación del Proyecto con la LGPGIR

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 16. La clasificación de un residuo como peligroso, se establecerá en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los	Como parte de la gestión ambiental del proyecto, se implementarán procedimientos para la identificación, clasificación, manejo y disposición final de los residuos generados durante las distintas etapas de

Artículo	Vinculación con el proyecto
mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.”	desarrollo. Dichas actividades se realizarán conforme a los criterios y especificaciones previstos en la normatividad aplicable para determinar sus características y, en su caso, su peligrosidad. Asimismo, los residuos serán segregados y almacenados temporalmente en contenedores identificados y acondicionados para tal fin, ubicados en áreas destinadas para su resguardo, garantizando condiciones adecuadas de control y manejo hasta su aprovechamiento o disposición final.
“Artículo 19. Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: (…) **VII.** Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; (…)”	Durante todas las etapas de desarrollo del proyecto, así como en las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y posteriormente durante el cierre, desmantelamiento y abandono, se podrán generar residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y, en su caso, residuos peligrosos. Para su adecuada gestión, se implementarán los procedimientos para su identificación, clasificación, segregación, almacenamiento temporal, recolección, transporte y disposición final conforme a la normatividad aplicable. Asimismo, los residuos que requieran manejo externo serán entregados a empresas autorizadas para su tratamiento, aprovechamiento o disposición final, garantizando un manejo ambientalmente adecuado durante todas las fases de ejecución del proyecto.
“Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo: **I.** La forma de manejo; **II.** La cantidad; **III.** La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos; **IV.** La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia	Con la intención de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, se realizará la implementación de un conjunto de acciones, que serán difundidas entre todos y cada uno de los actores participantes en el proyecto. El procedimiento considera: - Forma de manejo: separación en contenedores rotulados y cerrados. - Cantidad: Registro en bitácoras de generación y almacenamiento y manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos. - Persistencia y toxicidad: Clasificación de residuos de acuerdo con sus características CRIT y almacenamiento temporal no mayor

Artículo	Vinculación con el proyecto
donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento; **V.** La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación; **VI.** La duración e intensidad de la exposición, y **VII**. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.”	a 6 meses. (Durante ninguna de las etapas se prevé la generación de RPBI). - Prevención de movilización y exposición: Almacenamiento en áreas controladas y retiro por empresas autorizadas.
“**Artículo 40.-** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.”	Para el cumplimiento de dicho artículo, dentro de las acciones ambientales que se han considerado para el proyecto, se implementarán las acciones de manejo de RP de acuerdo a la normatividad (NOM’s) y legislación aplicable, a fin de prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, el cual está incluido en la presente MIA-P. Se contempla la identificación, clasificación y almacenamiento temporal en contenedores que se encuentren en buen estado, los cuales deben de estar rotulados y tapados , colocados en áreas designadas, además se asegurará que el almacenamiento no supere el plazo legal, por otra parte, la recolección y transporte de los residuos será mediante empresas autorizadas, asegurando que en cada retiro se residuos se pida un manifiesto el cual deberá de estar firmado por el proveedor y se llevar un registro a través de una bitácora de residuos.
“Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.”	Se realizará un manejo integral de los residuos mediante la reducción en la fuente, separación, almacenamiento, transporte y disposición final de los residuos peligrosos de forma segura, usando contenedores en buen estado y en áreas autorizadas. Asimismo, se establecen bitácoras de generación, manifiestos de recolección, auditorías internas y la existencia de recintos de almacenamiento temporal acondicionados para prevenir cualquier riesgo de contaminación. En conjunto, estas medidas garantizan que los residuos sean manejados conforme a los términos establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), cumpliendo el Artículo 41.

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo."	Se contemplan procedimientos específicos para el control y seguimiento de los residuos generados durante las distintas etapas del proyecto, incluyendo mecanismos de registro, almacenamiento temporal y documentación de los movimientos realizados hasta su destino final. Asimismo, se prevé que aquellos residuos que requieran manejo externo sean canalizados a prestadores de servicios que cuenten con las autorizaciones vigentes correspondientes, asegurando el cumplimiento de las disposiciones regulatorias aplicables. Complementariamente, se mantendrán bitácoras y manifiestos que permitan dar seguimiento a cada transferencia realizada, garantizando la trazabilidad de los residuos y una gestión ambientalmente adecuada durante todo su ciclo de manejo.
"Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo."	La identificación y clasificación de residuos peligrosos generados durante el desarrollo de las etapas del proyecto se llevarán acorde a la normatividad aplicable y atendiendo al artículo en comento, garantizando que ningún tipo de residuo se mezcle. Estos serán identificados, clasificados y almacenados temporalmente en contenedores rotulados y tapados.

3.3.7 Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el Registro Nacional de Emisiones (RENE) que permitirá compilar la información necesaria en materia de emisión de Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI) de los diferentes sectores productivos del país para dar trazabilidad, evaluar tendencias y establecer estrategias nacionales de reducción de emisiones.

Un registro de emisiones les permitirá a las empresas e industrias identificar sus fuentes de emisión con el objetivo de reducir su huella de carbono, generar oportunidades de negocio y ser más competitivos. En observancia de la citada Ley, se ha vinculado el proyecto con las disposiciones legales siguientes:

Tabla 3-8 Vinculación del Proyecto con la Ley General de Cambio Climático

Artículo	Vinculación con el proyecto
"Artículo 28. La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos: (…) IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos; V. Energía, industria y servicios; (…)"	Como se observa en dicha disposición legal, corresponde a una atribución y obligación a cargo de las autoridades en el ámbito de su competencia, siendo éstas las competentes para ejecutar las acciones necesarias para la política nacional de adaptación frente al cambio climático, por cuanto hace a ecosistemas y biodiversidad. No obstante, el proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) es congruente con los objetivos de adaptación y mitigación asociados a los sectores de energía, industria y conservación de los recursos naturales, al incorporar infraestructura destinada al aprovechamiento energético de residuos orgánicos para la producción de un combustible renovable. Asimismo, durante las distintas etapas de desarrollo se implementarán medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental, así como prácticas operativas orientadas a optimizar el uso de los recursos y minimizar la generación de emisiones y otros impactos ambientales, contribuyendo a la protección de los ecosistemas y al fortalecimiento de acciones relacionadas con la atención del cambio climático.
"Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro."	La operación del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) contempla actividades que pueden dar lugar a emisiones directas e indirectas asociadas al funcionamiento de equipos, procesos de aprovechamiento de biogás, consumo de combustibles y uso de maquinaria auxiliar. En este sentido, se mantendrán los registros y controles necesarios para la identificación y cuantificación de dichas emisiones, a fin de disponer de la información técnica requerida por las autoridades competentes cuando resulte aplicable. De esta manera, el proyecto considera mecanismos que favorecen el

Artículo	Vinculación con el proyecto
	cumplimiento de las obligaciones relacionadas con el reporte y seguimiento de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, conforme a la normatividad vigente en la materia.

3.3.8 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales, fue publicada en el DOF el 1 de diciembre de 1992 y su última reforma se publicó en el DOF el 11 de mayo de 2022. Tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad, siendo aplicable, entre otras, a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad. La vinculación con dicho ordenamiento se presenta a continuación.

Tabla 3-9 Vinculación del Proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Artículo	Vinculación
Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal […].	El proyecto no contempla la explotación, uso o aprovechamiento directo de aguas nacionales sujeto a concesión federal. No obstante, en caso de que durante alguna de las etapas de desarrollo se requiera el uso de recursos hídricos bajo jurisdicción federal, se realizarán las gestiones correspondientes ante la autoridad competente para obtener las autorizaciones, concesiones o permisos que resulten aplicables, garantizando el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la legislación hídrica vigente.
Artículo 88. Las personas físicas o morales requieren permiso de descarga expedido por "la Autoridad del Agua" para verter en forma permanente o intermitente aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales o demás bienes nacionales, incluyendo aguas marinas, así como cuando se infiltren en terrenos que sean bienes nacionales o en otros terrenos cuando puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos. El control de las descargas de aguas residuales a los sistemas de drenaje o alcantarillado de los centros de población corresponde a los municipios, con el concurso de los estados cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes.	El proyecto no contempla la realización de descargas de aguas residuales en cuerpos receptores, cuerpos de agua nacionales, bienes de la nación, ni su infiltración en el subsuelo o acuíferos. En este sentido, las actividades asociadas al Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) no requieren, la obtención de permiso de descarga ante la Autoridad del Agua, ya que no se prevén vertimientos de aguas residuales en los términos establecidos por la normatividad aplicable.

Artículo	Vinculación
Artículo 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": (…)	El proyecto no contempla la ocupación, uso o aprovechamiento de cuerpos de agua que constituyan bienes nacionales bajo administración de la Comisión Nacional del Agua. No obstante, en caso de que durante alguna de sus etapas se requiera el aprovechamiento de recursos hídricos de jurisdicción federal, se gestionarán previamente las concesiones o autorizaciones correspondientes ante la Autoridad del Agua, en cumplimiento de la normatividad aplicable.
Artículo 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. (…)	

3.3.9 Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (LGAHOTDU) fue publicada en el DOF el 28 de noviembre de 2016 y su última actualización es del 01 de junio de 2021. Esta Ley es de orden público e interés social y de observancia general en todo el territorio nacional, tiene por objeto fijar las normas básicas e instrumentos de gestión de observancia general, para ordenar el uso del territorio y los asentamientos humanos en el país, con pleno respeto a los derechos humanos, así como el cumplimiento de las obligaciones que tiene el Estado para promoverlos, respetarlos, protegerlos y garantizarlos plenamente.

Tabla 3-10 Vinculación del Proyecto con la LGAHOTDU

Artículo	Vinculación con el Proyecto
Artículo 7.- Las atribuciones en materia de planeación, así como de ordenamiento territorial, asentamientos humanos, desarrollo urbano y desarrollo metropolitano, serán ejercidos de manera concurrente por la Federación, las entidades federativas, los municipios y las Demarcaciones Territoriales, en el ámbito de la competencia que les otorga la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley, así como a través de los mecanismos de coordinación y concertación que se generen.	El proyecto cumple con lo dispuesto en el presente artículo, toda vez que su desarrollo se realizará en apego a las disposiciones y autorizaciones emitidas por las autoridades competentes en materia de ordenamiento territorial, desarrollo urbano y medio ambiente. Asimismo, cuenta con la licencia de uso de suelo D.O.P-DUS-004/2021, lo que acredita la compatibilidad de las actividades propuestas con la planeación territorial y urbana aplicable al sitio del proyecto. De igual forma, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono, se dará cumplimiento a los instrumentos normativos y administrativos que resulten aplicables en el ámbito federal, estatal y municipal, garantizando que el proyecto se desarrolle de manera

Artículo	Vinculación con el Proyecto
	coordinada con las atribuciones de cada orden de gobierno.
Artículo 41.- Las entidades federativas y los municipios promoverán la elaboración de programas parciales y polígonos de actuación que permitan llevar a cabo acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación de los centros de población, para la formación de conjuntos urbanos y barrios integrales. Dichos programas parciales serán regulados por la legislación estatal y podrán integrar los planteamientos sectoriales del desarrollo urbano, en materias tales como: centros históricos, movilidad, medio ambiente, vivienda, agua y saneamiento, entre otras.	El presente artículo no establece obligaciones directas para el promovente del proyecto, sino atribuciones para las entidades federativas y los municipios relacionadas con la elaboración de programas parciales y polígonos de actuación orientados al crecimiento, mejoramiento y conservación de los centros de población. No obstante, en caso de existir instrumentos de planeación urbana de esta naturaleza aplicables al área donde se ubica el proyecto, las actividades propuestas se desarrollarán en apego a las disposiciones y lineamientos que éstos establezcan. Asimismo, la compatibilidad del proyecto con la planeación territorial y urbana se acredita mediante la licencia de uso de suelo correspondiente.
Artículo 45.- Los planes y programas de Desarrollo Urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los asentamientos humanos establecidos en el artículo 23 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en las Normas Oficiales Mexicanas en materia ecológica. Las autorizaciones de manifestación de impacto ambiental que otorgue la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales o las entidades federativas y los municipios conforme a las disposiciones jurídicas ambientales, deberán considerar la observancia de la legislación y los planes o programas en materia de desarrollo urbano.	El proyecto se considera congruente con lo establecido en los presentes artículos, toda vez que su desarrollo es compatible con los instrumentos de planeación territorial y urbana aplicables, lo cual se acredita mediante la Licencia de Uso de Suelo D.O.P-DUS-004/2021 correspondiente emitida por la autoridad competente. En este sentido, la presente Manifestación de Impacto Ambiental permite evaluar la viabilidad ambiental del proyecto conforme a la normatividad vigente en materia de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico. Asimismo, durante las distintas etapas del proyecto se identificarán y atenderán los riesgos potenciales asociados a las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y cierre, desmantelamiento y abandono, mediante la implementación de medidas de prevención, mitigación y control orientadas a la protección de la población, los bienes y el medio ambiente, garantizando que el desarrollo del proyecto se lleve a cabo en condiciones de seguridad ambiental y operativa.
Artículo 68.- Es obligación de las autoridades federales, estatales o municipales asegurarse, previamente a la expedición de las autorizaciones para el uso, edificación o aprovechamiento urbano o habitacional, cambio de uso del suelo o impactos ambientales del cumplimiento de las leyes estatales y federales en materia de prevención de riesgos en los asentamientos humanos. La legislación estatal contendrá las normas a fin de garantizar la seguridad y protección de la población y sus bienes por	

Artículo	Vinculación con el Proyecto
contingencias y riesgos en los asentamientos humanos. Todas las acciones que impliquen la expansión del área urbana, para el fraccionamiento de terrenos o conjuntos habitacionales, para la subdivisión o parcelación de la tierra, para el cambio de usos del suelo o en autorizaciones de impacto ambiental, las autoridades federales, estatales o municipales deberán asegurarse que no se ocupen áreas de alto riesgo, sin que se tomen las medidas de prevención correspondientes	
Artículo 69.- Es obligación de las autoridades federales, estatales y municipales asegurarse que en las obras, acciones o inversiones en que intervengan o autoricen se cumplan las normas sobre prevención de riesgos en los asentamientos humanos que esta Ley y la Ley General de Protección Civil establecen. La Secretaría promoverá la emisión de las normas, lineamientos y manuales para fortalecer los procesos de resiliencia urbana y para las zonas metropolitanas. Asimismo, promoverá en las entidades federativas y en los municipios, la elaboración de guías de resiliencia urbana y metropolitana que permitan la identificación de riesgos y recursos para la recuperación de contingencias catastróficas.	El regulado da cumplimiento a lo establecido en el presente artículo con la elaboración de la presente MIA-P y su correspondiente ER identificando todos aquellos impactos y riesgos que se puedan generar con la implementación del Proyecto. Asimismo, durante el desarrollo del proyecto se aplicarán los lineamientos y disposiciones en materia de protección civil y gestión de riesgos que resulten aplicables, contribuyendo a la resiliencia del proyecto mediante la incorporación de medidas de seguridad operativa y acciones de respuesta ante contingencias, en congruencia con la normativa vigente.

3.4 Reglamentos Federales

3.4.1 Reglamento de la Ley de Biocombustibles

El Reglamento de la Ley de Biocombustibles tiene por objeto desarrollar y precisar las disposiciones establecidas en la Ley, definiendo los procedimientos administrativos, requisitos técnicos, atribuciones de las autoridades competentes y lineamientos operativos aplicables a la producción, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de biocombustibles en el territorio nacional.

Dicho Reglamento establece los mecanismos para asegurar que las actividades relacionadas con biocombustibles se realicen bajo criterios de seguridad industrial, eficiencia energética, trazabilidad de insumos y cumplimiento ambiental, así como las disposiciones para la obtención de permisos y autorizaciones correspondientes ante las autoridades del sector energético.

Tabla 3-11 Vinculación con el Reglamento de la Ley de Biocombustibles

Artículo	Vinculación
Artículo 1. El presente Reglamento es de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto establecer las disposiciones que regulan la Ley de Biocombustibles y las actividades de Producción, Almacenamiento, Transporte, importación, exportación, Comercialización, Distribución y el Expendio al Público de Biocombustibles.	El proyecto de Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula directamente con lo establecido en este artículo, toda vez que contempla la producción de biogás a partir del aprovechamiento de residuos orgánicos mediante procesos biológicos, actividad que forma parte del sector de los biocombustibles regulado por este marco normativo. El desarrollo del proyecto contribuye al aprovechamiento energético de biomasa y al impulso de combustibles renovables, alineándose con el objeto del Reglamento al promover la producción y manejo de biocombustibles bajo criterios de regulación, control y sustentabilidad.
Artículo 27. Las solicitudes de permisos se deben presentar en los formatos autorizados por la SENER, y deben detallar para cada caso, al menos, la siguiente información además de lo previsto en la Ley, el Reglamento y demás normatividad aplicable: (…) IV. En su caso, acuse de recepción o autorización en materia de impacto ambiental, emitida por la autoridad competente, así como cualquier documento que lo modifique o sustituya; (…)	Dada la naturaleza del Proyecto, al contemplar la producción de biocombustibles, éste se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental mediante la presentación de la presente MIA-P, en términos de lo dispuesto en el artículo 6, fracción VI de la Ley de Biocombustibles, en correlación con lo establecido en el artículo 28, fracción XIII de la LGEEPA, que prevén la evaluación ambiental de las obras y actividades relacionadas con la producción y manejo de bioenergéticos.
Artículo 36. El Permiso de Producción de Biocombustibles es otorgado para realizar las actividades y los procesos de acondicionamiento y transformación necesarios para el Aprovechamiento de la Biomasa como Biocombustible en un volumen e instalaciones determinadas, y puede incluir las actividades de Almacenamiento en las instalaciones donde se producen y la interconexión con sistemas de Transporte o Distribución.	El Permiso de Producción de Biocombustibles se encuentra actualmente en trámite ante la autoridad competente. Una vez obtenido, el proyecto operará conforme a las condiciones y alcances establecidos en dicho instrumento, dando cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 36 para las actividades autorizadas de producción y, en su caso, almacenamiento asociadas a sus operaciones.

3.4.2 Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética

El Reglamento de la Ley de Transición Energética desarrolla las bases establecidas en la Ley para la planeación e implementación de políticas públicas orientadas al incremento de energías limpias, la eficiencia energética y la reducción de emisiones en el sector energético nacional.

Este ordenamiento define los mecanismos de seguimiento, evaluación y cumplimiento de metas de participación de energías limpias, así como los criterios técnicos y administrativos para la integración de proyectos que contribuyan a la transición energética del país, en congruencia con la planeación nacional del desarrollo.

Tabla 3-12 Vinculación con el Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética

Artículo	Vinculación
Artículo 1. El presente Reglamento es de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley de Planeación y Transición Energética en lo que se refiere a la planeación vinculante del Sector Energético, el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de emisiones contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de contribuir con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética	El Proyecto se vincula con lo establecido en este artículo, toda vez que contempla la producción de un biocombustible a partir del aprovechamiento energético de residuos orgánicos, lo que contribuye al uso sustentable de la energía y a la diversificación de las fuentes energéticas. Asimismo, el aprovechamiento y valorización del biogás favorece la reducción de emisiones contaminantes y de gases de efecto invernadero, alineándose con los objetivos de transición energética y sostenibilidad establecidos en el Reglamento. Por lo anterior, el desarrollo del proyecto es compatible con las disposiciones del Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética, al promover el uso de energías limpias, el aprovechamiento sustentable de recursos energéticos y la implementación de tecnologías que contribuyen a la mitigación de emisiones y al fortalecimiento del sector energético nacional.
Artículo 2. La planeación vinculante del Sector Energético la realiza la Secretaría de Energía y se materializa mediante lo establecido en los Instrumentos de Planeación del Sector Energético y el cumplimiento de las disposiciones administrativas de carácter general para la planeación vinculante que esta expida. La Secretaría de Energía cuenta con el apoyo del Consejo de Planeación Energética para la coordinación y seguimiento de la planeación vinculante.	
Artículo 22. Los Instrumentos de Planeación del Sector Energético constituyen los documentos rectores de la política energética nacional. Estos permiten a la Secretaría ordenar la planeación del Sector Energético en un horizonte de corto, mediano y largo plazo. La planeación de corto plazo debe cubrir seis años, la de mediano plazo quince años, y la de largo plazo como mínimo treinta años. Los contenidos de corto plazo que deriven de estos instrumentos realizados al inicio de cada periodo del Ejecutivo Federal deben corresponder al periodo de su encargo.	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se enmarca en las disposiciones del Reglamento de la Ley de Planeación y Transición Energética, al alinearse con los instrumentos de planeación del sector energético, los cuales establecen la organización de la política energética nacional mediante objetivos, estrategias, programas y acciones de corto, mediano y largo plazo. Dichos instrumentos constituyen la base de la planeación vinculante del sector y orientan la definición de políticas públicas de la Secretaría para el cumplimiento de las metas en materia energética.
Artículo 27. Las estrategias, líneas de acción, programas y proyectos previstos en los Instrumentos	

Artículo	Vinculación
de Planeación del Sector Energético constituyen las políticas públicas de la Secretaría para alcanzar las metas establecidas en la planeación vinculante del Sector Energético.	En este contexto, el desarrollo del proyecto contribuye a los objetivos de transición energética y aprovechamiento sustentable de la energía, al promover la producción de biogás como fuente renovable, en concordancia con las estrategias orientadas a la diversificación de la matriz energética y la reducción de impactos ambientales asociados al uso de combustibles fósiles.
Artículo 36. La Estrategia es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo en materia de Transición Energética, Aprovechamiento Sustentable de la Energía, Eficiencia Energética, Energías Limpias, Justicia Energética, innovación, desarrollo tecnológico y formación de los recursos humanos del Sector Energético. La Estrategia debe contener, además de lo señalado en el artículo 24 de la Ley, los elementos que se indican a continuación: I. Marco normativo del Sector Energético; II. Diagnóstico del Sector Energético; III. Escenarios de mediano y largo plazo del Sector Energético; IV. Objetivos, estrategias y líneas de acción; V. Indicadores y metas, y VI. Anexos.	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se vincula con la Estrategia Nacional en materia de Transición Energética, al contribuir a los objetivos de mediano y largo plazo orientados al aprovechamiento sustentable de la energía, la promoción de energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes. En este sentido, la generación de biogás a partir del aprovechamiento de residuos orgánicos se alinea con las líneas de acción enfocadas en la diversificación de la matriz energética, el impulso de tecnologías más eficientes y el fortalecimiento de alternativas renovables dentro del sector energético. Asimismo, el proyecto aporta a los enfoques estratégicos relacionados con innovación tecnológica y eficiencia energética, al integrar procesos de valorización de residuos para la producción de un combustible de menor intensidad de carbono, en congruencia con los objetivos, indicadores y metas establecidos en la Estrategia del sector energético nacional.

3.4.3 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

De acuerdo con el Artículo 28 de la LGEEPA, este reglamento es el que determina cuáles son las obras o actividades, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances puedan producir impactos ambientales significativos, desequilibrios ecológicos, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas, y de igual forma también determina cuales son aquellas obras o actividades que no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

En ese orden de ideas y de acuerdo con las características del Proyecto, lo encontramos en el supuesto del Artículo 5 del Reglamento en cuestión tal como se podrá observar en la siguiente tabla, además

de otros artículos que se han considerado, los cuales guardan relación con las obras y actividades previstas para el proyecto:

Tabla 3-13 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto. La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	El proyecto cumple con lo establecido en el presente artículo, al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, como instrumento para su evaluación por parte de la autoridad ambiental competente previo a su autorización. La información contenida en la MIA Particular se integra conforme a las guías vigentes emitidas por la Secretaría, considerando las características ambientales relevantes del sitio del proyecto y su área de influencia, a fin de permitir la evaluación adecuada de los impactos ambientales asociados a sus distintas etapas.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	El proyecto cumple con lo establecido en el presente artículo, al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, correspondiente a las características, escala y alcance de la obra, la cual permite evaluar de manera específica los posibles impactos ambientales derivados de su desarrollo. Dicha modalidad es la aplicable al proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP), al tratarse de una obra con ubicación definida y efectos ambientales localizados, por lo que su evaluación se realiza de forma individual conforme a la normativa vigente.
Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: **I.** Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;	El proyecto cumple con lo establecido en el artículo, toda vez que la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular integra la información requerida para su evaluación, incluyendo los datos generales del proyecto, del

Artículo	Vinculación con el proyecto
II. Descripción del proyecto; **III.** Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; **IV.** Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; **V.** Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; **VI.** Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; **VII.** Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y **VIII.** Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	promovente y del responsable del estudio, así como la descripción detallada de las obras y actividades. De igual forma, la MIA incorpora la vinculación con la normatividad ambiental y de uso de suelo aplicable, la caracterización del sistema ambiental y su problemática, la identificación y evaluación de impactos ambientales, así como las medidas de prevención y mitigación correspondientes. Asimismo, se incluyen los pronósticos ambientales, y los elementos metodológicos y técnicos que sustentan el análisis realizado, en cumplimiento integral de los requisitos establecidos.
Artículo 28.- Si el promovente pretende realizar modificaciones al proyecto después de emitida la autorización en materia de impacto ambiental, deberá someterlas a la consideración de la Secretaría, la que, en un plazo no mayor a diez días, determinará: **I**. Si es necesaria la presentación de una nueva manifestación de impacto ambiental; **II**. Si las modificaciones propuestas no afectan el contenido de la autorización otorgada, o **III.** Si la autorización otorgada requiere ser modificada con objeto de imponer nuevas condiciones a la realización de la obra o actividad de que se trata. En este último caso, las modificaciones a la autorización deberán ser dadas a conocer al promovente en un plazo máximo de veinte día**s.**	El proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se sujetará a lo establecido en el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en lo relativo a las modificaciones que pudieran presentarse una vez obtenida la autorización correspondiente. En este sentido, cualquier ajuste, ampliación o cambio en el diseño, capacidad o características del proyecto será previamente sometido a consideración de la autoridad ambiental competente, a fin de determinar si requiere la presentación de una nueva evaluación de impacto ambiental, si puede considerarse compatible con la autorización otorgada o si es necesario modificar las condiciones originalmente establecidas. De esta manera, se asegura que el desarrollo del proyecto se mantenga dentro del marco de control y seguimiento ambiental aplicable.

3.4.4 Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

El presente Reglamento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la

Protección al Ambiente, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera.

De acuerdo con sus características, el proyecto se ajusta con lo establecido en el Artículo 17 bis del Reglamento en cuestión, donde se señala lo siguiente:

Tabla 3-14 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Artículo	Vinculación con el proyecto
ARTICULO 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	En relación con los criterios establecidos para la protección a la atmósfera, el proyecto se alinea con los principios de preservación de la calidad del aire y control de emisiones, al incorporar dentro de su diseño y operación medidas orientadas a la prevención, mitigación y control de emisiones atmosféricas que pudieran generarse durante las distintas etapas del proyecto. En este sentido, la implementación del proyecto contempla el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable en materia de emisiones a la atmósfera, así como la adopción de buenas prácticas operativas y tecnologías de control que permitan reducir la liberación de contaminantes, con el objetivo de contribuir a mantener condiciones de calidad del aire adecuadas en el área de influencia y asegurar la protección del entorno y la salud de la población.
ARTICULO 16.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina. Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo	Se implementarán medidas de control y prevención de emisiones atmosféricas en todas las etapas del proyecto, apoyadas en el uso de equipos y tecnologías orientadas a reducir la generación de gases, olores y partículas.

Artículo	Vinculación con el proyecto
contaminante o para una misma fuente, según se trate de: I.- Fuentes existentes; II.- Nuevas fuentes; y III.- Fuentes localizadas en zonas críticas. La Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, y previos los estudios correspondientes, determinará en la norma técnica ecológica respectiva, las zonas que deben considerarse críticas.	
ARTICULO 18.- Sin perjuicio de las autorizaciones que expidan otras autoridades competentes, las fuentes fijas de jurisdicción federal que emitan o puedan emitir olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, requerirán licencia de funcionamiento expedida por la Secretaría, la que tendrá una vigencia indefinida.	El promovente realizará las gestiones y trámites que correspondan ante la autoridad competente para dar cumplimiento a las obligaciones aplicables, incluyendo, en su caso, la obtención de la Licencia de Funcionamiento. Asimismo, la operación de las instalaciones se llevará a cabo mediante la implementación de medidas de control y seguimiento de emisiones, con el propósito de cumplir con la normatividad ambiental aplicable
ARTICULO 17.- Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera estarán obligados a: I.- Emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes; II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría; III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo; IV.- Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así lo solicite; V.- Llevar a cabo el monitoreo perimetral de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, cuando la fuente de que se trate se localice en zonas urbanas o suburbanas, cuando colinde con áreas naturales protegidas, y cuando por sus características de	Se aplicarán medidas de prevención, control y seguimiento de emisiones atmosféricas a lo largo de todas las etapas del proyecto, incluyendo preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento. Durante el desarrollo del proyecto se implementarán acciones orientadas a reducir la generación de emisiones a la atmósfera y asegurar el adecuado desempeño de los equipos y procesos asociados, manteniendo un control continuo de las actividades susceptibles de generar contaminantes. Asimismo, se mantendrán bajo control las emisiones derivadas de la operación de la planta y de las actividades auxiliares, mediante el adecuado mantenimiento de los equipos, la aplicación de buenas prácticas operativas y la implementación de medidas de control ambiental orientadas a reducir la liberación de contaminantes al ambiente.

Artículo	Vinculación con el proyecto
operación o por sus materias primas, productos y subproductos, puedan causar grave deterioro a los ecosistemas, a juicio de la Secretaría; VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control; VII.- Dar aviso anticipado a la Secretaría del inicio de operación de sus procesos, en el caso de paros programados, y de inmediato en el caso de que éstos sean circunstanciales, si ellos pueden provocar contaminación; VIII.- Dar aviso inmediato a la Secretaría en el caso de falla del equipo de control, para que ésta determine lo conducente, si la falla puede provocar contaminación; y IX.- Las demás que establezcan la Ley y el Reglamento.	
ARTICULO 23.- Las emisiones de contaminantes atmosféricos que se generen por las fuentes fijas de jurisdicción federal, deberán canalizarse a través de ductos o chimeneas de descarga. Cuando por razones de índole técnica no pueda cumplirse con lo dispuesto por este artículo, el responsable de la fuente deberá presentar a la Secretaría un estudio justificativo para que ésta determine lo conducente.	Las emisiones atmosféricas generadas por las fuentes fijas asociadas a su operación serán conducidas mediante sistemas de descarga adecuados, conforme a las características técnicas de los equipos y procesos. En caso de que alguna condición operativa o de diseño requiera un esquema distinto de conducción de emisiones, se contará con la justificación técnica correspondiente y se atenderán las determinaciones que emita la autoridad competente, asegurando en todo momento el control adecuado de las emisiones generadas.

3.4.5 Reglamento de la LGEEPA en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes tiene por objeto establecer las disposiciones para la integración, operación y actualización del registro de emisiones y transferencia de contaminantes, así como los mecanismos mediante los cuales los establecimientos sujetos reportan la información relativa a las sustancias que generan y transfieren al ambiente.

Tabla 3-15 Vinculación del Proyecto con la LGEEPA en materia de registro de emisiones y transferencia de contaminantes

Artículo	Vinculación
Artículo 9o. Se consideran Establecimientos sujetos a reporte de competencia federal los siguientes: I. Los señalados en el segundo párrafo del artículo 111 Bis de la Ley, incluyendo a aquéllos que realizan Actividades del Sector Hidrocarburos; II. Los generadores de residuos peligrosos en términos de las disposiciones aplicables, y III. Aquéllos que descarguen aguas residuales en cuerpos receptores que sean aguas nacionales.	El proyecto dará cumplimiento a las obligaciones aplicables en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes, atendiendo los requerimientos de información y reporte que resulten procedentes para los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal, conforme a la normatividad aplicable. Asimismo, el proyecto no contempla la descarga de aguas residuales a cuerpos receptores que sean aguas nacionales, por lo que el supuesto previsto en la fracción III del presente artículo no resulta aplicable.
Artículo 10. Para actualizar la Base de datos del Registro, los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar la información sobre sus emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos, conforme a lo señalado en el artículo 19 y 20 del presente reglamento, así como de aquellas sustancias que determine la Secretaría como sujetas a reporte en la Norma Oficial Mexicana correspondiente. La información a que se refiere el párrafo anterior se proporcionará a través de la Cédula, la cual contendrá la siguiente información: (…) IV. La información técnica general del establecimiento, en la cual se incluirá el diagrama de operación y funcionamiento que describirá el proceso productivo desde la entrada del insumo y su transformación, hasta que se produzca la emisión, descarga, generación de residuos peligrosos o transferencia total o parcial de contaminantes, así como los datos de insumos, productos, subproductos y consumo energético empleados; V. La relativa a las emisiones de contaminantes a la atmósfera, en la cual se incluirán las características de la maquinaria, equipo o actividad que las genere, describiendo el punto de	Durante la etapa de operación del proyecto se implementarán mecanismos de control, seguimiento y registro de la información ambiental relacionada con las emisiones, el aprovechamiento de agua, la generación y manejo de residuos y demás aspectos que resulten aplicables. Con base en dicha información, el promovente realizará las gestiones y trámites que correspondan ante la autoridad competente, incluyendo la integración y presentación de la Cédula con la información aplicable, en cumplimiento de las disposiciones en materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

Artículo	Vinculación
generación y el tipo de emisión, así como las características de las chimeneas y ductos de descarga de dichas emisiones. En el caso de contaminantes atmosféricos cuya emisión esté regulada en Normas Oficiales Mexicanas, deberán reportarse además los resultados de los muestreos y análisis realizados conforme a dichas normas. La información a que se refiere esta fracción se reportará también por contaminante; VI. La respectiva al aprovechamiento de agua, registro de descargas y transferencia de contaminantes y sustancias al agua, en la cual se reportarán las fuentes de extracción de agua, los datos generales de las descargas, incluyendo las realizadas a cuerpos receptores y alcantarillado, así como las características de dichas descargas; VII. La inherente a la generación y transferencia de residuos peligrosos, la cual contendrá el número de registro del generador los datos de generación y transferencia de residuos peligrosos, incluyendo los relativos a su almacenamiento dentro del establecimiento, así como a su tratamiento y disposición final; (…) IX. La referente para aquellas emisiones o transferencias derivadas de accidentes, contingencias, fugas o derrames, inicio de operaciones y paros programados, misma que deberá ser reportada por cada evento que se haya tenido, incluyendo la combustión a cielo abierto, y X. La relativa a la prevención y manejo de la contaminación, en la cual se describirán las actividades de prevención realizadas en la fuente y su área de aplicación, así como las de reutilización, reciclaje, obtención de energía, tratamiento, control o disposición final de las sustancias a que	

Artículo	Vinculación
se refiere la fracción VIII del presente artículo.	

3.4.6 Reglamento de la LGPGIR

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. En observancia del presente Reglamento se vincula el proyecto con las siguientes disposiciones.

Tabla 3-16 Vinculación del Proyecto con el Reglamento de la LGPGIR

Artículo	Vinculación con el proyecto
Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos Artículos 82, 83 y 84, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.	El manejo de residuos peligrosos se realizará conforme a lo establecido en el Reglamento de la LGPGIR en materia de almacenamiento y centros de acopio. Asimismo, el almacenamiento temporal se efectuará en áreas destinadas para tal fin, con contenedores adecuados, rotulados y en condiciones que prevengan derrames, reacciones o dispersiones, además de mantener controles operativos que aseguren su permanencia dentro de los tiempos permitidos. En conjunto, estas medidas garantizan un manejo seguro y ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos conforme a la normatividad aplicable.
Artículos 85 y 86, de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos	La recolección y transporte de residuos peligrosos generados durante las distintas etapas del proyecto se realizará conforme a lo establecido en el Reglamento de la LGPGIR, a través de procedimientos que aseguren su manejo seguro desde el punto de generación hasta su entrega a instalaciones autorizadas. En este sentido, los residuos serán debidamente identificados, envasados y etiquetados antes de su traslado, utilizando contenedores adecuados que eviten derrames, fugas o dispersión durante su manejo. Asimismo, el transporte será efectuado por empresas autorizadas, garantizando la trazabilidad mediante manifiestos de recolección y la verificación de las condiciones de seguridad durante su traslado.

Artículo	Vinculación con el proyecto
Artículo 87. Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos. (…)	El manejo de residuos peligrosos dentro del proyecto se realiza conforme a los criterios establecidos en el Reglamento de la LGPGIR, particularmente en lo relativo al uso, control y compatibilidad de envases y materiales. En este sentido, los recipientes que hayan contenido residuos peligrosos únicamente podrán reutilizarse cuando se garantice su integridad y compatibilidad con los materiales a contener, evitando cualquier liberación o interacción que genere riesgos ambientales. Asimismo, previo a cualquier proceso de almacenamiento o manejo que implique contacto entre residuos o materiales, se contempla la verificación de su compatibilidad con base en los procedimientos técnicos aplicables, con el fin de evitar mezclas que puedan generar reacciones peligrosas.
Artículo 88.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.	
Artículo 90, de la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos	El manejo de residuos peligrosos contempla su canalización a procesos de tratamiento realizados por empresas debidamente autorizadas, con el propósito de reducir o eliminar sus características de peligrosidad antes de su disposición final. Dichos procesos se llevarán a cabo conforme a los criterios técnicos y operativos establecidos en la normatividad aplicable, asegurando condiciones de control que eviten impactos al ambiente y a la salud..
Artículos 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99, de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos	La disposición final de los residuos peligrosos generados durante las distintas etapas del proyecto se llevará a cabo mediante su envío a instalaciones autorizadas para su confinamiento o eliminación definitiva, de acuerdo con sus características y nivel de peligrosidad. Este proceso se desarrollará bajo condiciones controladas que aseguren la trazabilidad de los residuos desde su generación hasta su destino final, evitando riesgos al ambiente y a la salud.

3.5 Leyes Estatales

3.5.1 Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco

La Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Jalisco tiene por objeto regular la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente y el patrimonio cultural en el estado de Jalisco, en el ámbito de competencia de los gobiernos estatal y municipales, con la finalidad de mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida de los habitantes del estado y establecer el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. En la Tabla 3-17 se muestra la vinculación de este ordenamiento estatal con el proyecto del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).

Tabla 3-17 Vinculación del Proyecto con la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco

Artículo	Criterio
Artículo 9. Para la formulación y conducción de la política ambiental, y demás instrumentos previstos en esta ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, se observarán los siguientes criterios: (…) V. La prevención de las causas que los generan, es el medio más eficaz para evitar los desequilibrios ecológicos; (…) XI. El control, la prevención y la mitigación de la contaminación ambiental, el aprovechamiento sustentable de los elementos y recursos naturales y el mejoramiento del entorno natural de los asentamientos humanos, son elementos fundamentales para recuperar y elevar la calidad de vida de la población; (…) XV. Quien haga uso de los recursos naturales o realice obras o actividades que directa o indirectamente afecten al ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los costos ambientales que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja al ambiente y aproveche de manera sustentable los recursos naturales;	En cumplimiento de lo establecido en el presente artículo, el proyecto integra la evaluación de impacto ambiental como parte de su planeación, a través de la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular con Estudio de Riesgo. Mediante este instrumento se identifican, analizan y valoran los posibles impactos ambientales asociados al proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y control necesarias para su adecuada ejecución. En este sentido, el proyecto se alinea con las disposiciones del Artículo 9, al incorporar el análisis ambiental como un elemento fundamental en su desarrollo, garantizando su viabilidad desde el punto de vista ambiental.

Artículo	Criterio
Artículo 10. Para cumplir con los objetivos de la conservación permanente del equilibrio de los ecosistemas, se observarán las siguientes estrategias generales en la planeación del desarrollo del estado, de conformidad con esta ley y las demás disposiciones aplicables: I. Estrategia de desarrollo sustentable: Que comprende planificar con base en el ordenamiento ecológico del territorio, realizado a escalas que permitan la planificación municipal, la conversión de los sistemas productivos esquilmantes a sustentables, la transformación limpia de la materia prima, y el reciclaje de energía basada en el aprovechamiento sustentable de los residuos y ahorro energético; (…) III. Estrategia de protección ambiental permanente: A través del rescate de la calidad de vida, rehabilitando, restaurando y preservando los ecosistemas, promoviendo la salud ambiental, previniendo, controlando y atenuando la contaminación, la recuperación de habitabilidad, estableciendo modelos de desarrollo urbano con criterios ambientales, el fortalecimiento permanente de la gestión ambiental, promoviendo la educación ambiental en todos los niveles y gestionando la investigación aplicada, en primera instancia, a la solución de problemas ambientales puntuales en el estado.	El proyecto se desarrolla en congruencia con las estrategias generales para la planeación del desarrollo del Estado de Jalisco, con el aprovechamiento de residuos en consecuencia del ordenamiento ecológico del territorio y preservando ecosistemas al prevenir su contaminación. Asimismo, mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental se establecen las medidas de prevención, mitigación y control necesarias para favorecer un desarrollo ambientalmente viable, en concordancia con los principios de sustentabilidad y con la política ambiental vigente en el Estado, promoviendo la incorporación de criterios ambientales en la planeación y ejecución de las actividades del proyecto.
Artículo 23. Para la regulación ambiental de los asentamientos humanos, las dependencias y entidades de la administración pública, deberán, además de observar las disposiciones en materia de desarrollo urbano, los siguientes criterios generales: I. La política ambiental en los asentamientos humanos requiere, para ser eficaz, de una estrecha vinculación con la planeación urbana y su aplicación. Para lo cual, los planes parciales y programas de desarrollo urbano deberán elaborarse atendiendo los lineamientos, disposiciones y estrategias que se encuentren contenidos en los ordenamientos ecológicos locales y demás instrumento que al efecto se expidan;	El proyecto se desarrolla en congruencia con los principios del artículo 23, al considerar los instrumentos de planeación territorial aplicables y las condiciones ambientales del área donde se pretende establecer. Su diseño y ejecución toman en cuenta las características del entorno, la disponibilidad de infraestructura y los criterios de protección ambiental y ordenamiento del territorio, favoreciendo la compatibilidad entre el desarrollo de actividades productivas y la conservación de la biodiversidad. Asimismo, no contempla la creación de nuevos centros de población ni induce modificaciones significativas en la dinámica territorial de la región.

Artículo	Criterio
II. Se debe buscar la corrección de aquellos desequilibrios que deterioren la calidad de vida de la población y, a la vez, prever y dirigir las tendencias de crecimiento de los asentamientos humanos, para mantener una relación suficiente entre la base de los recursos naturales existentes y la población, cuidando de los factores ambientales que son parte integrante de la calidad de vida. Para lo cual, la determinación de los usos del suelo, deberá de efectuarse en función de los ordenamientos ecológicos locales que al efecto se expidan; (…)	Adicionalmente, se cuenta con la Licencia de Uso de Suelo No. D.O.P-DUS-004/2021 mediante la cual la autoridad competente determinó la factibilidad del uso solicitado para el desarrollo de instalaciones destinadas a la producción de biogás, lo que acredita la compatibilidad del proyecto con los instrumentos de planeación territorial aplicables. De igual forma, mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental se evalúan los posibles efectos asociados a las distintas etapas del proyecto, incorporando medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental que contribuyen a minimizar impactos sobre los recursos naturales y el entorno.
Artículo 26. La realización de obras o actividades públicas o privadas que puedan causar desequilibrios ecológicos, impactos al ambiente o rebasar los límites y condiciones señalados en los reglamentos, las normas oficiales emitidas por la federación y las disposiciones reglamentarias que al efecto expida el Titular del Ejecutivo del Estado, deberán de sujetarse a la autorización previa de la Secretaría de los gobiernos municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, siempre que no se trate de las obras o actividades de competencia federal, comprendidas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ni de cualesquiera otras reservadas a la federación, sin perjuicio de las diversas autorizaciones que corresponda otorgar a las autoridades competentes. Cuando se trate de la evaluación del impacto ambiental, por la realización de obras o actividades que tengan por objeto el aprovechamiento de recursos naturales, la autoridad competente, requerirá a los interesados que, en el estudio de impacto ambiental correspondiente, se incluya la descripción de los posibles efectos de dichas obras o actividades en los elementos culturales y en el ecosistema de que se trate, considerando el conjunto de elementos que lo conforman, y no únicamente los recursos que serían sujetos de aprovechamiento.	El proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental mediante la elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular con Estudio de Riesgo, a través de la cual se identifican, describen y valoran los impactos ambientales potenciales. Asimismo, se establecen las medidas necesarias para prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los efectos negativos sobre el ambiente, garantizando que la ejecución del proyecto se realice bajo condiciones que minimicen su incidencia en el entorno. En este sentido, el proyecto da cumplimiento a lo dispuesto en el Artículo 26, al sujetarse al proceso técnico-administrativo de evaluación ambiental correspondiente.
Artículo 27. Para la obtención de la autorización a que se refiere el artículo anterior, los interesados deberán presentar, ante la autoridad correspondiente,	Con la finalidad de identificar, prevenir y controlar los posibles efectos ambientales asociados a las distintas etapas del proyecto, se presenta la presente

Artículo	Criterio
un estudio de impacto ambiental que, en su caso, deberá de ir acompañado de un estudio de riesgo ambiental de la obra, de sus modificaciones o de las actividades previstas, consistentes en las medidas técnicas preventivas y correctivas para mitigar los efectos adversos al equilibrio ecológico, durante su ejecución, operación normal y en caso de accidente, considerando las siguientes etapas: descripción del estado actual del ecosistema y, en su caso, del patrimonio cultural; diagnóstico ambiental y cultural; y proposición de enmiendas, mitigaciones, correcciones y alternativas, en las fases de preparación del sitio, operación del proyecto y el abandono o terminación del mismo, lo anterior, tomando en cuenta los subsistemas abiótico, biótico, perceptual y sociocultural, todo ello en el contexto de la cuenca hidrológica en el que se ubique. Los estudios únicamente podrán ser realizados por grupos multidisciplinarios, con conocimientos y experiencia en la gestión ambiental, quienes además, deberán de cumplir con los requisitos que se establezcan en el reglamento correspondiente. Las modalidades de los estudios, los mecanismos y plazos de evaluación se establecerán en el reglamento respectivo.	Manifestación de Impacto Ambiental con su respectivo Estudio de Riesgo ante la autoridad competente para su evaluación. Mediante este instrumento se analizan los impactos potenciales derivados de la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre y abandono, incorporando las medidas de prevención, mitigación y seguimiento necesarias para asegurar un desarrollo ambientalmente responsable. Asimismo, el proyecto contempla la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y demás medidas de manejo ambiental orientadas a verificar el cumplimiento de las disposiciones aplicables y minimizar posibles afectaciones al entorno, en apego a los principios de prevención y protección ambiental establecidos en la legislación estatal.
Artículo 71. Para la protección de la atmósfera, se considerarán los siguientes criterios: I. La calidad del aire deberá ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del estado; y II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, en la entidad, sean de fuentes fijas o móviles, deberán de ser reducidas y controladas para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	En relación con los criterios establecidos para la protección a la atmósfera, el proyecto se alinea con los principios de preservación de la calidad del aire y control de emisiones, al incorporar dentro de su diseño y operación medidas orientadas a la prevención, mitigación y control de emisiones atmosféricas que pudieran generarse durante las distintas etapas del proyecto. En este sentido, la implementación del proyecto contempla el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable en materia de emisiones a la atmósfera, así como la adopción de buenas prácticas operativas y tecnologías de control que permitan reducir la liberación de contaminantes, con el objetivo de contribuir a mantener condiciones de calidad del aire adecuadas en el área de influencia y
Artículo 75. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera se observarán las prevenciones de esta Ley y las disposiciones reglamentarias que de ella emanen; así como las normas oficiales expedidas por el ejecutivo federal y	

Artículo	Criterio
la normatividad reglamentaria que al efecto se (sic) expida el Gobierno del Estado.	asegurar la protección del entorno y la salud de la población.
Artículo 76. Las autoridades estatales y municipales, en su caso, promoverán en las zonas que se hubiesen determinado como aptas para uso industrial, cercanas a las áreas habitacionales, la instalación de industrias que utilicen tecnologías y energéticos no contaminantes, o de bajo nivel de contaminación.	

3.5.2 Ley para la acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco

La Ley para la acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco es el instrumento jurídico que establece el marco normativo para la formulación, implementación y evaluación de la política estatal en materia de cambio climático. Su objetivo principal es regular las acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, mediante la coordinación entre los distintos órdenes de gobierno y la participación de los sectores social y privado. La ley define principios, criterios y mecanismos para integrar la variable climática en la planeación del desarrollo estatal, promoviendo un enfoque preventivo y de gestión de riesgos ante fenómenos asociados al cambio climático.

Asimismo, esta ley contempla la creación de instrumentos de política pública como programas, estrategias y sistemas de información que permiten dar seguimiento a las acciones climáticas en el estado. Establece las bases para el diseño de medidas orientadas a la reducción de emisiones, el uso eficiente de la energía, el fomento de tecnologías más limpias y la conservación de los recursos naturales, así como acciones de adaptación que fortalezcan la resiliencia de los ecosistemas y de la población. Aunque sus disposiciones están dirigidas principalmente a las autoridades, también promueve que las actividades productivas se desarrollen bajo criterios de sustentabilidad, en congruencia con los objetivos de transición hacia un modelo de desarrollo bajo en carbono.

El proyecto incorpora procesos orientados al aprovechamiento energético de residuos orgánicos mediante la producción de biogás, contribuyendo al uso de fuentes energéticas con menor impacto ambiental y al aprovechamiento de recursos que, de otra forma, podrían generar emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, durante su desarrollo y operación se implementarán medidas de control operativo, mantenimiento y seguimiento ambiental destinadas a minimizar emisiones fugitivas y optimizar el desempeño de las instalaciones.

Adicionalmente, mediante la aplicación del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) y las medidas de prevención y mitigación previstas, se promoverá el cumplimiento de criterios de protección ambiental y uso eficiente de los recursos. En este contexto, el proyecto mantiene congruencia con los objetivos de la Ley de Cambio Climático del Estado de Jalisco, al favorecer acciones orientadas a la mitigación de emisiones y al fortalecimiento de un desarrollo sustentable en la entidad.

3.5.3 Ley de Protección y Cuidado de los Animales del Estado de Jalisco.

La Ley de Protección y Cuidado de los Animales del Estado de Jalisco, publicada el 29 de noviembre del 2012 es el instrumento jurídico que regula la conservación, protección y aprovechamiento sustentable de la fauna doméstica y silvestre dentro del territorio estatal. Esta ley establece las bases para prevenir el deterioro de las poblaciones de flora y fauna, así como para promover su manejo adecuado, definiendo las competencias de las autoridades y las obligaciones de los particulares. Asimismo, contempla medidas para la protección de especies en riesgo y la preservación de los ecosistemas, con el objetivo de garantizar el equilibrio ecológico y la continuidad de los procesos naturales.

Tabla 3-18 Vinculación con la Ley de Protección y Cuidado de los Animales del Estado de Jalisco

Artículo	Criterio
Artículo 2º. Los animales son integrantes de un orden natural cuya preservación es indispensable para la sustentabilidad del desarrollo humano, razón por la cual se les debe proporcionar protección y cuidado conforme a la ley, su reglamento y las disposiciones aplicables.	El proyecto es congruente con lo establecido en el artículo 2 de la Ley de Protección y Cuidado de los Animales del Estado de Jalisco toda vez que contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y protección ambiental orientadas a minimizar posibles afectaciones sobre la flora y fauna presentes en el área de influencia. Asimismo, mediante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, se dará seguimiento a las condiciones del entorno durante las distintas etapas del proyecto, verificando la correcta aplicación de las medidas de manejo ambiental y favoreciendo la protección de la vida silvestre. De igual forma, se atenderán las disposiciones y recomendaciones emitidas por las autoridades competentes en materia ambiental, contribuyendo a la conservación de los recursos biológicos presentes en el sitio.
Artículo 64. Cualquier actividad relacionada con los animales citados en este capítulo será regida por convenios o acuerdos de coordinación entre la autoridad municipal, las estatales y federales competentes, así como las disposiciones en la materia.	El proyecto no contempla ningún tipo de aprovechamiento de vida silvestre en ninguna de sus etapas. Asimismo, mediante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, se dará seguimiento a las condiciones del entorno durante las distintas etapas del proyecto, verificando la correcta aplicación de las medidas de manejo ambiental y favoreciendo la protección de la vida silvestre.
Artículo 63. Los ejemplares contemplados en las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas, estarán protegidos por las disposiciones establecidas en el presente	Asimismo, mediante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental, se dará seguimiento a las condiciones del entorno durante las distintas etapas del proyecto, verificando la correcta aplicación de las medidas de manejo ambiental y

Artículo	Criterio
ordenamiento, la legislación federal y las medidas dispuestas por las autoridades municipales**.**	favoreciendo la protección de la vida silvestre. De igual forma, se atenderán las disposiciones y recomendaciones emitidas por las autoridades competentes en materia ambiental, contribuyendo a la conservación de los recursos biológicos presentes en el sitio. Por lo anterior, si bien el proyecto no contempla el aprovechamiento de vida silvestre ni la transferencia de derechos asociados a ésta, se considera congruente con el artículo 63, al desarrollarse bajo criterios de prevención, control y protección ambiental que favorecen la conservación del hábitat y de las especies presentes en el área de influencia.

3.5.4 Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios.

La Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios establece el marco normativo que orienta la gestión del recurso hídrico en la entidad. A través de sus disposiciones, se definen los lineamientos para el uso, aprovechamiento y conservación del agua, así como las responsabilidades de las autoridades y de los distintos usuarios. Esta ley busca propiciar un manejo equilibrado del recurso, promoviendo su disponibilidad a largo plazo y la protección de los sistemas naturales vinculados al agua.

Tabla 3-19 Vinculación con la Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios.

Artículo	Criterio
Artículo 48. Para la prestación de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición final de sus aguas residuales, los Municipios tendrán las siguientes atribuciones: **(…)** **III.** Concesionar los servicios públicos de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición final de sus aguas residuales, en los términos de lo dispuesto por la Constitución y la Ley del Gobierno y Administración Pública Municipal;	Las aguas residuales generadas durante las distintas etapas del proyecto serán manejadas conforme a las disposiciones aplicables. Las aguas residuales sanitarias serán tratadas en la planta de tratamiento interna de CAMPARI MÉXICO S.A DE C.V dentro del predio, mientras que las aguas residuales de proceso serán manejadas mediante la infraestructura prevista para su aprovechamiento y reincorporación al proceso cuando resulte viable. Con ello, el proyecto es congruente con los mecanismos de control y seguimiento previstos para el manejo de las aguas residuales y la protección del medio ambiente.
Artículo 91. Los usuarios de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, deberán celebrar con el municipio o su organismo operador un contrato de adhesión para la prestación de los servicios, cuyo contenido especificará las	El proyecto contempla el uso de agua tratada como principal fuente de abastecimiento durante las etapas de preparación del sitio y construcción, mientras que en la etapa de operación no se contempla su uso. Asimismo, para la etapa de cierre y abandono se

Artículo	Criterio
obligaciones y responsabilidades de cada part, de acuerdo con el contenido de esta Ley, su reglamento y los reglamentos municipales correspondientes. (…).	prevé el aprovechamiento del agua existente dentro de la infraestructura del proyecto. De esta manera, el uso del recurso hídrico se ajustará a las necesidades de cada etapa y se realizará conforme a las disposiciones aplicables para su suministro y aprovechamiento.
Artículo 96. El servicio de agua potable en el Estado será medido y los volúmenes de consumo, cuotas y cargos, se determinarán de conformidad las siguientes disposiciones: (…)	El suministro de agua y, en su caso, de agua residual tratada requerido para el desarrollo del proyecto se realizará conforme a los mecanismos de medición y control aplicables. Cuando el abastecimiento provenga de prestadores de servicio o infraestructura sujeta a medición, se dará cumplimiento a las disposiciones correspondientes para el registro y control de los volúmenes consumidos. De esta manera, el uso del recurso hídrico se llevará a cabo bajo criterios de control y aprovechamiento eficiente durante las distintas etapas del proyecto.

3.5.5 Código Urbano para el Estado De Jalisco

El Código Urbano para el Estado de Jalisco, publicado el 27 de septiembre de 2008, es el instrumento normativo que establece las bases para la planeación, regulación y control del crecimiento urbano en la entidad. Esta ley tiene como objetivo ordenar el uso del territorio, promover el desarrollo urbano sostenible y garantizar una adecuada distribución de la población y de las actividades económicas, mediante la definición de criterios, instrumentos de planeación y atribuciones para las autoridades. Asimismo, busca asegurar la compatibilidad entre los usos de suelo, la infraestructura y los servicios, contribuyendo al desarrollo equilibrado y sustentable de los centros de población.

Tabla 3-20 Vinculación con el Código Urbano para el Estado De Jalisco

Artículo	Criterio
Artículo 148. A los municipios corresponderá formular, aprobar y administrar la zonificación de los centros de población ubicados en su territorio. Para ese efecto se entenderá por zonificación: I. La determinación de áreas que integran y delimitan un centro de población; II. La determinación de los aprovechamientos predominantes en las áreas a que se refiere la fracción anterior; III. La reglamentación de los usos y destinos, y	El proyecto cuenta con la Licencia de Uso de Suelo No. D.O.P-DUS-004/2021, mediante la cual la autoridad competente determinó la factibilidad para el desarrollo de instalaciones destinadas a la producción de biogás. En este sentido, su ubicación y desarrollo consideran las disposiciones aplicables en materia de ordenamiento territorial y uso de suelo, atendiendo los instrumentos y autorizaciones emitidos por las autoridades competentes.

Artículo	Criterio
IV. Las determinaciones de las fracciones I y II que deben estar contenidas en los programas o planes municipales donde se ordenen y regulen los centros de población conforme las disposiciones de este Código. A falta de reglamentación municipal se aplicarán las disposiciones en materia de desarrollo urbano, que para tal efecto expida el Congreso del Estado en los términos del artículo 115 fracción II inciso e) de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como los instrumentos federales y estatales de planeación aplicables.	
Artículo 279. Toda obra de construcción, modificación, reconstrucción o demolición, requerirá autorización del ayuntamiento. La licencia o permiso de construcción, se otorgará por la Dependencia Municipal, de conformidad con lo dispuesto en el presente Título, con las disposiciones de la Ley del Procedimiento Administrativo y su Reglamento de Construcción.	El proyecto cuenta con la Licencia de Construcción municipal EXP. 02 No.074/2023 emitida por la autoridad competente, mediante la cual se determinó la factibilidad para el desarrollo de instalaciones destinadas al proyecto. Por lo anterior, las obras y actividades previstas se realizarán conforme a las condiciones establecidas en dicha autorización y demás disposiciones aplicables.
Artículo 285. El proyecto ejecutivo deberá cumplir los programas y planes de desarrollo urbano aplicables a su área de ubicación, los lineamientos marcados en los dictámenes de usos y destinos, y de trazo, usos y destinos específicos, así como con lo establecido en el presente Código, el reglamento de construcción municipal y demás leyes y reglamentos aplicables. El proyecto ejecutivo deberá contener los estudios de impacto ambiental elaborados por el promovente, de conformidad con la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Los proyectos y ejecución de obras de edificación y restauración deberán realizarse por un arquitecto, ingeniero civil, ingeniero en obras y servicios o cualquier otra profesión que tenga por objeto el diseño y construcción de obra de infraestructura, servicios y equipamiento, con cédula legalmente expedida por la Dirección de Profesiones del Estado, registrado como perito conforme las disposiciones del título Décimo Primero del presente Código.	El proyecto se adhiere a los planes de desarrollo y usos de suelo correspondientes toda vez que cuenta con la Licencia de Uso de Suelo No. D.O.P-DUS-004/2021, mediante la cual la autoridad competente determinó la factibilidad para el desarrollo de instalaciones destinadas a la producción de biogás. Asimismo, mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental se establecen las medidas de prevención, mitigación y control necesarias para favorecer un desarrollo ambientalmente viable, en concordancia con los principios de sustentabilidad y con la política ambiental vigente en el Estado, promoviendo la incorporación de criterios ambientales en la planeación y ejecución de las actividades del proyecto. De igual forma, las actividades se desarrollan bajo esquemas de control y supervisión que aseguran el cumplimiento de las disposiciones aplicables, sin afectar la planeación urbana ni el desarrollo ordenado del territorio. En este sentido, el proyecto se considera congruente con lo establecido en el Artículo 285, al ejecutar sus obras bajo autorización municipal y conforme a los

Artículo	Criterio
	criterios de ordenamiento y control de la infraestructura urbana y ambiental correspondientes.
Artículo 293. Todo propietario estará obligado a demoler o ejecutar las reparaciones necesarias para evitar que las edificaciones en mal estado pongan en peligro la seguridad de sus moradores o del público en general; lo cual deberá hacerse en un plazo no mayor de tres meses que fijará la Dependencia Municipal, en la inteligencia de que en caso de ofrecer resistencia, la autoridad realizará la obra a costa del propietario, lo anterior será previamente notificado a los propietarios y poseedores. Cuando se trate de un caso de emergencia, la autoridad correspondiente procederá con la rapidez que sea necesaria, aplicando las medidas de seguridad previstas en el Título Décimo Segundo del presente Código.	La infraestructura asociada al proyecto será desarrollada dentro del predio autorizado para la producción de biogás será demolida en el caso de que su estructura se encuentre en mal estado o esta comprometa la seguridad del personal que se encuentre dentro o cerca de la edificación de las obras del proyecto.

3.6 Instrumentos de Planeación alineados al Plan Nacional de Desarrollo

3.6.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El Eje General 4 “Desarrollo Sustentable” del Plan Nacional de Desarrollo (PND) establece como prioridad nacional la construcción de un modelo de desarrollo que garantice el equilibrio entre el crecimiento económico, el bienestar social y la protección ambiental, con el objetivo de preservar los recursos naturales y evitar daños irreversibles al medio ambiente. Este enfoque reconoce que el desarrollo del país debe realizarse bajo principios de justicia ambiental, disminución de la huella ecológica y respeto a los ciclos naturales que sustentan la vida.

Dentro de este eje estratégico se plantea la necesidad de impulsar políticas públicas orientadas a la transición energética, el uso sustentable de los recursos naturales y la reducción de emisiones contaminantes, promoviendo la integración de fuentes de energía renovables en la matriz energética nacional. Asimismo, se reconoce la importancia de fortalecer la economía circular mediante el aprovechamiento energético de residuos orgánicos, el reciclaje de materiales y la gestión eficiente de los residuos, con el propósito de reducir la contaminación y optimizar el uso de los recursos.

El eje también establece que la soberanía energética del país debe alcanzarse bajo un enfoque de sustentabilidad ambiental, fomentando el desarrollo de tecnologías limpias, la innovación en el sector energético y la diversificación de las fuentes de generación de energía. En este sentido, se reconoce la necesidad de acelerar la transición hacia energías renovables y reducir la dependencia de combustibles fósiles, a fin de contribuir al cumplimiento de los compromisos internacionales en materia de cambio climático.

Adicionalmente, el PND señala la importancia de fortalecer la protección de los ecosistemas, el cumplimiento de la normatividad ambiental y el desarrollo de infraestructura sustentable que permita equilibrar el crecimiento económico con la conservación del patrimonio natural del país.

El proyecto se alinea con los objetivos del Eje General 4 “Desarrollo Sustentable”, al incorporar un esquema de aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de biogás, favoreciendo la valorización de subproductos y reduciendo la disposición final de materiales con potencial de generar impactos ambientales. Esta estrategia contribuye a fortalecer modelos de economía circular mediante el aprovechamiento eficiente de los recursos disponibles.

Asimismo, la generación de biogás representa una alternativa energética de origen renovable que promueve la diversificación de las fuentes de energía y el uso de tecnologías con menor impacto ambiental. De igual forma, el proyecto contempla medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a proteger los recursos naturales y optimizar el desempeño de las instalaciones durante sus distintas etapas de desarrollo.

En este contexto, la propuesta es congruente con las políticas nacionales encaminadas a impulsar la transición energética, fomentar el aprovechamiento sustentable de los recursos y promover proyectos que contribuyan al desarrollo económico bajo criterios de responsabilidad ambiental y sostenibilidad.

3.6.2 Programa Sectorial de Energía (PROSENER)

6.2 Relevancia del objetivo 2: Impulsar proyectos estratégicos de energías renovables, el fomento a la eficiencia energética, y la innovación tecnológica para mitigar el impacto ambiental y reducir la dependencia de combustibles fósiles, priorizando regiones y sectores históricamente marginados

El Programa Sectorial de Energía (PROSENER) establece en su Objetivo 6.2 el impulso a proyectos estratégicos de energías renovables, el fomento a la eficiencia energética y el desarrollo de innovación tecnológica como mecanismos para mitigar el impacto ambiental asociado a la generación y uso de la energía, así como para reducir la dependencia de combustibles fósiles en el país.

Este objetivo reconoce que, si bien el gas natural continúa siendo el principal energético utilizado en la generación eléctrica en México, la participación de energías limpias ha ido incrementándose, alcanzando aproximadamente 24.32% de la generación en 2024, lo cual evidencia la necesidad de fortalecer la transición energética mediante el desarrollo de tecnologías y proyectos que promuevan el aprovechamiento de fuentes renovables

Asimismo, el objetivo se encuentra alineado con el Plan Nacional de Desarrollo (PND), particularmente con el Eje 4 “Desarrollo sustentable” y el Eje transversal de innovación tecnológica, los cuales establecen como prioridad la sustitución progresiva de combustibles fósiles por energías renovables, la promoción de tecnologías limpias y el aprovechamiento sustentable de los recursos energéticos del país. En este contexto, el PROSENER impulsa la integración de energías limpias en las cadenas de valor del sector energético, la generación para autoconsumo en los sectores productivos y el desarrollo de infraestructura energética más eficiente y sostenible.

De igual forma, el programa establece la importancia de fortalecer la eficiencia energética en los procesos productivos y en el consumo final de energía, mediante el desarrollo de tecnologías más eficientes, el fortalecimiento de la normatividad en materia de eficiencia energética y la promoción de una cultura de uso racional de los recursos energéticos.

El proyecto de **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** se vincula directamente con lo establecido en el Objetivo 6.2 del PROSENER, toda vez que contempla la producción de un combustible renovable mediante el aprovechamiento energético de residuos orgánicos, lo que contribuye al desarrollo de proyectos estratégicos de energías renovables y al fortalecimiento de la transición energética en el país.

El biogás constituye una alternativa energética que permite valorizar residuos orgánicos y generar energía limpia, contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la disminución de la dependencia de combustibles fósiles convencionales. Asimismo, el proyecto incorpora procesos tecnológicos que permiten el aprovechamiento eficiente de la biomasa, alineándose con los principios de eficiencia energética y desarrollo tecnológico promovidos por el PROSENER.

En este sentido, el desarrollo del proyecto coadyuva al cumplimiento de los objetivos de política energética nacional, al fomentar el uso de fuentes de energía renovable, impulsar la innovación tecnológica en el sector energético y promover el aprovechamiento sustentable de los recursos energéticos, en congruencia con los lineamientos establecidos en el Programa Sectorial de Energía y el Plan Nacional de Desarrollo.

3.7 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) en México son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional que representan una variedad de ecosistemas, en las cuales el ambiente original ha sido preservado en gran medida y que brindan importantes beneficios ecológicos. Según los datos proporcionados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en su Información Espacial de las Áreas Naturales Protegidas, se ha recopilado información geoespacial sobre las Áreas Naturales Protegidas (ANP), tanto a nivel federal como estatal. El propósito de esta recopilación es determinar si el Sistema Ambiental donde se planea desarrollar el proyecto se superpone con Áreas Naturales Protegidas.

Con base en el análisis cartográfico realizado, se determinó que el proyecto no se localiza dentro de ninguna Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal, ni presenta superposición con zonas sujetas a programas de manejo específicos. La ANP más cercana corresponde a “Sierra Cóndiro - Canales y Cerro San Miguel – Chiquihuitillo” ubicada aproximadamente a 23.280 km del área del proyecto y es de carácter Estatal. Adicionalmente al noroeste se encuentran las ANPs “Barrancas de los ríos Santiago y Verde” y “Cuenca Alimentadora del Distrito Nacional de Riego 043 Estado de Nayarit”, las cuales se encuentran a una distancia de a 46.419 y 82.016 km respectivamente, donde la primera es de carácter Estatal y la segunda Federal.

Debido a que las obras y actividades se desarrollarán fuera de los límites de dicha área protegida, no se prevé la ocupación, modificación o aprovechamiento directo de los ecosistemas y recursos

naturales bajo protección. Asimismo, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y control ambiental establecidas para el proyecto, con la finalidad de evitar efectos indirectos sobre el entorno.

Por lo anterior, se considera que el proyecto es compatible con los decretos y programas de manejo aplicables a las Áreas Naturales Protegidas, al mantenerse fuera de sus límites y no generar intervenciones directas sobre los elementos objeto de conservación.

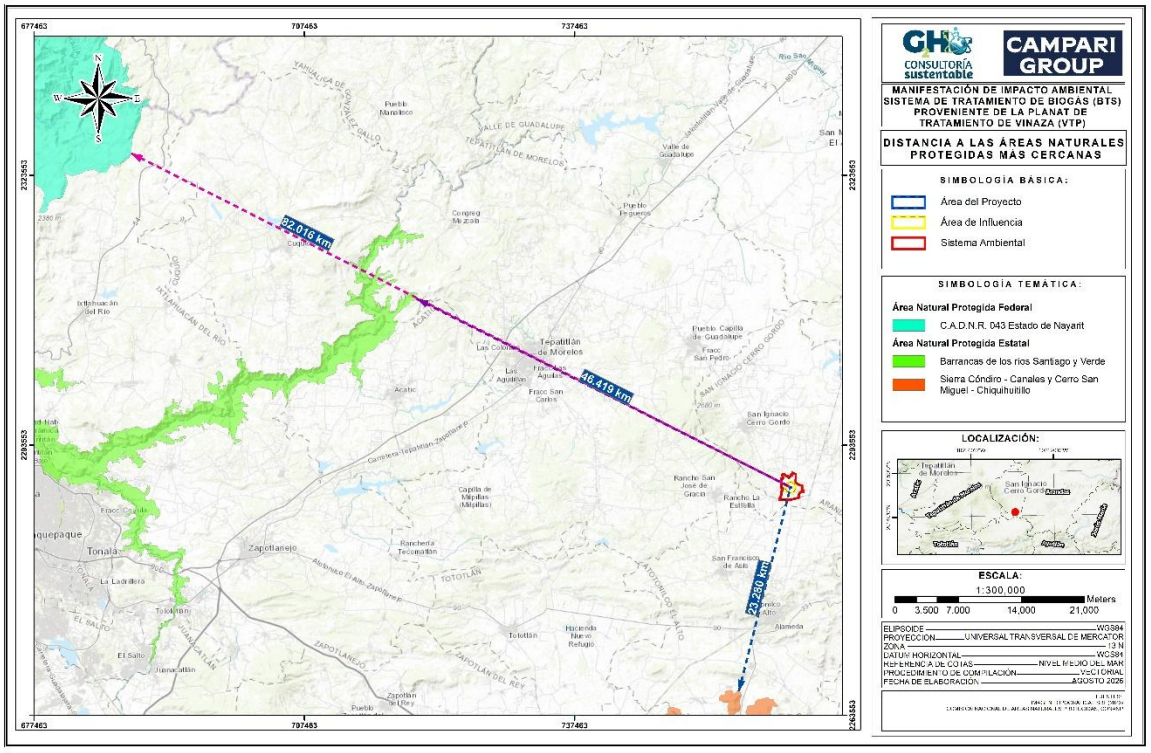


Figura 3-2 Distancia al Área Natural Protegida más cercana

3.8 Instrumentos de Planeación para la Conservación Ecológica

3.8.1 Sitios RAMSAR

Los Sitios Ramsar son humedales de importancia internacional designados conforme a la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Convención Ramsar), los cuales destacan por su valor ecológico, hidrológico y de biodiversidad, especialmente como hábitat de especies de flora y fauna, incluyendo aves migratorias.

Con base en la información geoespacial disponible para estos sitios, se realizó el análisis de su distribución en relación con el Sistema Ambiental del proyecto, con la finalidad de identificar posibles interacciones o superposiciones.

Con base en el análisis cartográfico realizado, se determinó que el proyecto no se localiza dentro ni en las inmediaciones de algún Sitio Ramsar. El humedal de importancia internacional más cercano corresponde a “Lago de Chapala”, ubicado aproximadamente a 48.973 km del área del proyecto.

Debido a la distancia existente y a que las actividades se desarrollarán exclusivamente dentro del predio destinado al proyecto del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, no se prevé la alteración de humedales, cuerpos de agua asociados ni de los procesos ecológicos que sustentan dicho sitio. Asimismo, las medidas de prevención y control ambiental previstas permitirán evitar afectaciones fuera del área de influencia del proyecto.

Por lo anterior, no se identifican interacciones directas o indirectas con Sitios Ramsar, por lo que el proyecto resulta compatible con los objetivos de conservación y uso racional de los humedales establecidos en la Convención Ramsar.

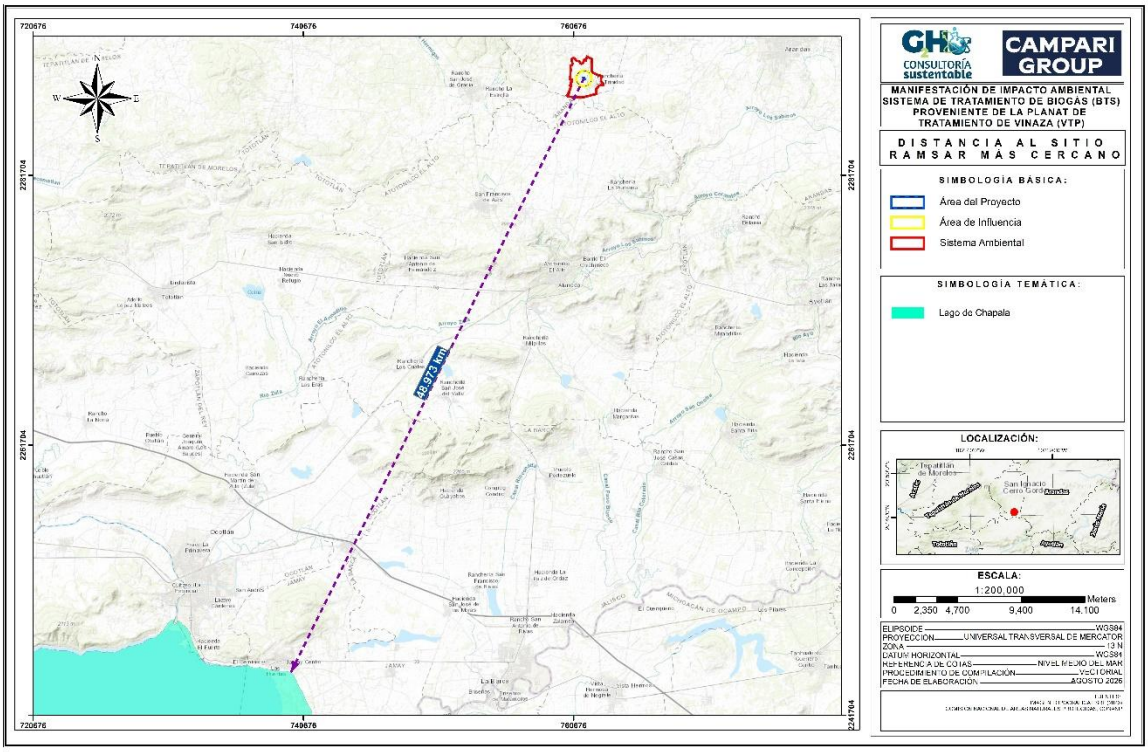


Figura 3-3 Distancia al sitio RAMSAR más cercano

3.8.2 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves. (AICA)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) son sitios identificados a nivel nacional por su relevancia para la conservación de poblaciones de aves, ya sea por albergar especies endémicas, amenazadas, migratorias o por concentrar altos niveles de diversidad biológica. Estas áreas constituyen un instrumento de referencia para la conservación de la avifauna y sus hábitats.

Con base en la información geoespacial disponible para las AICA, se realizó el análisis de su distribución en relación con el Sistema Ambiental del proyecto, con el objetivo de identificar posibles coincidencias o zonas de influencia.

De acuerdo con la revisión de la información cartográfica disponible, el proyecto no se ubica dentro de ninguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). El sitio más próximo corresponde a Laguna de Chapala, localizado aproximadamente a 47.223 km del área del proyecto.

La separación existente entre ambas áreas, aunada a que las actividades se concentrarán dentro del predio del proyecto, permite descartar afectaciones sobre los hábitats utilizados por las especies de aves asociadas a dicha AICA. Asimismo, no se prevén modificaciones en humedales, corredores biológicos o zonas de alimentación, refugio o reproducción vinculadas con este sitio de importancia para la avifauna.

Adicionalmente, las medidas de manejo ambiental previstas para las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y abandono contribuirán a minimizar cualquier efecto sobre la fauna silvestre presente en el entorno. En este contexto, no se identifican impactos que comprometan los objetivos de conservación por los cuales fue reconocida esta AICA.

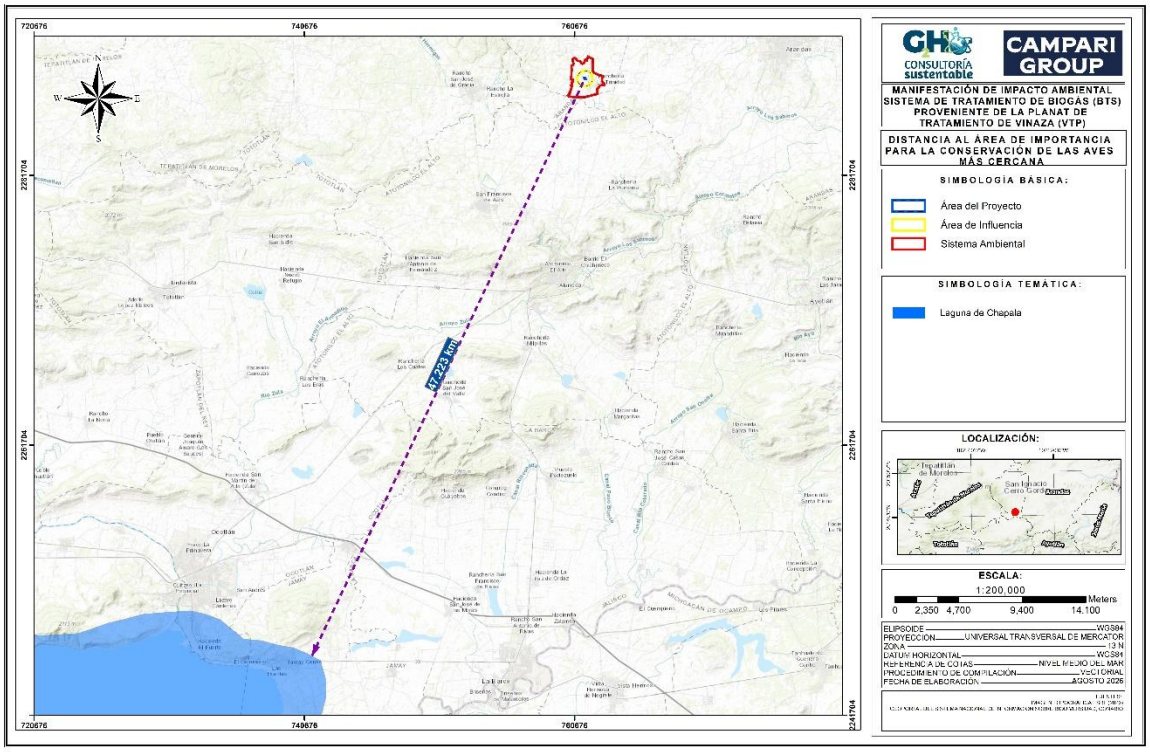


Figura 3-4 Distancia al Área de Importancia Para la Conservación de las Aves más cercana

3.8.3 Programa de Recuperación y Restablecimiento de los Sitios Prioritarios para la Restauración Ecológica (SPR)

Los Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR) representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de recuperación para asegurar la persistencia de la biodiversidad, el mantenimiento de sus funciones ecológicas y los servicios ecosistémicos que proveen, así como para favorecer la conectividad ecológica y la restauración de hábitats de especies vulnerables.

Con base en el análisis cartográfico realizado, el proyecto no se localiza dentro de ningún Sitio Prioritario para la Restauración Ecológica (SPR). De acuerdo con la información cartográfica disponible, en las inmediaciones regionales se identifican polígonos incorporados al Programa de Recuperación y Restablecimiento de los Sitios Prioritarios para la Restauración Ecológica, ubicados aproximadamente a 2.598 km del área del proyecto y reconocidos con la categoría de prioridad media.

No obstante, las obras y actividades previstas se desarrollarán fuera de dichas áreas, por lo que no se contempla la remoción, alteración o intervención directa sobre los ecosistemas sujetos a restauración. Asimismo, se implementarán medidas de prevención, mitigación y control ambiental para evitar la dispersión de residuos, materiales o sedimentos fuera del área de trabajo.

En consecuencia, no se prevé que el proyecto interfiera con los objetivos, acciones o procesos de recuperación ecológica establecidos para estos sitios prioritarios, manteniéndose una separación suficiente entre la infraestructura propuesta y las áreas identificadas para su restauración.

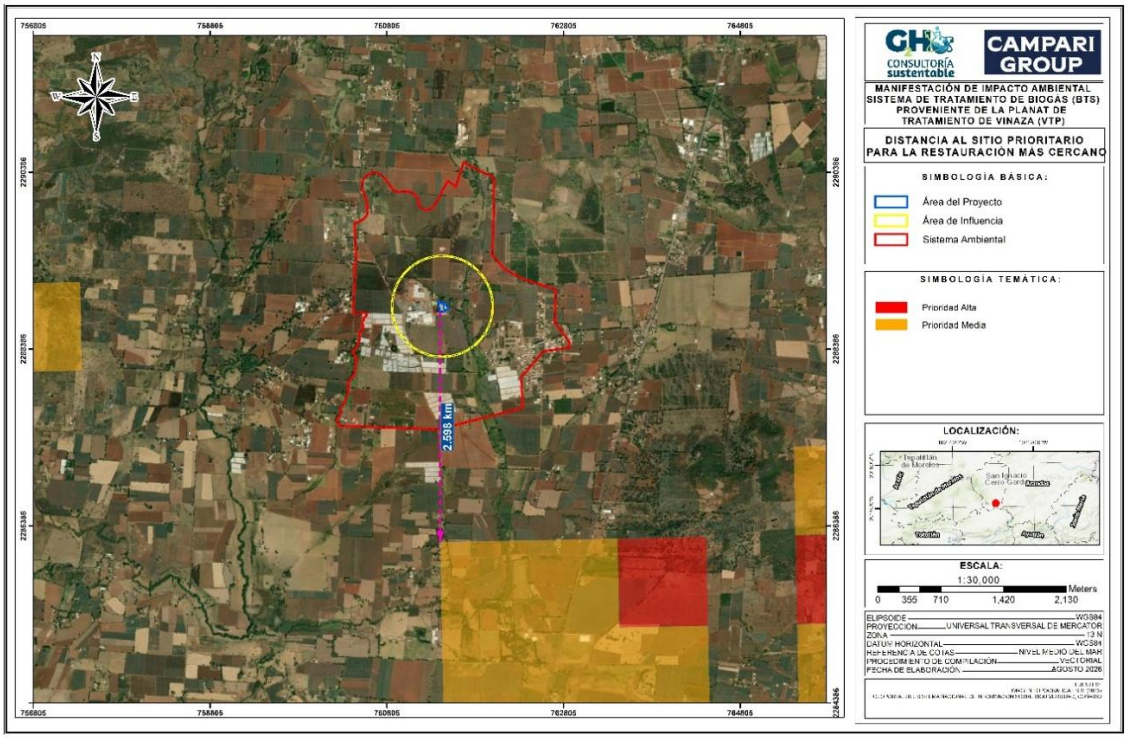


Figura 3-5 Distancia a los Sitios Prioritarios para la Restauración más cercanos

3.9 Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

Con el propósito de evidenciar que el proyecto cumplirá con las especificaciones técnicas durante todas sus etapas, se presenta la vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas que resultan de observancia y aplicación en las actividades que se desarrollarán.

Tabla 3-21 Normas Oficiales Mexicanas aplicables

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
INSTALACIONES GENERALES		
NOM-001-SEDE-2012	Utilización de instalaciones eléctricas	Las instalaciones eléctricas asociadas al proyecto se diseñan, construyen y operan conforme a las disposiciones establecidas en la NOM-001-SEDE-2012, garantizando condiciones de seguridad para el personal, las instalaciones y el entorno. Asimismo, se contempla la realización de dictámenes de cumplimiento por unidades de verificación acreditadas, conforme a la normatividad vigente.
ACTIVIDADES PELIGROSAS		
NOM-004-STPS-1999	Uso de maquinaria y equipo especializado	Durante la ejecución del proyecto, el uso de maquinaria y equipo especializado se realiza bajo condiciones seguras, implementando programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como procedimientos de operación que reducen riesgos para el personal involucrado.
NOM-009-STPS-2011	Trabajos de altura	En las actividades que impliquen trabajos en altura, se aplican medidas de seguridad como el uso de equipo de protección personal, líneas de vida y sistemas de sujeción, así como la capacitación del personal para la ejecución segura de estas labores.
NOM-027-STPS-2008	Actividades de soldadura y corte	Las actividades de soldadura y corte se llevan a cabo conforme a procedimientos establecidos que incluyen el uso de equipo de protección adecuado, control de fuentes de ignición y medidas para prevenir incendios o explosiones, en apego a la normativa aplicable.
NOM-033-STPS-2015	Trabajos en espacios confinados	En caso de realizar trabajos en espacios confinados, se implementan medidas de seguridad como la evaluación previa de riesgos, monitoreo de atmósferas peligrosas, ventilación adecuada y la supervisión

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
		continua del personal, garantizando condiciones seguras durante su ejecución.
AIRE		
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.	Durante el desarrollo del proyecto, particularmente en las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento, se emplean vehículos automotores que utilizan gasolina como combustible. En este sentido, se procura que dichas unidades cumplan con los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015, mediante la verificación de su adecuado estado mecánico y la aplicación de programas de mantenimiento periódico. Asimismo, se prioriza el uso de vehículos en condiciones óptimas de operación, a fin de reducir la generación de emisiones a la atmósfera durante su funcionamiento. En consecuencia, el proyecto se considera congruente con lo dispuesto en la norma, al implementar acciones orientadas al control de emisiones provenientes de fuentes móviles que utilizan gasolina.
NOM-045-SEMARNAT-1995	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	Durante las actividades asociadas al proyecto, particularmente en las etapas de preparación del sitio, construcción y mantenimiento, se emplea maquinaria y equipo que puede operar con diésel como combustible. En este contexto, se adoptan medidas para asegurar que dichas unidades mantengan niveles adecuados de funcionamiento, mediante la aplicación de programas de mantenimiento y revisión periódica, con el objetivo de evitar emisiones excesivas de humo. Asimismo, se procura que los vehículos y maquinaria utilizados cumplan con los límites permisibles de opacidad establecidos en la NOM-045-SEMARNAT-1995, contribuyendo al control de emisiones a la atmósfera. De esta manera, el proyecto se alinea con lo dispuesto en la normativa, al promover condiciones de operación que minimizan la

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
		emisión de contaminantes provenientes de fuentes móviles.
NOM-043-SEMARNAT-1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmosfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	El proyecto prevé el control de la emisión de partículas sólidas provenientes de las fuentes fijas mediante prácticas operativas adecuadas y mantenimiento preventivo de los equipos, con el fin de minimizar su liberación a la atmósfera y mantener condiciones óptimas de operación.
RESIDUOS SÓLIDOS		
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	En este sentido, durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, los residuos generados serán evaluados conforme a dichos criterios para determinar su naturaleza y clasificación, asegurando un manejo seguro y ambientalmente adecuado conforme a la normatividad aplicable.
FLORA Y FAUNA		
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.	El proyecto reconoce la importancia de la protección de especies de flora y fauna silvestre incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual establece las categorías de riesgo y los criterios para su conservación. Durante la ejecución de las distintas etapas del proyecto se implementarán medidas preventivas orientadas a minimizar posibles afectaciones a la fauna silvestre, incluyendo la supervisión de las áreas de trabajo previo y durante el desarrollo de las actividades, así como la atención oportuna en caso de detectarse ejemplares dentro de las zonas de intervención, evitando cualquier acción que pudiera comprometer su integridad o permanencia. Asimismo, se contemplan acciones de manejo ambiental enfocadas en reducir la perturbación de los organismos presentes en el área de influencia, favoreciendo la conservación de las especies registradas. En este contexto, el proyecto se considera congruente con lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010, al incorporar criterios de prevención y protección de la biodiversidad durante su desarrollo.

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
RUIDO		
NOM-011-STPS-2001	Que establece las condiciones de seguridad e higiene para prevenir daños a la salud de los trabajadores expuestos a ruido en los centros de trabajo	Durante las actividades del proyecto, particularmente en las etapas de construcción y mantenimiento, pueden generarse niveles de ruido asociados al uso de maquinaria y equipo. En este sentido, se implementan medidas orientadas a proteger la salud del personal expuesto, tales como el uso de equipo de protección personal (protectores auditivos), la capacitación en materia de seguridad e higiene, así como la limitación de tiempos de exposición, en apego a lo establecido en la NOM-011-STPS-2001. Asimismo, se promueve el adecuado mantenimiento de la maquinaria, a fin de reducir la generación de ruido en las áreas de trabajo.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	En este sentido, durante la etapa de operación del proyecto se considera la generación de ruido asociado al funcionamiento de equipos, maquinaria y sistemas auxiliares, por lo que se implementarán medidas de control y mantenimiento preventivo con el fin de mantener los niveles de emisión dentro de los límites establecidos por la normatividad aplicable. Asimismo, se prevé la aplicación de medidas de prevención y mitigación para reducir la propagación del ruido hacia el entorno.
MARCO NORMATIVO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO		
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo	Durante las actividades del proyecto se implementan medidas para la prevención y protección contra incendios, particularmente en labores que involucren manejo de gas natural y trabajos de soldadura. Se cuenta con equipos contra incendio, procedimientos de emergencia y capacitación al personal para la atención de contingencias, en apego a la NOM-002-STPS-2010.
NOM-005-STPS-1998	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y	El manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas asociadas al proyecto se realiza bajo condiciones

Norma Oficial Mexicana	Actividad sujeta a regulación	Vinculación del proyecto con la Norma Oficial Mexicana
	almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.	controladas, mediante procedimientos de seguridad, señalización adecuada y capacitación del personal, con el fin de prevenir riesgos a la salud y al entorno.
NOM-017-STPS-2024	Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	El personal involucrado en las actividades del proyecto cuenta con equipo de protección personal adecuado, seleccionado en función de los riesgos identificados, incluyendo casco, guantes, lentes de seguridad, protección auditiva y calzado especializado, garantizando su uso correcto conforme a la normativa vigente.
NOM-018-STPS-2015	Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.	Se implementan sistemas de identificación y comunicación de peligros y riesgos asociados a sustancias químicas, mediante etiquetado, hojas de datos de seguridad y capacitación del personal, asegurando el conocimiento de los riesgos y las medidas de control correspondientes.
NOM-020-STPS-2011	Que establece los requisitos de seguridad para el funcionamiento de recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas en México.	En las instalaciones del proyecto que operan bajo presión, se aplican medidas de seguridad para garantizar la integridad de los equipos, incluyendo inspecciones periódicas, mantenimiento y cumplimiento de especificaciones técnicas, reduciendo riesgos asociados a su operación.
NOM-022-STPS-2015	Que establece las condiciones de seguridad en los centros de trabajo de México para prevenir riesgos por electricidad estática y descargas atmosféricas (pararrayos).	Se adoptan medidas para prevenir riesgos por electricidad estática y descargas atmosféricas, mediante la implementación de sistemas de puesta a tierra, control de acumulación de cargas y procedimientos de seguridad en áreas críticas del sistema.
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.	Las actividades del proyecto se realizan en condiciones de iluminación adecuadas, ya sea natural o artificial, garantizando la visibilidad necesaria para la ejecución segura de las labores y reduciendo riesgos de accidentes.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías	Se utilizan colores y señales de seguridad para la identificación de riesgos, delimitación de áreas de trabajo y señalización de tuberías y equipos, facilitando la prevención de accidentes y la adecuada operación del sistema.

3.10 Ordenamiento Ecológico del Territorio

De conformidad con el artículo 3, fracción XXIV, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) el Ordenamiento Ecológico, es el instrumento de la política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación.

a) El general, cuya formulación, expedición, ejecución y evaluación de este programa es de competencia del Gobierno Federal y tiene como objetivo vincular las acciones y programas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio nacional y es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional.
b) El marino, donde su formulación, aplicación, expedición, ejecución y evaluación de estos programas es de competencia del Gobierno Federal. Tiene por objeto establecer los lineamientos y las previsiones a que deberá sujetarse el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales y la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad en las zonas marinas mexicanas y sus zonas federales adyacentes.
c) Por cuanto hace al regional, su formulación, expedición, ejecución y evaluación es competencia del Gobierno Estatal, cuando la región incluye parte o la totalidad del territorio de un estado. Cuando la región a ordenar incluye el territorio de dos o más entidades federativas, el gobierno federal, se coordina con los gobiernos estatal y municipal, según el caso, en el ámbito de sus respectivas competencias, mediante la firma de convenios de coordinación. Cuando la región incluye un área Natural Protegida de competencia Federal, está deberá participar en su formulación y aprobación.
   Tiene como objetivo orientar el desarrollo de los programas sectoriales hacia los sitios, con mayor aptitud y menor impacto ambiental, identificar áreas de atención prioritaria, optimizar el gasto público, asegurar la continuidad de las políticas ambientales locales.
   Define una regionalización ecológica en la que se identifican áreas de atención prioritaria, áreas de aptitud sectorial y lineamientos y estrategias ecológicas aplicadas a dichas áreas.
d) Finalmente, el ordenamiento local, su formulación, expedición, ejecución y evaluación es competencia del Gobierno Municipal cuando el área incluye parte o la totalidad de un municipio. Cuando el área incluye un área Natural Protegida de competencia Federal, está deberá participar en su formulación y aprobación.
   Tiene como objetivo regular los usos del suelo fuera de los centros de población y establecer los criterios de regulación ecológica dentro de los centros de población para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Por otra parte, los planes y programas de Desarrollo Urbano deberán considerar los ordenamientos ecológicos y los criterios generales de regulación ecológica de los Asentamientos Humanos establecidos en el artículo 23 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en las normas oficiales mexicanas en materia ecológica.

La Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, establece que los Planes y Programas municipales de Desarrollo Urbano señalarán las acciones específicas necesarias para la Conservación, Mejoramiento y Crecimiento de los Centros de Población, asimismo establecerán la zonificación correspondiente.

Las entidades federativas y los municipios promoverán la elaboración de programas parciales y polígonos de actuación que permitan llevar a cabo acciones específicas para el crecimiento, mejoramiento y conservación de los centros de población, para la formación de conjuntos urbanos y barrios integrales.

Dichos programas parciales serán regulados por la legislación estatal y podrán integrar los planteamientos sectoriales del desarrollo urbano, en materias tales como: centros históricos, movilidad, medio ambiente, vivienda, agua y saneamiento, entre otras.

En conclusión, en este apartado se evidencia la observancia y congruencia del proyecto con los lineamientos, criterios, estrategias y políticas marcadas en los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables, así como de ordenamiento urbano.

3.10.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012. Tiene el propósito de regionalizar ecológicamente el territorio nacional en su conjunto, para poder determinar claramente los lineamientos y estrategias ecológicas que preserven, protejan, restauren y propicien el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a través de acciones coordinadas e integrales entre los distintos niveles de gobierno y la sociedad, que permitan la articulación de las políticas, programas y acciones para enfrentar los retos en materia ambiental, frenar el deterioro y avanzar en la conservación y aprovechamiento sustentable del territorio nacional. El Acuerdo por el que se expide el POEGT, establece, entre otros puntos, lo siguiente:

- El POEGT es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, quienes deberán observarlo en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos y en sus programas de obra pública.
- El POEGT promueve un esquema de coordinación y corresponsabilidad entre los sectores de la Administración Pública Federal –a quienes está dirigido este Programa- que permite generar sinergias y propiciar un desarrollo sustentable en cada una de las regiones ecológicas identificadas en el territorio nacional.
- Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objetivo autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar

sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

De lo anterior se desprende que le corresponde a la Administración Pública Federal y a las Entidades Paraestatales, la formulación e instrumentación del POEGT; no obstante, y a la escala en la que se presentan las Unidades Ambientales Biofísicas (1:800,000), se llevó a cabo la revisión de este instrumento de planeación identificando que el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 48 "Altos de Jalisco", como se puede apreciar en la siguiente figura:

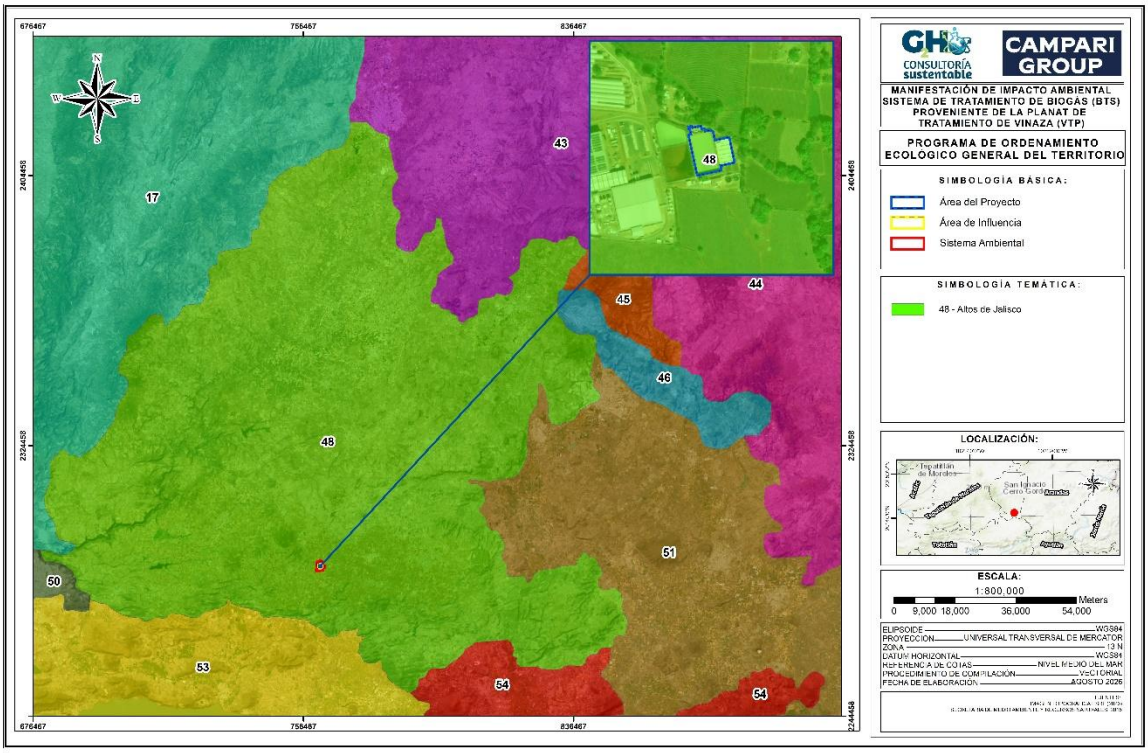


Figura 3-6 Ubicación del Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en la UAB 48 "Altos de Jalisco"

En la siguiente tabla, se incluyen las estrategias, políticas, rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo que son aplicables al proyecto.

Tabla 3-22 Políticas y Estrategias de la UAB 48 "Altos de Jalisco" del POEGT

UAB/	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Política Ambiental	Estrategias
UAB 48 Región 18.5	Agricultura - Ganadería	Forestal	Industria	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 36, 37, 38, 42, 43, 44

Asimismo, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial (BIENESTAR, SADER, SECTUR, SEDATU, SEGOB, SICT, SE, SENER, PEMEX, CFE, e INEGI) para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT; es decir que corresponde a las autoridades el cumplimiento de dicho ordenamiento.

En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, estrategias, acciones y lineamientos que el proyecto no contraviene, sino más bien coadyuva al cumplimiento de estos.

No obstante, lo antes mencionado, se vinculará el proyecto con las estrategias contenidas en el POEGT, atendiendo a las aplicables a la UAB en que se localiza el proyecto.

Tabla 3-23 Vinculación del Proyecto con las estrategias aplicables a la UAB 48 del POEGT

Estrategias		Vinculación con el proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	El proyecto no contempla el aprovechamiento directo de ecosistemas ni de recursos biológicos. Además, el proyecto contempla el uso eficiente de los recursos disponibles, privilegiando prácticas de optimización y control en el consumo de materiales, energía y agua, así como el manejo adecuado de los residuos generados. Asimismo, se incorporan medidas de prevención y mitigación ambiental orientadas a reducir la presión sobre los ecosistemas y mantener las condiciones del entorno, en congruencia con un enfoque de uso responsable de los recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	La intervención no implica la sustitución ni afectación de actividades agrícolas o pecuarias existentes, por lo que no se genera presión sobre este tipo de sistemas productivos. Asimismo, la licencia de uso de suelo otorgada para el predio respalda la compatibilidad del

Estrategias		Vinculación con el proyecto
		proyecto con el uso autorizado del terreno, sin interferir con zonas destinadas a dichas actividades en el entorno.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Si bien el proyecto no se relaciona directamente con infraestructura hidroagrícola ni con la tecnificación de superficies agrícolas, su implementación no limita ni interfiere con este tipo de acciones, permitiendo que dichas estrategias puedan desarrollarse de manera independiente en las zonas correspondientes.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no contempla actividades de aprovechamiento, manejo o extracción de recursos forestales. En este sentido, su desarrollo se limita a la ocupación del área estrictamente necesaria para la infraestructura, sin involucrar el uso de materiales forestales ni la intervención de este tipo de recursos, por lo que no se genera interacción con dicho componente ambiental.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto considera la identificación de dichos servicios a través de análisis de gabinete y campo, con el fin de reconocer las funciones ambientales del área de influencia. Asimismo, durante las distintas etapas del proyecto se implementan medidas de prevención y mitigación orientadas a reducir la alteración de estos servicios, tales como la limitación de la intervención al área estrictamente necesaria, el manejo adecuado de residuos y la prevención de la degradación del suelo, contribuyendo a mantener la funcionalidad ambiental del entorno.
	12. Protección de los ecosistemas.	En este sentido, el proyecto se contemplan medidas de prevención y

Estrategias		Vinculación con el proyecto
C) Protección de los recursos naturales		mitigación orientadas a reducir la afectación de la vegetación, la fauna y el suelo, limitando las actividades constructivas al área estrictamente requerida para la infraestructura. Asimismo, durante las distintas etapas del proyecto se implementará el Programa de Vigilancia Ambiental, el cual permitirá dar seguimiento a las condiciones del entorno y verificar la eficacia de las medidas aplicadas, asegurando la conservación de las condiciones ambientales del área de influencia y la protección de los ecosistemas presentes.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no contempla actividades agrícolas ni el uso de agroquímicos o biofertilizantes en ninguna de sus etapas. En este sentido, su desarrollo se limita a actividades de construcción, operación y mantenimiento de infraestructura, por lo que no existe interacción con insumos de uso agropecuario ni con prácticas asociadas a su manejo o sustitución.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no contempla actividades de restauración de ecosistemas forestales ni de suelos con uso agrícola. Sin embargo, durante las distintas etapas del proyecto se prevén medidas de prevención, mitigación y, en su caso, acciones de rehabilitación del sitio que permitan reducir la alteración del suelo y mantener las condiciones del entorno en las áreas intervenidas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El proyecto no se relaciona con actividades de exploración, extracción o aprovechamiento directo de recursos geológicos o minerales, por lo que no se encuentra vinculado de manera directa con la aplicación de los productos del

Estrategias		Vinculación con el proyecto
económicas de producción y servicios		Servicio Geológico Mexicano. No obstante, su desarrollo forma parte de la infraestructura energética que contribuye al funcionamiento de las actividades económicas del municipio, sin incidir en la explotación de recursos no renovables en el área de influencia.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	El proyecto no contempla actividades mineras ni procesos asociados a la extracción de recursos, por lo que no se encuentra sujeto a esta estrategia de manera directa. Sin embargo, su ejecución se realiza en apego al marco normativo ambiental aplicable al sector, contribuyendo al cumplimiento de las disposiciones regulatorias en materia ambiental dentro de su ámbito de competencia.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no se relaciona con procesos de reconversión de industrias manufactureras o de transformación, como los sectores textiles, cuero-calzado o juguetes. En este sentido, el proyecto se orienta al desarrollo de infraestructura energética, por lo que no existe interacción con actividades industriales de ese tipo ni con sus procesos de reconversión productiva. No obstante, de manera indirecta, el proyecto puede contribuir al fortalecimiento de las actividades industriales al proporcionar acceso a una fuente energética más eficiente y con menores emisiones, favoreciendo mejores condiciones operativas para diversos sectores productivos.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no está vinculado con actividades de manufactura ni con procesos industriales orientados al escalamiento productivo de bienes de alto valor

Estrategias		Vinculación con el proyecto
		agregado como los sectores automotrices, electrónico o de autopartes. En este sentido, el proyecto se enfoca en el desarrollo de infraestructura energética, por lo que no existe interacción con cadenas productivas de este tipo ni con sus dinámicas de transformación industrial.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
E) Desarrollo social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que si bien contempla el aprovechamiento de biomasa lo hace a través de la producción de un biocombustible a partir de residuos orgánicos. No obstante, de manera indirecta, el proyecto puede contribuir a una política alimentaria integral de forma indirecta a través de la generación de empleo local y el fortalecimiento económico de familias en situación de pobreza.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no contempla acciones orientadas a la integración de población específica en núcleos agrarios o actividades del sector productivo rural. Sin embargo, durante su desarrollo se promueve el cumplimiento de la normativa laboral y de seguridad aplicable, lo que favorece condiciones de trabajo seguras y no discriminatorias para el personal involucrado en el proyecto, independientemente de su origen o condición social.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	El proyecto no contempla programas sociales ni acciones dirigidas al desarrollo de capacidades de población en condición de pobreza. No obstante, durante su ejecución se generarán oportunidades de empleo temporal y contratación de servicios asociados a las distintas etapas del proyecto, lo que

Estrategias		Vinculación con el proyecto
		puede contribuir de forma indirecta a la actividad económica local en el área de influencia.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no se ubica en núcleos agrarios ni involucra la gestión de propiedad rural o ejidal. No obstante, su desarrollo se realiza dentro de un predio con tenencia legalmente definida y con la autorización correspondiente de uso de suelo, lo que garantiza el respeto a los derechos de propiedad y a las disposiciones legales aplicables en la materia.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	Este criterio no es directamente aplicable al proyecto, ya que no tiene como finalidad el impulso de proyectos productivos. No obstante, el proyecto en si mismo es un proyecto productivo en si mismo que se integra dentro de la base de datos del catastro local.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Este criterio no es aplicable al proyecto, ya que no tiene como finalidad la formulación ni ejecución de políticas de ordenamiento territorial o desarrollo regional. No obstante, su implementación se alinea con las disposiciones de planeación y uso de suelo establecidas por la autoridad municipal competente, al contar con la autorización correspondiente, lo que asegura su inserción conforme a la normatividad aplicable en el ámbito local.

El análisis de vinculación del proyecto con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio permite establecer que existe congruencia con los criterios ambientales aplicables, particularmente aquellos orientados a la conservación de los ecosistemas, la protección de la biodiversidad y el uso responsable de los recursos naturales. En este sentido, el proyecto es

compatible con los lineamientos establecidos, al incorporar medidas que permiten su desarrollo dentro de un marco de sustentabilidad ambiental.

De esta manera, a través de la implementación de medidas de manejo ambiental orientadas a la prevención de impactos, el control de las actividades y el seguimiento de las condiciones del entorno durante las diferentes etapas del proyecto, se asegura su compatibilidad con los objetivos del ordenamiento ecológico, favoreciendo su desarrollo de forma ordenada y ambientalmente responsable dentro de la región.

Asimismo, se concluye que los criterios de carácter productivo, urbano y sectorial no representan una limitante para la ejecución del proyecto, al tratarse de una intervención puntual que no modifica de manera significativa el uso del territorio ni compromete la funcionalidad de los procesos ecológicos regionales. En consecuencia, el proyecto se considera ambientalmente viable dentro del marco del ordenamiento ecológico aplicable.

3.10.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco.

Es el instrumento de política ambiental que regula el uso del suelo y orienta el desarrollo de actividades productivas dentro de la entidad. Su objetivo es inducir y regular el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Unidades de gestión ambiental

Las UGA se caracterizan por tener condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común. Además, representa la unidad estratégica que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando los consensos entre los sectores respecto a la utilización del Territorio (SEMARNAT, 2006).

Políticas territoriales

Las Políticas Territoriales establecidas en este Ordenamiento Ecológico de Protección, de Aprovechamiento, de Conservación, de Restauración, de Promoción, de Restricción y de Regulación, contempladas en todas y cada una de las Unidades de Gestión Ambiental se refieren a los lineamientos ecológicos que deberán de tomarse en cuenta para desarrollar las diversas actividades productivas y de servicio. Las políticas Territoriales tienen como objetivo, inducir conductas de aprovechamiento sustentable sin impedir o disminuir los procesos de aprovechamiento y uso de los recursos, siempre y cuando no sean acciones prohibidas expresamente por el presente acuerdo.

En este programa de ordenamiento se establece una clasificación de UGAs por regiones, dentro de la cuál el área del proyecto se encuentra ubicada en la Región 03, UGA 146. La información general de las políticas y aprovechamientos de esta unidad se presenta a continuación.

Tabla 3-24 Políticas y Estrategias de la UGA 146 Región 03 del POET de Jalisco

UGA/REGIÓN	Uso de suelo predominante	Uso Condicionado	Fragilidad	Política Ambiental	Criterios
UGA 146 Región 3	Agrícola	Pecuario, Asentamientos Humanos, Flora y Fauna, Industria	Media	Aprovechamiento	**Ag**: 3, 8, 9, 19, 29, 30, 11, 12, 10 **P:** 1, 15, 17, 19 **Ah**: 8, 13, 26 **Ff:** 21, 3 **In:** 2, 3, 4, 5, 7, 20

Criterios del Ordenamiento Ecológico

Para cada uso de suelo propuesto como son Acuacultura (Ac), Agricultura (Ag), Area Natural (An), Asentamientos humanos (Ah), Flora y Fauna (Ff), Forestal (Fo), Industria (In), Infraestructura (If), Mineria (Mi), Pecuario(P), Pesca (Pe) y Turismo (Tu), se describen los criterios de regulación ecológica, asi como las políticas territoriales de Conservación, Protección, Aprovechamiento, Restauración, Promoción, Restricción y Regulación, para cada criterio.

De esta forma los criterios del ordenamiento ecológico correspondientes a la UGA en la cual se encuentra ubicada el área del proyecto, junto con sus respectivas políticas territoriales, se presentan en la Tabla 3-25 para su vinculación con el proyecto.

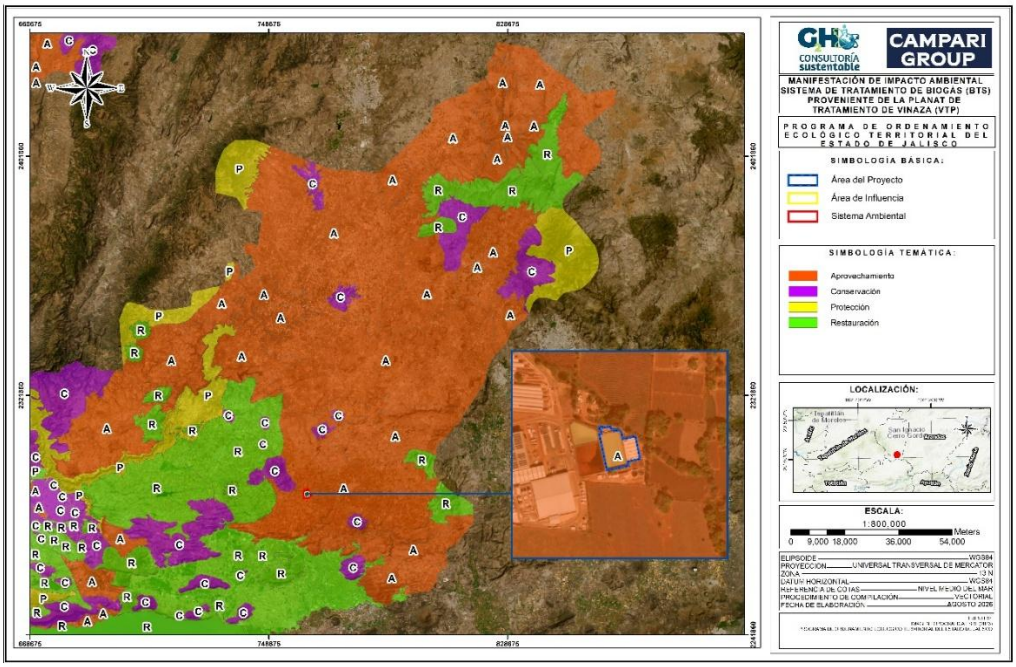


Figura 3-7 Ubicación del Proyecto dentro Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco

Tabla 3-25 Vinculación del Proyecto con las estrategias aplicables a la UAB 48 "Altos de Jalisco" del POEGT

Uso de Suelo	(N°) Criterio	Políticas							Vinculación
		Conservación	Protección	Aprovechamiento	Restauración	Promoción	Restricción	Regulación	
Ag	3. Limitar la siembra de semilla de cultivos transgénicos a las áreas con baja vulnerabilidad y baja diversidad natural observándose lo dispuesto en el artículo 5º. De la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas.		X				X		Estos criterios no son aplicables al proyecto dado que la actividad que se desarrolla en el área del predio no está relacionada o involucra actividad agrícola.
	8. Promover la fertilización de cultivos con fuentes orgánicas y manteniendo al suelo dentro del ciclo de carbono.			X				X	
	9. Impulsar y favorecer el cultivo de maíz en aquellas áreas cuyas condiciones agroecológicas sean óptimas para esta especie.			X		X			
	19. Promover y estimular el uso de controladores biológicos de plagas y enfermedades.	X				X			

Uso de Suelo	(N°) Criterio	Políticas							Vinculación
		Conservación	Protección	Aprovechamiento	Restauración	Promoción	Restricción	Regulación	
	29. Las áreas de cultivo ubicadas en valles extensos y/o colindantes a las áreas urbanas contarán con una cerca perimetral de árboles y arbustos por parcela.				x	x			
	30. Mantener una franja mínima de 20 metros de ancho de vegetación nativa sobre el perímetro de los predios agrosilvopastoriles.				X	X			
	11. Incorporar abonos orgánicos en áreas sometidas en forma recurrente a monocultivo.				X	X			
	12. Incorporar coberturas orgánicas sobre el suelo para evitar la erosión.		X			X			
	10. Promover el uso de curvas de nivel en terrenos agrícolas mayores al 5%.	X				X			
P	1. Regular la población ganadera en áreas de pastoreo de acuerdo con la capacidad de carga del sitio.	X						X	Estos criterios no son aplicables al proyecto dado que la actividad que se desarrolla en el área del predio no está relacionada o involucra actividad pecuaria.
	15. Monitorear la calidad del agua		X					X	

Uso de Suelo	(N°) Criterio	Políticas							Vinculación
		Conservación	Protección	Aprovechamiento	Restauración	Promoción	Restricción	Regulación	
	para consumo animal.								
	17. El uso del fuego realizarse solo en sitios donde no represente un riesgo para el ecosistema circundante			X				X	
	19. Debe promoverse, a nivel estatal, el concepto de calidad de los productos pecuarios a través de normas de calificación que motiven e incentiven la producción pecuaria, para que esta se oriente a la competitividad de un mercado globalizado.			X		X			
Ah	8. Promover estímulos fiscales para renovación del parque vehicular que exceda los 13 años de antigüedad				X			X	Si bien dado el uso de suelo y la actividad del proyecto no se tienen contemplados asentamientos humanos en el área del proyecto, algunos criterios serán seguidos como manejo integral de residuos sólidos y la formación de recursos humanos al promover el empleo local.
	13. Establecer un sistema integrado de manejo de residuos sólidos municipales que incluya acciones ambientalmente adecuadas desde el origen, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de basura, con el fin de		X					X	

Uso de Suelo	(N°) Criterio	Políticas							Vinculación
		Conservación	Protección	Aprovechamiento	Restauración	Promoción	Restricción	Regulación	
	evitar la contaminación de mantos freáticos y aguas superficiales, contaminación del suelo y daños a la salud.								
	26. Impulsar y apoyar la formación de recursos humanos según las áreas de demandas resultantes de las propuestas de ordenamiento, visualizándolas como áreas de oportunidad laboral para los habitantes del lugar.			X		X			
Ff	21. Limitar el uso de fuego exclusivamente en sitios designados como zonas de campamento		X					X	Estos criterios no son aplicables al proyecto dado que la actividad que se desarrolla en el área del predio no está relacionada o involucra explotación o aprovechamiento de flora y fauna de ningún tipo.
	3. Incorporar especies silvestres de alto valor ornamental y/o medicinales en los viveros comerciales.			X		X			
In	2. Se realizarán auditorias ambientales y promoverá la autorregulación mediante la certificación de seguridad ambiental.		X					X	Todas las auditorias ambientales aplicables al proyecto serán atendidas cuando se soliciten, cumpliendo con todas las regulaciones ambientales aplicables a nivel federal, estatal y municipal.
	3. Diseñar e instrumentar	X				X			Los residuos peligrosos tendrán el manejo

Uso de Suelo	(N°) Criterio	Políticas							Vinculación
		Conservación	Protección	Aprovechamiento	Restauración	Promoción	Restricción	Regulación	
	estrategias ambientales para que las empresas incorporen como parte de sus procedimientos normales la utilización de tecnologías y metodologías de gestión ambiental, en materia de residuos peligrosos, las alternativas tecnológicas y de gestión.								adecuado de acuerdo con la normatividad aplicable de forma que se promueva su reducción así como la ejecución adecuada de su clasificación, manejo y disposición final de los residuos generados durante las distintas etapas de desarrollo.
	4. Establecer monitoreo ambiental en zonas industriales.	x						x	En cumplimiento con la normatividad correspondiente el monitoreo ambiental se realizará por medio de diferentes instrumentos, como lo es a través del Programa de Vigilancia Ambiental, la Cédula de Operación Anual (emisiones) y esta Manifestación de Impacto Ambiental (Flora y Fauna)
	5. Promover el uso de criterios de calidad en la producción de alimentos, bebidas, conservas, calzado, hilos y telas, ropa, muebles de madera que permitan una internacionalización de los productos.			X		X			No se realizara la producción de ninguno de los productos mencionados en este criterio. Sin embargo, la producción del biogás seguirá los criterios de calidad requeridos por la normatividad, por lo que se apega al criterio del programa.
	7. Establecer plantas para el tratamiento de las aguas de residuales de los giros industriales.				X			X	Las aguas residuales del proyecto serán tratadas fuera del área del proyecto y serán tratadas según la normatividad correspondiente.

Uso de Suelo	(N°) Criterio	Políticas							Vinculación
		Conservación	Protección	Aprovechamiento	Restauración	Promoción	Restricción	Regulación	
	20. Promover e impulsar la innovación tecnológica para el mejoramiento ambiental.			X		X			El proyecto se alinea con este criterio dad la naturaleza misma de este, ya que al valorizar residuos orgánicos para la producción de biocombustibles se utiliza una tecnología a favor de reducir los impactos de los residuos en el medio ambiente local.

3.10.3 Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Regional (Región Cuenca Rió Zula)

El programa de ordenamiento Ecológico y Territorial Regional Región Cuenca de Río Zula es un instrumento de política ambiental que regula el uso del suelo en la región correspondiente del estado de Jalisco. Se fundamenta en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Este instrumento parte de un diagnóstico de las condiciones ambientales del territorio y establece criterios para su ordenamiento, mediante la delimitación de unidades ambientales y la caracterización de sus atributos físicos, biológicos y socioeconómicos.

El objetivo general de este programa es armonizar el desarrollo social y económico con la integridad y estabilidad de los ecosistemas, bajo un plan socialmente concertado, donde se contemple un modelo de uso del suelo que regule y promueva las actividades productivas con un manejo racional de los recursos mediante un instrumento que permita tener una visión integral de las estructuras y procesos que definen la dinámica territorial, a fin de resolver, prevenir y minimizar conflictos ambientales.

Unidades de gestión ambiental

Las UGA se caracterizan por tener condiciones de homogeneidad de atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud sobre la base de un manejo administrativo común. Además, representa la unidad estratégica que permite minimizar los conflictos ambientales, maximizando los consensos entre los sectores respecto a la utilización del Territorio (SEMARNAT, 2006).

Políticas ambientales

Las políticas ambientales tienen como objetivo, inducir conductas de aprovechamiento sustentable sin impedir o disminuir los procesos de aprovechamiento y uso de los recursos, siempre y cuando no sean acciones prohibidas expresamente por el presente acuerdo. Las políticas ambientales

establecidas en el Ordenamiento Ecológico de Protección, de Aprovechamiento, de Conservación, de Restauración, de Promoción, de Restricción y de Regulación, contempladas en todas y cada una de las Unidades de Gestión Ambiental se refieren a los lineamientos ecológicos que deberán de tomarse en cuenta para desarrollar las diversas actividades productivas y de servicio

En el análisis del ordenamiento ecológico aplicable al área del proyecto, se identificó la correspondencia del trazo con las distintas políticas ambientales definidas para la región. De este análisis se observa que la totalidad del proyecto se localiza en una zona con política de aprovechamiento agropecuario de acuerdo con la UGA ZU05Ap. La distribución espacial de esta política en relación con el proyecto se presenta en el siguiente mapa, donde se aprecia su ubicación y superposición.

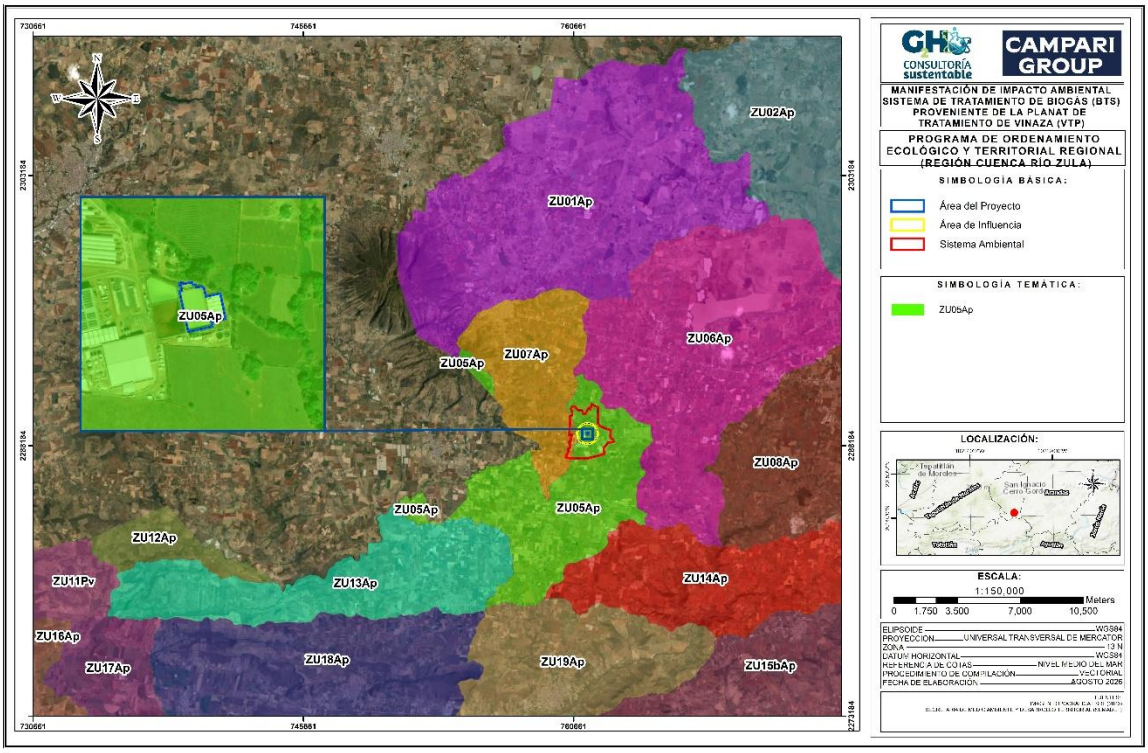


Figura 3-8 Ubicación del Proyecto dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Regional de Jalisco

Tabla 3-26 Políticas y Estrategias de la UGA ZU05Ap del POETR Región Cuenca Río Zula

UGA	Política Ambiental	Usos de suelo	Estrategias ecológicas	Criterios ecológicos
UGA ZU05Ap	Aprovechamiento agropecuario	Acuícola, agrícola, asentamientos humanos, conservación, energías renovables,	Ae3: a; Ag1: a, b, c, d, e; Ag2: a, b, c, d, e; Ag3: Ag4: a; Ag5: a; Ag7: a; Ag8: a, b, c; Ah1: b, c; Ah4: b; Ah6:	Ac: 1, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 15; Ag: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 13, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24, 25,

UGA	Política Ambiental	Usos de suelo	Estrategias ecológicas	Criterios ecológicos
		forestal, industrial, infraestructura, pecuario, turístico	a, b, c; Co2: a, b, c, d; Co3: b; Co4: a, Co5: a, b; Co8: a, b, c, d, e; Dr3: a, b, c; Dr7: a, b, c; Dr8: a; Er5: a; If1: a; If5: a, b, c, d, f; If6: a, c, d, e; If8: a, c, d; In1: a, b, c; In3: a; In5: a; In8: a; Pe1: a; Pe2: a, b, c; Pe3: b; Pe8: a, b, c; Tu5: a; Tu8: a	26, 27, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43; Ah: 23, 39, 40; Co: 1, 3, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 19, 20, 23, 24; Er: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19; Fo: 2, 3, 4, 9, 10, 11, 13, 14, 19, 22, 27, 36, 37, 38, 39, 40, 41; In: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31; If: 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 18, 19, 21, 22, 23, 26, 32, 33; Pe: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 ,24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 43; Tu: 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26.

Lineamientos ecológicos y usos del suelo

Los lineamientos ecológicos son congruentes con las políticas definidas y buscan definir, de manera preferentemente cuantitativa, el estado de los recursos naturales; a su vez constituyen un “estadio basal” previo a la puesta en marcha de la implementación del ordenamiento ecológico, lo que permite tener un marco de referencia para poder evaluar el desempeño del este instrumento de planeación.

Los lineamientos ecológicos para cada UGA fueron definidos a partir del hecho de que existe una tasa de cambio de uso del suelo que puede darse por fenómenos naturales u actividades humanas que ocurren de manera aleatoria como, por ejemplo, tormentas, incendios inducidos, etcétera.

Tabla 3-27 Vinculación del Proyecto con los lineamientos ecológicos de la UGA ZU05Ap en el área del proyecto

UGA	Política Ambiental	Lineamiento Ecológico	Vinculación
ZU05Ap	Aprovechamiento agropecuario	En los próximos 6 años, aprovechar de manera sustentable la superficie de 6,452.04 hectáreas de terreno preferentemente forestal, favoreciendo la productividad y la optimización del uso del agua. En el 20% de esa superficie promover islas dispersas con vegetación nativa para promover la conectividad biológica. La superficie destinada a la agricultura protegida no podrá exceder del 15% de dicha superficie. Mantener la cobertura de terreno forestal en una superficie mínima de 178.39 (84%) hectáreas en donde se gestionen las actividades preexistentes, en el resto se podrán realizar cambios de uso de suelo en una superficie máxima de 33.97 (16%) hectáreas para el desarrollo de los sectores de Conservación, Forestal, Turístico y la creación de infraestructura y equipamientos para dichas actividades, así como lo necesario para la prevención, manejo de incendios y el control de plagas forestales. Restaurar la superficie de 48.80 hectáreas de terreno forestal mediante prácticas de restauración ecológica y la superficie de 4.27 hectáreas de terreno preferentemente forestal mediante prácticas de restauración productiva considerando una transición hacia sistemas agrosilvopastoriles. Las aguas residuales de las localidades mayores a 250 habitantes serán tratadas, ya sea con sistemas convencionales o	El presente lineamiento se relaciona con el aprovechamiento sustentable del terreno forestal con un limitado cambio de uso de suelo de la superficie del mencionado terreno. Debido a que el desarrollo de infraestructura puede generar modificaciones en las condiciones del sitio donde se establece, este criterio resulta aplicable al proyecto como una medida orientada a evitar afectaciones innecesarias al territorio y limitar las actividades al área requerida para su desarrollo. En este sentido, el proyecto cuenta con licencia de uso de suelo emitida por la autoridad competente, la cual reconoce la compatibilidad del uso propuesto para el desarrollo del proyecto. Asimismo, contempla una delimitación precisa del área de intervención, evitando modificaciones fuera del área destinada para su desarrollo. Adicionalmente, el proyecto contempla la implementación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental dirigidas a minimizar la afectación de la vegetación y del suelo, así como evitar impactos sobre las actividades agrícolas y pecuarias existentes en el entorno del proyecto.

UGA	Política Ambiental	Lineamiento Ecológico	Vinculación
		alternativos de tratamiento. Los residuos sólidos urbanos serán manejados con total apego a la norma. Se promoverá el crecimiento urbano compacto y consolidado, con distribución equilibrada de equipamientos y servicios. Se mantendrá la superficie de 26.71 hectáreas de cuerpos de agua con las fluctuaciones naturales en su superficie, derivadas del régimen anual de lluvia y su zona federal respectiva, esta zona estará sujeta a lo que determine la Ley de Aguas Nacionales.	

Criterios de regulación ecológica

Los criterios de regulación ecológica son aspectos generales y específicos que norman los diversos usos del suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica a nivel de distintas UGA (SEMARNAT, 2006). Adicionalmente los criterios de regulación ecológica deben ser aplicados dentro de los centros de población (Artículo 20 4 bis III de la LGEEPA).

Los criterios de regulación ecológica se presentan en enunciados que plantean como deben manejarse las distintas actividades productivas para prevenir, mitigar e incluso compensar las externalidades ambientales que la actividad genera. Cada criterio de regulación ecológica está asociado a una justificación técnica y a un sustento legal, lo que les da robustez normativa.

Para la regulación ecológica se proponen normas y/o criterios para la orientación que se deberá seguir en el desarrollo de las actividades económicas y de conservación, dentro de un marco de desarrollo sustentable.

Con base en la política ambiental en la que se inserta el proyecto, se identifican los criterios de regulación ecológica, los cuales establecen directrices para el desarrollo de actividades, a fin de prevenir, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales asociados. En este sentido, dichos criterios constituyen el marco de referencia para la evaluación y ejecución del proyecto, al integrar fundamentos técnicos y legales que orientan su implementación bajo principios de desarrollo sustentable. A partir de ello, se presenta la vinculación específica del proyecto con los criterios y lineamientos que resultan aplicables.

Tabla 3-28 Vinculación del Proyecto con los criterios de regulación ecológica del POETR Cuenca Río Zula para la UGA ZU05Ap.

Uso	Criterios ecológicos	Clave	Vinculación
Acuacultura	Las descargas de aguas residuales provenientes de la actividad acuícola deberán ser tratadas según la normatividad aplicable.	Ac1	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se desarrollarán actividades acuícolas dentro del proyecto.
	Las instalaciones acuícolas no deberán competir con las áreas de anidación y reproducción de fauna silvestre.	Ac5	
	Las instalaciones acuícolas no deberán competir con el hábitat de especies florísticas bajo algún estatus de protección o endémicas del sitio.	Ac6	
	La viabilidad de todo proyecto de aprovechamiento acuícola deberá ser establecida por la autoridad competente a través de la Evaluación de Impacto Ambiental.	Ac7	
	Las unidades de producción acuícola deberán llevar control, mediante el monitoreo y saneamiento, del agua que se les abastece.	Ac8	
	La realización de actividades acuícolas se deberá realizar en estanques siguiendo lineamientos internacionales para las mejores prácticas y con las condiciones y materiales para evitar infiltración de las aguas al acuífero.	Ac9	
	El cambio de uso de suelo para fines acuícola podrá ser autorizado fuera de zonas con vulnerabilidad de aguas subterráneas.	Ac11	
	La construcción de infraestructura con propósitos acuícolas deberá evitar el relleno de cuerpos de agua, la remoción de	Ac12	

	vegetación riparia o humedales y la generación de residuos peligrosos.		
	La construcción de canales y estanqueria estarán alejados de los cauces principales.	Ac13	
	Para la realización de actividades de acuacultura se requerirá previa concesión por la autoridad correspondiente.	Ac15	
Agricultura	Los predios de monocultivos deberán implementar esquemas para el descanso de tierras y/o rotación periódica de cultivos.	Ag1	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se desarrollarán actividades agrícolas dentro del proyecto o el uso de suelo del criterio no es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	Deberán evitarse la quema en parcelas agropecuarias. En caso de llevarse a cabo, deberán realizarse mediante calendarización, con apego a las recomendaciones y métodos de Quema Controlada o Quema Prescrita que establece la norma oficial NOM-015 SEMARNAT/SAGARPA-2007.	Ag2	
	Los procesos de fertilización del suelo deberán incorporar anualmente material orgánico como gallinaza, estiércol, composta o abonos verdes como leguminosas.	Ag3	
	Los predios de agricultura intensiva y plantaciones deberán elaborar un programa de manejo y monitoreo de las condiciones del suelo.	Ag4	
	En las unidades de producción se deberá establecer un cultivo de cobertura al final de cada ciclo, mismo que será utilizado en el siguiente como abono verde o como forraje. También se deberán incorporar coberturas orgánicas para evitar la erosión.	Ag5	

	Las áreas de pastizales naturales o inducidos deberán emplear combinaciones de leguminosas y pastos seleccionados.	Ag6	
	Se restringe la extensión de pastizales y a su vez, la introducción de pastizales invasivos debido al riesgo del aumento de incendios, la potencial deforestación de la selva y la reducción a la resiliencia ante el cambio climático	Ag7	
	Los cultivos deben establecer zonas de amortiguamiento con vegetación riparia en las zonas aledañas de los cauces colindantes.	Ag8	
	Se deberá mantener una franja de cercos vivos o barreras verdes de vegetación nativa en los perímetros de las áreas y/o predios agrícolas que colinden con áreas de preservación, protección o aprovechamiento urbano. Éstas deberán conectarse con cercos o barreras de otras áreas, tanto agrícolas como silvestres, para mitigar la erosión y favorecer la conectividad del hábitat.	Ag11	
	El incremento en la superficie de producción agrícola o la apertura de más áreas de producción se limitará a la superficie considerada con la política de aprovechamiento agropecuario.	Ag13	
	En áreas agrícolas cercanas a áreas de relevancia ecosistémica, la aplicación de pesticidas deberá ser muy localizada y de forma precisa, evitando la dispersión del producto.	Ag16	

	Solo se pueden emplear agroquímicos que estén autorizados por la COFEPRIS.	Ag17	
	En cultivos de ladera, se deberán implementar técnicas de conservación de suelo para disminuir los procesos erosivos y de degradación del mismo.	Ag19	
	Los residuos orgánicos del aprovechamiento agropecuario deben ser utilizados en el sitio para la fertilización de los suelos.	Ag21	
	En terrenos con pendiente superior al 5%, la orientación de los surcos del cultivo de agave deberá realizarse de forma transversal a la pendiente conjuntamente trazando curvas de nivel, barreras vivas y se deberá conservar la vegetación natural con la finalidad de reducir pérdidas de suelo por erosión hídrica.	Ag22	
	Los predios destinados al cultivo de agave deberán permitir la floración de un 5% a 10% de la plantación, con el propósito de que éstas proporcionen néctar a las poblaciones de murciélagos magueyeros.	Ag23	
	La vegetación forestal mayor a 10 cm de diámetro ubicada en terrenos forestales o preferentemente forestales, con pendientes mayores al 35 % y que en el pasado estuvieron bajo uso agrícola o pecuario, deberá mantenerse intacta.	Ag24	
	Los nuevos predios agrícolas deberán contar con estudios de vulnerabilidad del agua subterránea para evitar la contaminación de dicho recurso por el uso de agroquímicos.	Ag25	

	Las personas que pretendan realizar quemas en terrenos agropecuarios deberán dar aviso de uso de fuego a las autoridades y vecinos aledaños al terreno. Además, deberá asegurarse que no exista incendios forestales en un radio de 10km.	Ag26	
	En pendientes mayores al 15% se deberán retener los sedimentos con represamientos escalonados u otras obras de y prácticas de conservación de suelos.	Ag27	
	Los cultivos de agave deberán cumplir con la certificación Agave Responsable Ambiental e implementar técnicas de producción que mantengan cubierta la superficie entre las plantas de agave.	Ag30	
	La introducción de organismos genéticamente modificados queda condicionada a lo establecido en el Título cuarto de la ley de bioseguridad de organismos genéticamente modificados.	Ag31	
	Los cultivos en terrenos con pendientes mayores a 15% con suelos delgados, deberán implementar técnicas de mitigación de la erosión y de enriquecimiento del suelo.	Ag32	
	En zonas con susceptibilidad a deslizamientos, erosión alta y muy alta, las actividades productivas deberán orientarse hacia prácticas agroforestales y silvopastoriles.	Ag33	
	El manejo de malezas deberá realizarse bajo los siguientes mecanismos: rotación de cultivos, asociaciones de cultivos, cobertura viva y acolchado o mulch.	Ag34	
	El control de plagas se realizará preferentemente	Ag35	

	mediante métodos biológicos, evitando el uso de plaguicidas tóxicos.		
	El control de malezas se realizará únicamente por métodos físicos u orgánicos, prescindiendo del uso de compuestos químicos de alta permanencia.	Ag36	
	En los bordes de los predios agrícolas colindantes a áreas con políticas de protección y preservación, se promueven los métodos alternativos como la utilización de biopesticidas, bioestimulantes y bioelicitores; y la diversificación de plantas nativas para la estabilización de población de plagas. En caso de ser aplicado pesticida, deberá de hacerse de forma muy localizada.	Ag37	
	Se permite únicamente la actividad agrícola a cielo abierto.	Ag38	
	Los nuevos desarrollos de agricultura tradicional, así como agricultura protegida, deberán contar con sistemas de captación de agua pluvial y/o el reúso de aguas tratadas.	Ag39	
	Los nuevos desarrollos agroproductivos intensivos deberán incorporar sistemas de autogeneración de energía limpia, complementarios a la red central.	Ag42	
	Únicamente se permiten edificaciones propias a las actividades agropecuarias y el establecimiento de vivienda rural cada 5 hectáreas y bajo el cumplimiento de un tamaño mínimo de lote de 4,000 m2 y un COS y CUS de 0.20.	Ag43	
Asentamientos humanos	Será necesario actualizar el límite de centro de población	Ah23	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se establecerán asentamientos

	para que sean autorizables urbanizaciones y fraccionamientos cuyo uso predominante, compatible o condicionado sea habitacional, en cualquiera de sus modalidades y densidades.		humanos de ningún tipo ni se modificarán las áreas urbanizables o no urbanizables.
	La urbanización para uso habitacional deberá ocurrir en terrenos contiguos y adyacentes a las Áreas Urbanizadas en un Centro de Población en densidades mayores que 20 habitantes por hectárea. Se entenderá por terreno contiguo o adyacente cuando uno de sus linderos colinde en al menos un 20% del perímetro del predio, lote o vialidad clasificada como Área Urbanizada, conforme los mapas de zonificación urbana.	Ah39	
	La densidad mínima de intersecciones viales de libre acceso, en los centros de población, es de 80 por kilómetro cuadrado o una intersección cada 100 metros. Se entenderá como vía de libre acceso cuando no se restrinja el libre tránsito de personas y estén fuera de condominios. Se excluyen usos industriales y no compatibles con habitaciones.	Ah40	
Conservación	Si se detecta la existencia de sitios arqueológicos se deberá dar aviso inmediato a la autoridad competente.	Co1	Si bien ni el uso de suelo ni la actividad del área del proyecto se encuentran orientadas a la conservación se dará el aviso correspondiente a las autoridades correspondientes como el INAH en el supuesto de detectar un sitio arqueológico
	En laderas se retendrán los sedimentos con represamientos escalonados u otras técnicas de conservación de suelo para disminuir los procesos erosivos y de degradación del mismo.	Co3	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se tiene contemplada la explotación de los recursos naturales ubicados dentro del área del proyecto ni el Uso de suelo del criterio corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo

	El aprovechamiento de materiales pétreos se realizará solamente mediante una concesión otorgada por la autoridad competente.	Co8	
	En zonas con valor patrimonial urbano, arquitectónico, histórico y arqueológico, el uso de maquinaria deberá ser autorizado por las autoridades competentes en la materia.	Co10	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se tiene registrado que el área del proyecto corresponda a una zona de valor patrimonial urbano, arquitectónico, histórico, ni arqueológico, ni el Uso de suelo del criterio corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo
	Se podrán establecer viveros para producción de plantas de ornato o medicinales para fines comerciales.	Co11	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se tiene contemplada la explotación de los recursos naturales ubicados dentro del área del proyecto ni el Uso de suelo del criterio corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo
	La captura y comercio de fauna silvestre se permite únicamente cuando se cuenta con el permiso emitido por la autoridad correspondiente.	Co12	
	El aprovechamiento de flora silvestre y hongos sin estatus comprometido deberá estar acorde con los programas de aprovechamiento de recursos no maderables.	Co13	
	Los desarrollos turísticos deberán minimizar el impacto a la fauna al dar continuidad a los corredores biológicos y establecer redes verdes al interior del desarrollo.	Co15	
	La introducción de especies exóticas de flora y fauna deberá estar regulada con base en la legislación ambiental vigente y un plan de manejo autorizado por la Junta Intermunicipal de la región.	Co19	
	La vegetación ribereña deberá ser conservada respetando su distribución natural en la orilla de los cuerpos y cauces de agua; cuando presente signos de deterioro, su recuperación será mediante reforestación	Co20	

	con especies nativas y manejo de suelo para lograr su estabilidad.		
	Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite dichos sitios.	Co23	
	Cualquier obra y/o actividad deberá garantizar la permanencia de los patrones naturales de los escurrimientos superficiales y la integridad de la hidrodinámica y función de los ecosistemas.	Co24	
Energías renovables	La instalación de proyectos para la generación de energía eléctrica renovable deberá garantizar la conservación del ecosistema evitando acciones de desmonte.	Er1	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se tienen contempladas actividades de generación de energía eléctrica renovable, fotovoltaica ni eólica dentro del área del proyecto ni el Uso de suelo del criterio corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo
	Se permite la instalación de proyectos de generación de energía eléctrica renovable fuera de zonas prioritarias para la conservación y ecosistemas frágiles.	Er2	
	Los proyectos de generación de energía eléctrica renovable deberán respetar los derechos humanos de las comunidades y pueblos.	Er3	
	Los proyectos de energía fotovoltaica deberán privilegiar sitios con pendientes menores a 11% y a distancias menores a 500 m de cuerpos de agua para evitar inundaciones.	Er4	
	Los proyectos de energía eólica deberán ubicarse en sitios con pendientes menores a 25% y en zonas con velocidad de viento mayor a 5 m/s y menor 25 m/s.	Er5	

	Los proyectos de energía eólica deberán contar con una distancia suficiente a asentamientos humanos para que los decibeles del aerogenerador cumplan con el ruido máximo permitido para humanos de 65 dB establecido en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Se propone una distancia mínima de 1,000m entre zonas urbanas y el parque eólico. Es importante considerar que diferentes turbinas generan diferentes niveles de ruido y un estudio basado en esas especificaciones es necesario para asegurar conformidad con la norma.	Er6	
	Los proyectos de energía eólica no deberán ubicarse dentro de las Rutas migratorias de aves o áreas importantes para la conservación de las aves.	Er7	
	Los proyectos de energía eólica deberán ubicarse en sitios con una distancia mayor a 10,000 m de aeropuertos.	Er8	
	Las propiedades donde se desarrollen proyectos de energía eólica deberán encontrarse preferentemente en modalidad jurídica de propiedad privada.	Er9	
	Los proyectos de energía eólica deberán ubicarse en sitios con distancias no mayores a 300 m de líneas de transmisión, así como también de toda vía de comunicación.	Er10	
	De menos una de las palas de rotor deberá ser pintadas de negro con el objetivo de minimiza las manchas de movimiento, el resto de las palas deberán contar con señales visuales "pasivas" para mejorar su visibilidad	Er11	

	que permita a las aves emprender acciones evasivas a su debido tiempo.		
	Se deberá promover la producción de insumos para Bioenergéticos, a partir de las actividades agropecuarias, forestales, algas, procesos biotecnológicos y enzimáticos del campo.	Er12	Se vincula indirectamente con el proyecto, ya que los insumos del proyecto son residuos orgánicos provenientes de la destilación del tequila, que son aprovechados para la producción de un biocombustible. En este sentido el proyecto se alinea con el criterio del programa aprovechando dichos insumos para la producción de biogás.
	Los proyectos de generación de energía eléctrica renovable no deberán ubicarse en Áreas Naturales Protegidas.	Er13	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se tienen contempladas actividades de generación de energía eléctrica renovable, fotovoltaica ni eólica dentro del área del proyecto ni el Uso de suelo del criterio corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo
	Se deberá desarrollar la infraestructura para la generación de energía con recursos naturales por medio de celdas fotovoltaicas y aerogeneradores eólicos.	Er14	
	Se deberá desarrollar la generación de energía con recursos naturales para el funcionamiento del equipamiento en la agricultura y ganadería.	Er15	
	Se deberán desarrollar las instalaciones aisladas o autónomas de celdas fotovoltaicas para el aprovechamiento de energía solar por vivienda alejadas de los centros de población con servicio eléctrico.	Er16	
	Se deberán instalar pequeños parques fotovoltaicos para el aprovechamiento de energía solar para pequeñas o medianas comunidades.	Er17	
	Se deberán instalar líneas de distribución para la conducción de electricidad generada por celdas fotovoltaicas para ser incorporadas a la red de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).	Er18	

	Para atender los efectos más probables del cambio global, para el año de 2050 la infraestructura para el sector de energía eólica y fotovoltaica deberá ser de bajo impacto (a través de la utilización de materiales amigables con el ambiente y prácticas de arquitectura sustentable) en áreas de poca o nula vegetación o en zonas que hayan tenido un uso productivo previo, de tal forma que se eviten alteraciones a la cobertura vegetal, particularmente a la vegetación primaria, para los terrenos forestales, el área a afectar deber ser la mínima requerida para la actividad.	Er19	
Forestal	La selección de un sistema silvícola debe prever etapas de la sucesión, clases de estructura y asociaciones vegetales, además de presentar los datos de composición de especies arbóreas del bosque, con diámetros >2.5 cm, incluyendo información sobre sus poblaciones dentro del programa de manejo forestal.	Fo2	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se tiene contemplada la explotación de los recursos forestales ubicados dentro del área del proyecto ni el Uso de suelo del criterio corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo
	Los aprovechamientos forestales deberán incluir prácticas que eviten el desperdicio de madera en el monte y realizar la pica y acomodo de los residuos (limpia de monte) con el fin de reducir el riesgo de incendios forestales.	Fo3	
	Los aprovechamientos forestales deberán garantizar la permanencia de corredores de fauna y hábitats de relevancia ecológica para considerar zonas de exclusión de aprovechamiento en vegetación nativa.	Fo4	

	Las personas propietarias y poseedoras de terrenos con aptitud preferentemente forestales, están obligados a prevenir los incendios forestales mediante el manejo y prevención cultural de los mismos, según lo establecido en los programas de manejo de incendios y/o la normatividad oficial vigente.	Fo9	
	No realizar acciones de reforestación en ecosistemas forestales afectados por incendios, sin antes realizar un diagnóstico del daño y evaluar el potencial de la regeneración natural.	Fo10	
	Se deberán llevar a cabo acciones de reforestación y restauración en zonas deforestadas, degradadas, desertificadas, erosionadas o con graves desequilibrios ecológicos que estén en terrenos forestales y preferentemente forestales, considerando la plantación de especies nativas y densidades naturales.	Fo11	
	Se deberán utilizar especies y variedades nativas de árboles, como medio de adaptación a cambios ambientales y reducción de la vulnerabilidad de la producción forestal frente a plagas, enfermedades y eventos meteorológicos extremos.	Fo13	
	En áreas con pendientes mayores a 45° se conservará, o en su caso, se restaurará la vegetación nativa, evitando llevar a cabo aprovechamientos forestales tanto maderables como no maderables.	Fo14	
	Las áreas deforestadas o degradadas deberán ser restauradas o rehabilitadas, a través del control o	Fo19	

	eliminación de los factores de cambio, el restablecimiento de la cobertura vegetal, la siembra o plantación y la reintroducción de especies nativas, el control de procesos de erosión y degradación de suelo y la estabilidad y productividad de los suelos.		
	Los programas de aprovechamientos forestales deben incluir el listado de especies respaldado por estudios regionales y asesoría de expertos, utilizando los nombres científicos correctos e incluir información sobre requerimientos de hábitat de las especies.	Fo22	
	Las áreas que se encuentren degradadas por la afectación de un incendio o aprovechamiento maderable, deberán establecer compromisos de restauración, considerando la conservación de la diversidad genética, utilizando preferentemente germoplasma local, con un estricto control de procedencia y del estado sanitario de la planta utilizada en la reforestación, para la recuperación de servicios ambientales importantes en la región.	Fo27	
	Dar preferencia a la rehabilitación de caminos de terracería existentes en vez de construir nuevos.	Fo36	Si bien este criterio no es aplicable al proyecto se hará uso de los caminos ya establecidos en el predio donde se encuentra el proyecto.
	Se permite el aprovechamiento de leña para uso doméstico, de acuerdo con los criterios establecidos en el marco normativo legal vigente.	Fo37	Estos criterios no aplican al proyecto dado que no se tiene contemplada la explotación de los recursos forestales ubicados dentro del área del proyecto ni el Uso de suelo del criterio corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo
	Cuando se aproveche el material vegetativo muerto (árboles), se deberá	Fo38	

	reforestar el número de árboles o superficie aprovechada presentando un programa de manejo simplificado.		
	El aprovechamiento de flora silvestre y hongos sin estatus comprometido deberá contar con un Programa de Manejo autorizado.	Fo39	
	Cualquier tipo de aprovechamiento intensivo se desarrollará bajo el esquema de UMAS o polígonos de aprovechamiento forestal maderable y no maderable.	Fo40	
	Únicamente se permiten edificaciones propias a las actividades primarias y el establecimiento de vivienda rural bajo el cumplimiento de un tamaño mínimo de lote de 4,000 m2 y un COS y CUS de 0.20.	Fo41	
Industria	Las zonas industriales y talleres de servicio industrial deberán estar delimitadas por barreras naturales o artificiales que disminuyan los efectos de ruido, la contaminación visual y ambiental.	In1	El área del proyecto se localiza dentro de un predio de uso de suelo industrial, el mismo que cuenta con las barreras físicas correspondientes.
	La industria deberá contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales o con métodos alternativos, los cuales deberán incluir en sus fases el pretratamiento y tratamiento primario. Asimismo, la industria deberá contar con su respectiva concesión de descarga.	In2	Las aguas residuales en todas las etapas del proyecto serán dispuestas con un proveedor autorizado con este fin.
	La industria deberá contar y cumplir con programas de manejo de residuos industriales y peligrosos, y si es requerido, enviarlos a los centros de manejo especializados.	In3	CÁMPARI MÉXICO S.A DE C.V cuenta con un programa de manejo integral de residuos con el fin de que todos los residuos, incluyendo aquellos que sean considerados peligrosos, sean identificados, clasificados, separados y dispuestos conforme a la normativa correspondiente, al cuál el proyecto será adherido,

			cumpliendo con lo requisitado por este criterio.
	El establecimiento de nuevas industrias deberá ser condicionado a partir de su peligrosidad. En la medida que su área de amortiguamiento lo permita, deberán de establecerse en las partes contiguas a la zona urbanizada. Fuera de los límites del centro de población, requerirán de la elaboración de un Plan Parcial de Desarrollo Urbano.	In4	El proyecto se establece en una zona con uso de suelo industrial ya establecido, fuera de las zonas urbanizadas ubicadas dentro de la UGA.
	Cualquier instalación industrial con riesgo asociado a demarres se establecerá a no menos de 500 metros de cuerpos de agua.	In5	No existen cuerpos de agua cercanas a 500 metros del área del proyecto, por lo que este es congruente con este criterio.
	Las industrias actuales y las de nueva creación deberán implementar los recursos tecnológicos suficientes para dar cumplimiento con el marco jurídico vigente en materia de emisiones a la atmósfera, ruido, desechos sólidos y líquidos que causen contaminación en la atmósfera, aguas y suelos.	In6	Se dará cumplimiento en todo momento a la normatividad aplicable en materia de emisiones a la atmósfera, ruido, residuos sólidos y líquidos.
	Las industrias reutilizarán el agua tratada para el riego de áreas verdes y en los servicios propios de la instalación (sanitarios, limpieza, entre otras). El agua pluvial deberá aprovecharse en la actividad económica y/o establecer mecanismos para propiciar la recarga al acuífero.	In7	No existe uso ni generación de agua tratada dentro del área del proyecto.
	Se condicionan las actividades industriales de alto impacto ambiental, establecidas y por establecerse, a la reconversión de sus procesos tecnológicos para la	In8	La generación de biogás es en si misma una reducción de la huella ecológica local al valorizar residuos orgánicos para producir biogás, por lo cuál el proyecto es congruente con el criterio.

	disminución de la huella ecológica de los mismos.		
	Se evitará el desarrollo de industria en zonas de alta aptitud agrícola, considerados espacios de recursos estratégicos.	In9	El proyecto se desarrolla en una zona con uso de suelo industrial previamente establecido, por lo cual no se desarrolla en zona de alta aptitud agrícola.
	Las actividades industriales deberán reducir la generación de residuos sólidos con alternativas como el reciclaje y contar con disposición final eficiente.	In10	Los residuos sólidos serán dispuestos de la manera más eficiente y siguiendo la normatividad correspondiente para asegurar que el manejo de estos sea el adecuado.
	El desarrollo de nuevos corredores industriales sólo se permitirá en zonas que se hayan identificado como de bajo potencial de infiltración, alta conectividad regional y cuente o pueda dotar servicios e infraestructura de calidad y de bajo impacto al medio ambiente.	In11	El proyecto se localiza en una zona con uso de suelo de tipo industrial previamente establecida, por lo cual se encuentra congruente con este criterio.
	En toda canalización del drenaje pluvial hacia tanques de almacenamiento, se deberá realizar de forma previa, una filtración de las aguas con sistemas de depuración, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes.	In12	Los drenajes pluviales del proyecto cumplirán con las características marcadas en este criterio.
	Las industrias que empleen como insumo en su sistema productivo el gas natural, aquellas relacionadas con el sector energético o de generación de energía eléctrica, deberán presentar una Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).	In13	Este criterio no aplica al proyecto dado que no incluye gas natural como insumo ni generación de Energía
	La construcción de cualquier emplazamiento industrial deberá realizarse solo en terrenos con pendientes menores al 30% y mayores de 2%.	In14	El proyecto se desarrolla en un terreno con pendiente dentro de los límites marcados en este criterio.

	Las industrias deberán llevar a cabo la transición a tecnologías verdes conforme lo establezcan las leyes y normas en materia ambiental.	In15	Las tecnologías verdes serán adoptadas dentro del proyecto conforme a lo dispuesto en la normativa ambiental.
	Todas las industrias deberán contar con un programa interno de protección civil.	In16	El correspondiente programa de protección civil será ingresado con la autoridad municipal correspondiente.
	Los proyectos agroindustriales que en su fase operativa involucren el uso de agroquímicos, deberán contar con un programa voluntario de monitoreo sobre la calidad del agua del subsuelo.	In17	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se trata de un proyecto de tipo agroindustrial.
	Se deberá fomentar la incorporación de las industrias al Programa de Cumplimiento Ambiental Voluntario de la SEMADET y al Certificado de Industria Limpia de la PROFEPA.	In20	Se contemplará la participación del proyecto en ambos programas.
	La autorización de industria o infraestructura para la producción de energía a partir de hidrocarburos y/o combustibles fósiles es de jurisdicción federal, su autorización estará condicionada a la evaluación de impacto ambiental y social.	In21	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se trata de un proyecto de tipo de producción de energía partir de hidrocarburos o combustibles fósiles.
	Todas las industrias deberán contar con una zona de amortiguamiento según su grado de peligrosidad. En tal franja no se permitirá ningún tipo de aprovechamiento urbano.	In22	El predio donde se localiza el área del proyecto posee su propia zona de amortiguamiento que aplica de igual manera al proyecto mismo.
	Los residuos industriales en estado líquido son considerados de manejo especial y de jurisdicción estatal, las instalaciones industriales que los generen, deberán contar con su Registro de Generador de Residuos de Manejo Especial.	In23	No se tiene contemplado la generación de residuos industriales en estado líquido y si estos se generan en un futuro se realizará el alta debida como Generador de Residuos de Manejo Especial.

	La industria deberá contar con sistemas de drenaje pluvial, aguas sanitarias y de procesos, independientes.	In25	Los sistemas pluviales y de agua de proceso se encontrarán separados uno del otro en congruencia con el criterio.
	Todas las industrias deberán dar cumplimiento a los niveles registrados de emisiones contaminantes conforme lo establecido en la NOM-043-SEMARNAT-1993.	In26	Se cumplirá con la emisión debajo de los límites máximos permisibles de acuerdo con la NOM-043-SEMARNAT 1993, mostrándose eventualmente en la Cédula de Operación Anual correspondiente.
	Las destiladoras de agave actuales y de nueva creación deberán implementar tecnologías para el tratamiento de al menos el 80% de las vinazas.	In27	Si bien este criterio no aplica directamente al proyecto dado que no se trata de un proyecto de destilación de agaves importante mencionar que es en si mismo un proyecto que aplica la tecnología para el tratamiento de vinaza por lo cual se alinea al criterio.
	Las destiladoras de agave actuales y de nueva creación deberán desviar de tiraderos y rellenos sanitarios el 10% del bagazo producido mediante métodos de tratamiento y/o aprovechamiento.	In28	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se trata de un proyecto de destilación de agaves.
	Las destiladoras de agave actuales y de nueva creación deberán desviar de tiraderos y rellenos sanitarios el 25% del bagazo producido mediante métodos de tratamiento y/o aprovechamiento.	In29	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se trata de un proyecto de destilación de agaves.
	El tratamiento del bagazo por medio del composteo deberá seguir la NMX-AA-180-SCFI-2018.	In30	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se trata de un proyecto de destilación de agaves.
	Todo el bagazo destinado a un relleno sanitario deberá cumplir con lo establecido NOM-004- SEMARNAT-2002.	In31	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se trata de un proyecto de destilación de agaves.
Infraestructura	Para toda obra o proyecto, durante las etapas de preparación y construcción, se deberá contar con la infraestructura necesaria que evite la infiltración de sustancias peligrosas al subsuelo.	If2	El proyecto se alinea con este criterio al utilizar los siguientes sistemas de seguridad: sistema de rebose de emergencia (EOF), geomembranas herméticas y trampas de humedad.

	La construcción de nuevos caminos rurales deberá evitar las áreas de alta susceptibilidad a derrumbes, deslizamientos, inundación o cualquier otro tipo de contingencia que se origine por la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos.	If3	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se contempla la construcción de la infraestructura mencionada ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	Los taludes en los caminos y carreteras deberán estabilizarse con materiales que garanticen la seguridad ante derrumbes y deslizamientos de materiales.	If5	
	En toda obra o proyecto, los materiales destinados para la construcción de infraestructura y el relleno de las zonas, deberá provenir preferentemente de las actividades de excavación y nivelación del proyecto, reduciendo el uso de materiales provenientes de otros sitios. Todos los materiales deberán ser almacenados de tal manera que no se dispersen por agua o viento.	If6	Las obras de preparación del sitio no contemplan el relleno con material externo al sitio y si este es necesario será en la menor medida posible.
	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos.	If7	Las instalaciones temporales del proyecto se localizarán contarán con los servicios necesarios, así como con su respectivo plan de protección civil y manejo de residuos apropiado según la normativa.
	Se deberán establecer sistemas de señalización en las líneas de conducción y transporte donde se ubiquen condiciones de riesgo.	If8	Se colocara toda la señalética indicada por la normatividad correspondiente en las áreas con condiciones de riesgo.
	Si los requerimientos estructurales de la superficie de rodamiento lo permiten, la construcción de caminos, andadores y	If9	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se contempla la construcción de la infraestructura mencionada ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.

	estacionamientos deberá utilizar materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, asimismo los caminos deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados.		
	Las plantas de tratamiento de aguas residuales deberán contar con un sistema que minimice la generación de lodos, así como también contar con un programa operativo que considere la desactivación, desinfección y disposición final de los mismos.	If10	
	Para la utilización de pólvoras y explosivos en la industria de la construcción, se deberá contar con los permisos correspondientes.	If12	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se contempla el uso de explosivos de ningún tipo ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	El inicio de operaciones de los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial deberá condicionarse a la existencia de un esquema de financiamiento que considere los recursos económicos necesarios para poder implementar el plan de clausura según lo marque la normatividad vigente, este plan incluirá la recuperación ecológica del lugar en medida de lo posible.	If14	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se contempla la construcción de la infraestructura mencionada ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	Cualquier autorización de infraestructura para la provisión de agua, estará condicionada a una constancia de factibilidad hídrica expedida por la autoridad correspondiente; en su caso, deberá de ser convocado el Observatorio del Agua por la autoridad responsable de su emisión para conocer su opinión.	If15	
	La construcción de caminos y carreteras deberán estar por lo menos a 200 m de	If18	

	zonas históricas o arqueológicas.		
	El establecimiento de infraestructura considerará y mitigará la generación de posibles riesgos.	If19	Las obras de preparación y construcción del sitio se enfocarán en reducción de riesgos a través del Plan de protección Civil.
	La construcción de cualquier obra de infraestructura deberá dejar en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original, salvo que cuente con la autorización correspondiente para su remoción.	If21	No se contempla el retiro de arbolado en el área del proyecto en ninguna etapa del mismo.
	En aquellos predios donde se identifiquen sitios arqueológicos relevantes, se podrá instalar la infraestructura necesaria para el uso turístico - cultural del sitio.	If22	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se detecta algún sitio arqueológico relevante ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de campamentos o infraestructura temporal deberán ubicarse en áreas abiertas libres de vegetación y no invadir cauces y cuerpos de agua.	If23	Las instalaciones temporales del proyecto se localizarán en lugares libres de vegetación y sin invasión de cuerpos ni cauces de agua.
	Cualquier modificación del paisaje, ya sea por obra civil, cambio de la cobertura del territorio, proyecto de infraestructura, agropecuario y de restauración o conservación, deberá establecer medidas para el control de la erosión.	If26	El paisaje dentro del predio donde se encuentra el proyecto se encuentra previamente modificado y no se prevé la alteración de este.
	Los cementerios podrán instalarse fuera de zonas inundables, terrenos rocosos o arenosos, rellenados y cerca de focos de contaminación. Su instalación estará sujeta a una Manifestación de Impacto Ambiental.	If32	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se contempla la construcción de la infraestructura mencionada ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	Los sitios de disposición final de residuos de la construcción y demolición deberán presentar manifestación de impacto	If33	

	ambiental y operar conforme al Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción.		
Pecuario	La vegetación que sea utilizada para dar sombra al ganado, deberá ser preferentemente vegetación nativa.	Pe2	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se contempla el desarrollo de actividades pecuarias ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	La ganadería intensiva deberá desarrollarse en pendientes que faciliten el drenaje natural.	Pe3	
	La ganadería extensiva se limitará cuando los hatos rebasen los coeficientes de agostadero asignados por la Comisión Técnica de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA) para esta región.	Pe4	
	En áreas dedicadas a ganadería intensiva deberá subdividirse el territorio con la finalidad de rotar el número de ganado dando oportunidad a la recuperación del suelo y los pastos.	Pe5	
	Las zonas que hayan sido sobre pastoreadas recurrentemente, deberán dejarse descansar, mediante el modelo de Zona de Exclusión Ganadera.	Pe6	
	Las áreas destinadas a pastoreo y aprovechamiento ganadero deberán manejarse con plaguicidas aprobados por la COFEPRIS, excluyendo el uso de químicos de alta persistencia y toxicidad.	Pe7	
	Los proyectos de actividades pecuarias deberán monitorear y sanear el agua para consumo animal.	Pe8	
	En terrenos pecuarios solamente se deberá aplicar el fuego mediante métodos de quema controlada o prescrita.	Pe10	

	En unidades de producción ganadera, donde existan especies de pasto de alta capacidad forrajera, excluir un área de pastoreo para la producción de semillas de manera confinada y controlada.	Pe11	
	La actividad pecuaria deberá conservar la cobertura forestal y aprovechar su potencial forrajero, manteniendo el uso tradicional de agostaderos cerriles.	Pe12	
	El uso y construcción de baños garrapaticidas, así como el uso y lavado de bombas garrapaticidas deberán ubicarse fuera de la franja de la política de protección de cauces y cuerpos de agua. Los sitios para tal fin deberán contar con recubrimiento impermeabilizante, con el fin de minimizar el riesgo de contaminación por la infiltración hacia el acuífero y/o el escurrimiento hacia los cuerpos de agua. El agua residual proveniente de estos baños deberá ser tratada para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad de la normatividad vigente.	Pe13	
	Las actividades pecuarias que se desarrollen bajo métodos de producción intensiva y en confinamiento, deberán considerar un sistema para el tratamiento, reutilización y disposición final de las aguas residuales.	Pe14	
	Los potreros deberán establecerse en sitios con la mayor aptitud pecuaria.	Pe15	
	Las cercas perimetrales deberán incluir árboles multifuncionales (maderables, no maderables, forrajeros, melíferos,	Pe16	

	frutales, etc.) o en su defecto, vegetación arbustiva.		
	Toda actividad pecuaria deberá realizarse fuera de la zona federal de los cauces y humedales, y/o de la distancia que establezcan los planes de manejo de los sitios Ramsar, exceptuando la actividad apícola.	Pe17	
	Evitar el establecimiento de nuevas granjas intensivas pecuarias mayores a 6 cabezas de ganado mayor, o su equivalencia en ganado menor, y asegurar que las ya establecidas tengan buenas prácticas productivas, sobre todo evitar las descargas de aguas residuales o residuos de manejo especial en estado líquido.	Pe18	
	Las granjas deberán instalar y/o adecuar infraestructura para la captación del agua pluvial que se utilice para el consumo animal, riego de áreas verdes y limpieza.	Pe19	
	Los cadáveres de animales se deberán incinerar fuera de centros de población y en áreas abiertas y despejadas.	Pe20	
	Se deberá tener actualizadas las cédulas agropecuarias de las Unidades de Producción Pecuarias (UPP) y de los Prestadores de Servicios Ganaderos (PSG) inscritas en el Padrón Ganadero Nacional (PGN) como instrumento normativo oficial para la planeación del desarrollo del sector dentro de la UGA.	Pe21	
	Las actividades pecuarias no deberán reducir la cubierta forestal	Pe22	
	El pastoreo deberá evitarse en áreas forestales que se destinen a la repoblación o reforestación natural o	Pe23	

	inducida y/o donde haya evidencia de alteración del suelo.		
	Deberán emplearse obras de restauración para suelos compactados y erosionados en zonas afectadas por las actividades agropecuarias.	Pe24	
	Todos los predios dedicados a la producción ganadera deberán acahualar o conservar como mínimo el 20% de la vegetación nativa presente en el predio.	Pe25	
	Todo proyecto de actividad pecuaria deberá contar con las pruebas zoosanitarias establecidas en las normas oficiales vigentes.	Pe27	
	Para el manejo de garrapatas, se deberá optar por métodos biorracionales como la utilización de plantas que cumplan la función de repeler de manera natural y el descanso adecuado de potreros.	Pe28	
	Se permite la ganadería extensiva rotacional en bajas densidades de ganado, evitando el sobrepastoreo y degradación forestal.	Pe29	
	Todos los predios con vocación pecuaria deberán contar con bancos de proteínas para el ganado.	Pe30	
	Las actividades pecuarias que se desarrollen bajo métodos de producción intensivos y en confinamiento, deberán considerar un sistema para el manejo y tratamiento de excretas, cuya disposición final pueda ser de producción de energía para aprovechamiento autosuficiente, abono al suelo o como insumo para alimento animal.	Pe31	
	Se deberá mantener una franja de vegetación nativa	Pe32	

	sobre el perímetro de los predios de pastoreo y agrosilvopastoriles.		
	Se permiten actividades agropecuarias en terrenos con pendientes menores al 15 %	Pe33	
	Todo proyecto de actividad pecuaria, deberá presentar un plan de manejo avalado por las autoridades competentes.	Pe34	
	La población ganadera no deberá rebasar la capacidad de carga del sitio donde se encuentra.	Pe35	
	Se debe evitar la quema de terrenos para limpieza y preparación de los mismos, así como fomentar la incorporación de la materia orgánica al suelo.	Pe36	
	Se deberá guardar el ganado en corrales durante la noche.	Pe37	
	Para el control de malezas se utilizarán compuestos naturales u orgánicos.	Pe39	
	Se permite la ganadería controlada en las zonas con pendientes entre el 15 y 30 %.	Pe40	
	La actividad ganadera de traspatio menor de cinco cabezas de ganado bovino, o su equivalencia en ganado menor, no estará sujeta a licencias urbanísticas ni evaluación de impacto ambiental	Pe43	
Turismo	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, se deberá ejercer una vigilancia continua para evitar la captura, cacería y destrucción de nidos y crías.	Tu1	Este criterio no aplica al proyecto dado que no se contempla el desarrollo de actividades pecuarias, construcción de instalaciones turísticas ni el uso de suelo del criterio es el establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
	Toda actividad turística deberá contar instalaciones sanitarias y de recolección de basura en sitios estratégicos.	Tu2	

	Sólo podrá ser desmontada y despalmada totalmente la superficie determinada por el Coeficiente de Ocupación del Suelo (COS).	Tu3	
	En el área de servicios, se deberán dejar en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original y únicamente en el caso de que sea estrictamente necesaria su remoción se deberá justificar con un estudio técnico y efectuar las medidas de compensación y mitigación correspondientes.	Tu4	
	Los desarrollos turísticos deberán contar con sistemas de reutilización de aguas grises y emplearlas en el riego de áreas verdes o jardines en los términos que la norma establece.	Tu5	
	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos, deberán contar con un plan de manejo en los cuales se contemplen los sitios de disposición establecidos por la autoridad correspondiente.	Tu8	
	Toda construcción deberá realizarse fuera de bordes de barrancos u otras formas geográficas con pendientes mayores a 30%.	Tu9	
	El emplazamiento de edificaciones de tipo Turístico Campestre (TC), Turístico Hotelero Densidad Mínima (TH1) y Servicios Distritales de Intensidad Mínima (SD1) para restaurantes y salones de eventos, estará sujeto al cumplimiento de un tamaño mínimo de lote e índice de edificación de 1,600 m2, un Coeficiente de Ocupación de Suelo de 0.25, un Coeficiente de Utilización de Suelo de 0.50 y una altura máxima de 2 niveles.	Tu12	

	El diseño de las construcciones debe emplear una arquitectura armónica con el paisaje considerando técnicas, materiales y formas constructivas locales.	Tu13	
	Se deberán emplear especies nativas y propias de la región en las áreas ajardinadas o uso público.	Tu14	
	Privilegiar la utilización de ecotecnias y prácticas sustentables en los sitios donde no cuenten con la infraestructura mínima de urbanización se desarrollen actividades turísticas/ recreativas en el territorio.	Tu17	
	El desplante de cualquier proyecto deberá realizarse en zonas degradadas o deforestadas, siempre y cuando el predio cuente con este tipo de superficies.	Tu19	
	Los nuevos desarrollos turísticos deberán contemplar en su proyecto definitivo de urbanización, la construcción de accesos viales y la construcción y/o ampliación de las redes de agua potable, drenaje y electricidad necesarias para su operación.	Tu20	
	Toda construcción deberá utilizar materiales de la región, su altura no rebasará la vegetación arbórea y se construirá bajo los principios de diseño bioclimático y vivienda sustentable.	Tu21	
	Los campos de golf actuales y de nueva creación deberán dejar el 50% de la cobertura forestal del proyecto sin modificar, utilizar productos orgánicos y/o biodegradables para su mantenimiento e implementar acciones para la reutilización de aguas	Tu23	

	residuales y pluviales para su suministro.		
	Los nuevos desarrollos turísticos deberán incorporar sistemas de energía renovable.	Tu24	
	El emplazamiento de cualquier actividad turística que requiera obras de urbanización estará sujeta a evaluación de impacto ambiental.	Tu25	
	El tránsito de vehículos automotores con fines recreativos deberá realizarse solo en caminos designados. El establecimiento de la actividad estará sujeta a evaluación de impacto ambiental.	Tu26	

Del análisis efectuado se concluye que el proyecto es congruente con la política ambiental de conservación aplicable al área donde se pretende desarrollar, ya que incorpora medidas de prevención, mitigación y control ambiental orientadas a minimizar la alteración de los recursos naturales y mantener las condiciones ambientales del entorno. Asimismo, la intervención se limita a la superficie estrictamente necesaria para la instalación y operación de la infraestructura, reduciendo la ocupación innecesaria del territorio.

De igual forma, las actividades previstas no contravienen los lineamientos y criterios de regulación ecológica identificados para la zona, toda vez que se privilegia el uso de accesos existentes y se consideran acciones encaminadas a evitar afectaciones adicionales sobre el suelo, la vegetación y los demás componentes ambientales presentes en el área de influencia.

En consecuencia, se determina que el proyecto es compatible con los objetivos de ordenamiento ecológico aplicables al sitio, al promover un desarrollo controlado y ambientalmente responsable, sin comprometer la funcionalidad de los ecosistemas ni las estrategias de conservación definidas para la región.

3.11 Planes de Desarrollo Urbano (PDU)

3.11.1 Plan Municipal de Desarrollo Urbano (San Ignacio Cerro Gordo)

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Ignacio Cerro Gordo constituye el instrumento de planeación territorial municipal que orienta el crecimiento ordenado del municipio. Este instrumento establece los lineamientos generales para la consolidación de un modelo de desarrollo urbano más compacto, eficiente y sustentable, orientado a la optimización del uso del suelo y a la organización equilibrada del territorio.

Objetivos

En este sentido, se presenta la vinculación del proyecto con los objetivos establecidos en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y Gobernanza de San Ignacio Cerro Gordo, con el propósito de identificar su grado de congruencia con las estrategias de desarrollo urbano, sustentabilidad y ordenamiento territorial previstas en dicho instrumento. Esta evaluación permite relacionar las características del proyecto con la visión de desarrollo del municipio, particularmente en lo referente al aprovechamiento del territorio, la consolidación urbana y la compatibilidad de actividades productivas.

Tabla 3-29 Objetivos del Programa de Desarrollo Urbano

Objetivos
1. LOCALIDADES EQUITATIVAS Y RESILIENTES AL CAMBIO CLIMÁTICO Transitar hacia un modelo de planeación y desarrollo orientado a generar localidades urbanas y rurales sostenibles y resilientes, equitativas y económicamente viables que reduzcan las desigualdades socioespaciales en los asentamientos humanos, principalmente de aquellas en las que el crecimiento de la mancha urbanizada se ha dado de manera más acelerado a lo largo de vialidades regionales, como la de la cabecera, Trinidad y los Dolores. 2. SISTEMA URBANO-RURALINTEGRADOYCONECTADO Reestructurar el sistema urbano rural existente para configurar un sistema integrado y policéntrico en el que las localidades rurales de menor tamaño y más segregadas tengan un nodo proveedor de servicios y equipamientos de proximidad y en el que la conectividad municipal y regional sea eficiente. 3. PRODUCTIVIDADRURALSUSTENTABLEYORDENADA Regular la ubicación y los procesos de las actividades económicas del sector pecuario, agroindustrial e industrial que tienen lugar en suelo rural, principalmente aquellas que han sido fuente de las principales afectaciones a la población, como las ladrilleras. 4. SERVICIOS ECOSISTÉMICOS FORTALECIDOS Fortalecer la sostenibilidad y las capacidades adaptativas en el territorio mediante la conservación de las masas forestales que proveen servicios ecosistémicos a las actividades productivas y a la población, principalmente de aquellas zonas que están sufriendo fuertes presiones de cambio de uso de suelo debido a la expansión de desarrollos turístico-campestres alrededor de Cerro Gordo. 5. SISTEMA DESOPORTEHÍDRICORESTAURADO Situar al ciclo hidrológico en un lugar prioritario en la planeación territorial y en la regularización y gestión de las prácticas que tienen lugar tanto en suelo rural como en suelo urbano, de manera que se reconozca la importancia de los recursos hidrológicos para lograr un municipio resiliente, sostenible y adaptada a los desafíos que enfrentan la ciudad y las actividades productivas.
Vinculación
El proyecto se encuentra alineado con los objetivos del PMDU, en virtud de que contribuye a: 1. Contribuir a la resiliencia local al cambio climático al contribuir al aprovechamiento y reducción de residuos orgánicos locales. 2. Preservar el equilibrio ecológico local al localizarse en una zona industrial ya establecida, sin ejercer presión en otros tipos de suelo. 3. Mantener los recursos hidrológicos locales en condiciones óptimas al aprovechar y reducir el volumen de los residuos orgánicos producidos en la zona.

Por tanto, se considera que el proyecto se encuentra en congruencia con los objetivos del Plan de Desarrollo Municipal de San Ignacio Cerro Grande.

ZONIFICACIÓN PRIMARIA

Existen dos tipos de zonificación para el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Ignacio Cerro Gordo; zonificación primaria y zonificación secundaria. El área del proyecto se encuentra dentro de los límites de la Unidad de Gestión Territorial número 5, misma que solo se encuentra dentro de los límites de la zonificación primaria del plan. Las características de la UGT se muestran a continuación.

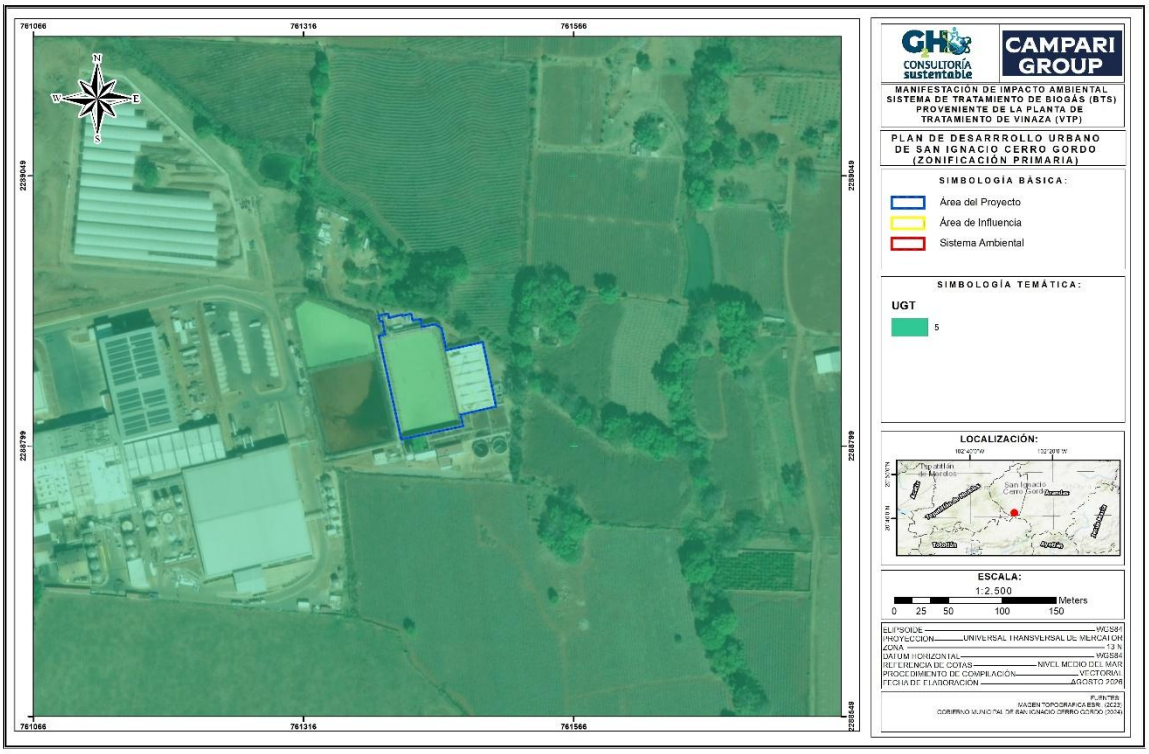


Figura 3-9 Ubicación del Proyecto dentro del Plan Municipal de Desarrollo Urbano (San Ignacio Cerro Gordo)

Tabla 3-30 Características de la UGT 5 de Jalisco

UGT	Zonificación Primaria	Clasificación de Áreas	Clave de Identificación	Superficie (Ha)
UGT 5	No urbanizable	Área de transición	AT-2	468.78

Áreas de transición, clave AT

Son las que fungen como separadoras entre las áreas urbanas y las áreas rurales, aminorando la confrontación directa entre las condiciones físicas de cada una de ellas; estas áreas están sujetas a usos restringidos y sólo se permitirán aquellas instalaciones, con baja intensidad de uso del suelo, que puedan generar su propia infraestructura sin depender de las del área urbana actual del centro de población. En estas áreas tendrán prioridad las actividades que demanden grandes extensiones de espacio abierto, especialmente de recreación y esparcimiento, institucionales y agropecuarias.

Se puede identificar entre dos áreas de transición, aquellas contenidas dentro de los centros de población identificadas con clave AT-1 y aquellas que fungen como zona de amortiguamiento entre el centro de población y las áreas rurales identificadas con la clave AT-2.

El área del proyecto corresponde a un área de transición con clave AT-2, de modo que se presenta la vinculación

Tabla 3-31 Condicionantes del PMUR de San Ignacio Cerro Gordo para zonas con clave AT-2

Condicionante	Tipo de actividades que contemplan la condicionante	Vinculación
a. Máximo 3 viviendas por lote.	Vivienda o edificio rural	Esta condicionantes no aplica al proyecto dado que no se contempla el desarrollo de viviendas de ningún tipo ni el uso de suelo asociado a la condicionantes corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
b. Se deberá contar con barreras naturales en el perímetro de la construcción conformadas por arbolado de follaje perenne, nativo y de mínimo 2 metros de altura, plantados de entre 2 a 3 metros entre cada uno, con la finalidad de disminuir los impactos generados.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	El proyecto se integrará a las instalaciones industriales existentes de CAMPARI MÉXICO S.A DE C.V, aprovechando el espacio y la infraestructura previamente establecida, por lo que no se contempla la apertura de un nuevo frente de construcción aislado del entorno industrial. Las condiciones existentes en el perímetro de las instalaciones contribuirán a disminuir los posibles contrastes visuales y efectos asociados a la incorporación del proyecto, favoreciendo su integración con el

Condicionante	Tipo de actividades que contemplan la condicionante	Vinculación
		entorno y atendiendo la finalidad del presente criterio.
c. Se deberá contar con la propuesta de instalación de áreas verdes que cubran al menos el 10% de la superficie total del predio.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	El predio del proyecto cuenta con la superficie mínima requerida de áreas verdes como da cuentan los informes anuales presentados (ANEXO II. INFORMACIÓN DEL PROYECTO) y dados por cumplimentados por la Secretaría De Medio Ambiente Y Desarrollo Territorial Del Estado De Jalisco.
d. Se deberá destinar al menos el 15% de la superficie no utilizada para implementar obras para la captación, reutilización y/o absorción de agua pluvial, sin alterar el flujo natural de las escorrentías.	Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	El predio de CAMPARI MÉXICO S.A DE C.V cuenta con una superficie sin construcción ni pavimentación dentro de la cual ocurre la absorción natural del agua pluvial al subsuelo, con lo cuál el proyecto se adhiere a la presente condicionante.
e. Se deberá contar con un sitio acondicionado de acuerdo a la normatividad para el acopio y almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y/o residuos peligrosos, según sea el caso, con capacidad suficiente para almacenar la totalidad de los residuos producidos y que permita un correcto manejo y recolección.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	El proyecto contará con sus debidos almacenes para RSU, RME y RP acorde a la normatividad aplicable respectiva, con envíos a disposición programados para evitar su saturación.
f. Todas las obras de arborización deberán realizarse con vegetación nativa, de preferencia local, y que tenga bajos requerimientos de mantenimiento en cuanto a podas, manejo de plagas y riego.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	No se tienen contempladas obras de arborización dentro del área del proyecto.

Condicionante	Tipo de actividades que contemplan la condicionante	Vinculación
g. En la instalación de nuevas luminarias temporales o permanentes, utilizar luces *Cutt-off* o *semi cut-off* dirigidas hacia abajo, para evitar la iluminación hacia el cielo u otras áreas fuera del proyecto, y evitar dirigirlas hacia zonas de descanso o habitacionales y zonas arboladas o vegetación natural.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	Las luminarias utilizadas para el proyecto cumplirán con las características necesarias para dar cumplimiento a esta condicionante.
h. Se deberá instalar señalética de manera permanente para la protección de flora y fauna en el sitio.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	Se instalará la señalética necesaria para dar cumplimiento a esta condicionante.
i. Se deberán instalar pasos de fauna y demás infraestructura verde que permita el tránsito de medianos y pequeños mamíferos, así como de otros pequeños vertebrados. De manera general, se deberá instalar un paso de fauna por cada 3 km lineales de construcción.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	El proyecto no contara con una extensión mayor a 3 km lineales de construcción por lo cual la condicionante no aplica al proyecto
j. Toda infraestructura donde se lleven a cabo actividades que generen lixiviados o residuos peligrosos deberá contar con una superficie impermeabilizada con la finalidad de que éstos no se infiltren en el manto freático.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	Si bien no se generan lixiviados o residuos peligrosos líquidos se cuentan sistemas de seguridad para evitar la filtración y derrame de cualquier líquido fuera del proceso.
k. Las construcciones del sector privado, público y residencial deberán disminuir la carga térmica (orientación, ventilación	Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados	Se realizará la construcción del proyecto de forma que se de cumplimiento a esta condicionante.

Condicionante	Tipo de actividades que contemplan la condicionante	Vinculación
cruzada, material de construcción con aislamiento térmico, pintura blanca en el techo, parasoles externos, entre otros).	del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	
l. Deberán tener un medidor de agua de acuerdo a la NOM NMX-AA-179-SCFI-2018.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	No se tiene contemplado el uso del servicio de la red de agua potable municipal por lo cual esta condicionante no aplica al proyecto.
m. La actividad se deberá llevar a cabo a partir de una distancia de 500 m de los centros de población o áreas urbanizadas.	Instalación acuícola; Agricultura protegida; Casas de campo y cabañas; Vivienda o edificio rural; Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	El área del proyecto se encuentra a una distancia mayor a 500 m de algún centro de población o área urbanizada.
n. Toda industria deberá contar con un análisis de Riesgos sobre las Sustancias Químicas Peligrosas para su manejo, almacenamiento y transporte de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.	Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Parque industrial; Industria y almacenamiento; Industria y almacenamiento riesgosos	Se contarán con los debidos análisis de riesgos en el caso de uso y manejo de sustancias peligrosas en el proyecto.
o. La industria del tequila y derivados del agave podrá almacenar un máximo de 60,000 litros de producto.	Industria del tequila y derivados del agave	Esta condicionantes no aplica al proyecto dado que no se contempla destilación de tequila ni el uso de suelo asociado a la condicionantes corresponde al establecido en la Licencia de Uso de Suelo.
p. Se deberá realizar un análisis de dispersión de olores.	Agroindustria; Industria del tequila y derivados del agave; Industria y almacenamiento	Se realizará el debido análisis de dispersión de olores.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto se considera congruente con el objetivo del instrumento de planeación urbana, en virtud de que contribuye al aprovechamiento sustentable del territorio mediante el desarrollo de infraestructura para la valorización de residuos orgánicos y la generación de energía renovable, manteniendo compatibilidad con actividades de carácter industrial y de servicios asociadas al entorno.

3.12 Conclusiones

La revisión integral de los instrumentos jurídicos, normativos y de planeación aplicables permitió determinar que el proyecto se encuentra alineado con las disposiciones que regulan la protección ambiental, la conservación de los recursos naturales y el desarrollo de actividades dentro del territorio. El análisis efectuado identificó los requerimientos específicos que resultan aplicables a las distintas fases del proyecto, constatando que su planteamiento incorpora los elementos necesarios para atender las obligaciones y criterios establecidos por las autoridades competentes.

De igual forma, se verificó que las actividades propuestas son compatibles con los objetivos de preservación ambiental y manejo responsable del entorno promovidos por los diversos instrumentos analizados. Para ello, el proyecto considera la aplicación de medidas destinadas a reducir la generación de impactos sobre los componentes físicos y biológicos del área de influencia, así como la implementación de mecanismos de supervisión y seguimiento que permitan evaluar continuamente el desempeño ambiental de las actividades desarrolladas.

En términos generales, se concluye que el proyecto presenta una adecuada integración con el marco regulatorio aplicable, al incorporar criterios orientados a la protección de la biodiversidad, la conservación de los ecosistemas y el uso ordenado del territorio. En consecuencia, su ejecución puede llevarse a cabo de manera compatible con los objetivos ambientales definidos para la zona, contribuyendo al cumplimiento de los principios de sustentabilidad y gestión responsable de los recursos naturales establecidos en la normatividad vigente.

4 Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

4.1 Delimitación del Sistema Ambiental (SA)

El Sistema Ambiental (SA) ha sido definido a través de un proceso de recopilación y análisis de datos ambientales pertinentes, considerando la extensión y naturaleza del proyecto en cuestión. Se han priorizado los elementos bióticos y abióticos que exhiben características homogéneas y que podrían influir en el complejo planteado para la construcción del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).

El SA se ha configurado mediante la integración de diversas capas de datos en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el propósito de lograr una representación coherente y completa de los factores físicos relevantes que pudieran verse directa o indirectamente influenciados por la ejecución y operación del proyecto.

Metodología SIG empleada

Mediante ArcGIS se realizó la superposición y análisis espacial de diversas capas temáticas, tomando como punto de referencia la ubicación geográfica del polígono del proyecto. A partir de esta base, se identificaron las unidades ambientales y territoriales que presentan una relación directa o indirecta con las actividades del proyecto, lo que permitió establecer un Sistema Ambiental coherente con las características del medio físico y natural de la región.

Criterios considerados para la delimitación del Sistema Ambiental

Para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) se consideraron elementos del medio físico y de la estructura territorial que permiten identificar un área con características ambientales relativamente homogéneas y con una relación funcional respecto al área donde se desarrolla el proyecto. Para ello, se emplearon como criterios principales las microcuencas, el uso de suelo y vegetación, las curvas de nivel y la red hidrológica.

1. **Microcuencas de la región**

La delimitación del SA incluyó el análisis de las microcuencas hidrológicas, ya que estas representan unidades naturales de gestión ambiental. La incorporación de este criterio permite comprender la dinámica de escurrimientos superficiales, la dirección del flujo del agua y la posible influencia del proyecto sobre la captación, conducción y descarga de aguas pluviales.

Considerar las microcuencas resulta esencial para evaluar impactos relacionados con la modificación del drenaje natural, el arrastre de sedimentos y la posible contaminación de cuerpos de agua.

2. **Uso de suelo y vegetación**

Se utilizó la capa de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII del INEGI para reconocer los tipos de cobertura vegetal y los usos antrópicos presentes en el área. Este criterio es relevante para identificar posibles afectaciones a ecosistemas naturales, áreas transformadas o zonas previamente impactadas por actividades industriales o agropecuarias.

Asimismo, este análisis permite evaluar la compatibilidad del proyecto con el entorno inmediato, así como estimar la magnitud de los impactos ambientales potenciales sobre la vegetación y los servicios ecosistémicos asociados.

3. **Red hidrológica**

Asimismo, se incorporó la red hidrológica, tomando en cuenta la distribución de cauces y corrientes superficiales existentes, su relación con las microcuencas y su correspondencia con las condiciones topográficas del territorio. La integración de este criterio permitió complementar la delimitación desde el punto de vista de la conectividad hidrológica.

4. **Curvas de nivel**

Finalmente, se utilizaron las curvas de nivel para reconocer las características topográficas del terreno y apoyar la identificación de cambios en el relieve que pudieran representar límites o transiciones dentro del área de estudio. La configuración del relieve se analizó conjuntamente con la red de drenaje, considerando su influencia en los patrones de escurrimiento superficial.

A partir de la integración de estos criterios se estableció el Sistema Ambiental como una unidad espacial que permite analizar las condiciones ambientales del entorno del proyecto, considerando la relación existente entre el relieve, el comportamiento del escurrimiento superficial, las unidades de drenaje y la distribución de los usos de suelo y tipos de vegetación. De esta manera, el SA constituye el marco territorial de referencia para la identificación y valoración de los posibles efectos ambientales asociados al proyecto.

En el ANEXO III se adjuntan el archivo en formato .kmz del Sistema Ambiental.

4.1.1 Delimitación del Área de influencia (AI)

Se consideró un área de influencia definida a partir de un radio de 500 metros alrededor del polígono donde se ubica el sistema de distribución, con el objetivo de contar con una unidad de análisis que permita evaluar de manera integral las condiciones del sistema ambiental, sin limitar la identificación de posibles interacciones ni la implementación de medidas de prevención y mitigación.

La delimitación del Área de Influencia se realizó considerando los límites externos del proyecto del sistema de distribución, así como el alcance espacial de las actividades asociadas a su operación y mantenimiento. Para su definición, se empleó un análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), a partir del cual se generó una zona de amortiguamiento (buffer) de 500 metros, permitiendo identificar el entorno inmediato donde podrían presentarse interacciones con los componentes del medio físico, biótico y socioeconómico.

De esta manera, el Área de Influencia final corresponde al polígono resultante de la integración de las zonas de análisis definidas, dentro del cual se llevó a cabo la caracterización del entorno y la evaluación de las condiciones ambientales asociadas a la operación del proyecto, asegurando un enfoque integral y consistente con la dinámica ambiental del área.

Tabla 4-1 Áreas de estudio

Área (ha)		
Sistema Ambiental	**Área de Influencia**	**Área del proyecto**
513.67	101.86	0.82

En las siguientes figuras se muestran las áreas planteadas, para su estudio y que permitan delimitar en función de la interacción que tendrán los ecosistemas y sus procesos con la implementación y desarrollo del proyecto.



Figura 4-1 Área del Proyecto

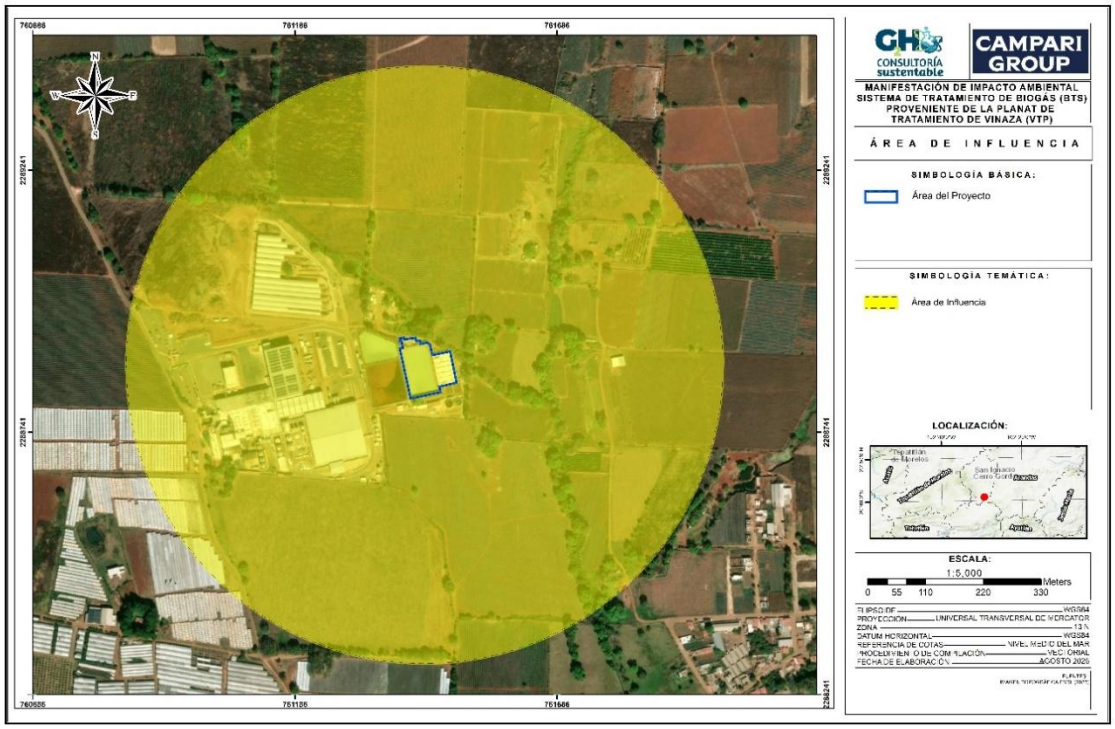


Figura 4-2 Área de Influencia

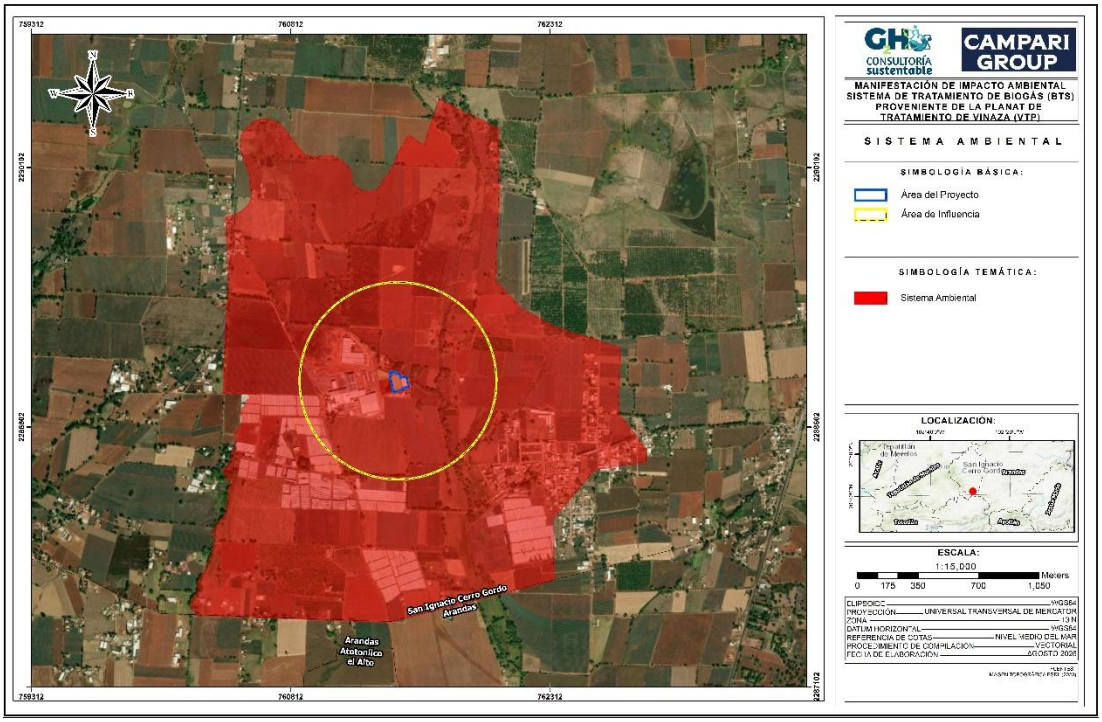


Figura 4-3 Sistema Ambiental

4.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

La caracterización y análisis del Sistema Ambiental (SA) del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** se realizó con base en la delimitación previamente establecida mediante criterios ambientales, territoriales y funcionales, apoyándose en el análisis espacial de información cartográfica oficial, así como en recorridos de campo efectuados dentro del Área del Proyecto y Área de Influencia.

Los recorridos tuvieron como objetivo verificar y complementar la información cartográfica y documental, así como identificar las características físicas, biológicas y socioeconómicas del entorno, permitiendo una evaluación integral del medio ambiente susceptible de ser impactado por el desarrollo del proyecto.

El análisis integrado del Sistema Ambiental indica que el proyecto se localiza en un entorno urbano de actividades industriales, comerciales y residenciales, con un grado de modificación previo y sin la presencia de ecosistemas de alta fragilidad ambiental. Las condiciones físicas del sitio, la composición biológica y el contexto socioeconómico permiten prever que los impactos ambientales potenciales pueden ser identificados, evaluados y mitigados mediante la aplicación de medidas de manejo ambiental adecuadas.

La información generada a partir del análisis SIG y los recorridos de campo proporciona una base técnica sólida para la evaluación de impactos ambientales del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).**

4.2.1 Aspectos Abióticos

4.2.1.1 Clima

Tipo de Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García (2004), en el Sistema Ambiental se identifica un solo tipo de clima, correspondiente al (A)C(w1), Semicálido Subhúmedo del grupo C. En la Figura 4-4 se muestra su distribución espacial dentro del Sistema Ambiental.

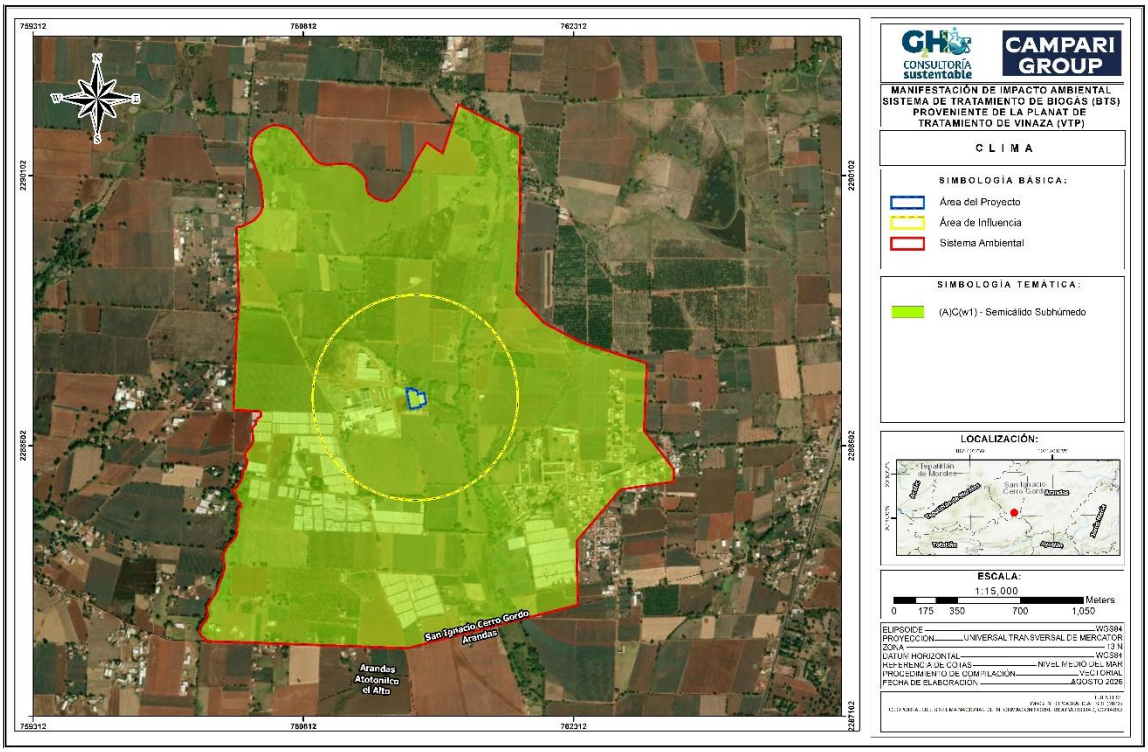


Figura 4-4 Clima

En la Tabla 4-2 se describen las características de cada tipo de clima:

Tabla 4-2 Características de los tipos de clima

Clima	Descripción
(A)C(w1) Semicálido subhúmedo del grupo C	Presenta una temperatura media anual mayor de 18 °C, temperatura media del mes más frío menor de 18 °C y temperatura media del mes más cálido mayor de 22 °C. La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm, con lluvias predominantes durante el verano, un índice P/T entre 43.2 y 55 y un porcentaje de precipitación invernal de entre 5 % y 10.2 % del total anual.

Precipitación, temperatura y viento

Para obtener los datos de precipitación y temperatura, se identificaron las estaciones climatológicas ubicadas en las proximidades del proyecto. Como se muestra en la siguiente figura, la estación más cercana corresponde a la 14060 – El Tule; sin embargo, esta no cuenta con información reciente. Por ello, para el análisis climático se consideró la estación 14017 – Atotonilco El Alto, debido a su cercanía al proyecto y a que dispone de información correspondiente al periodo de 1991 a 2020.

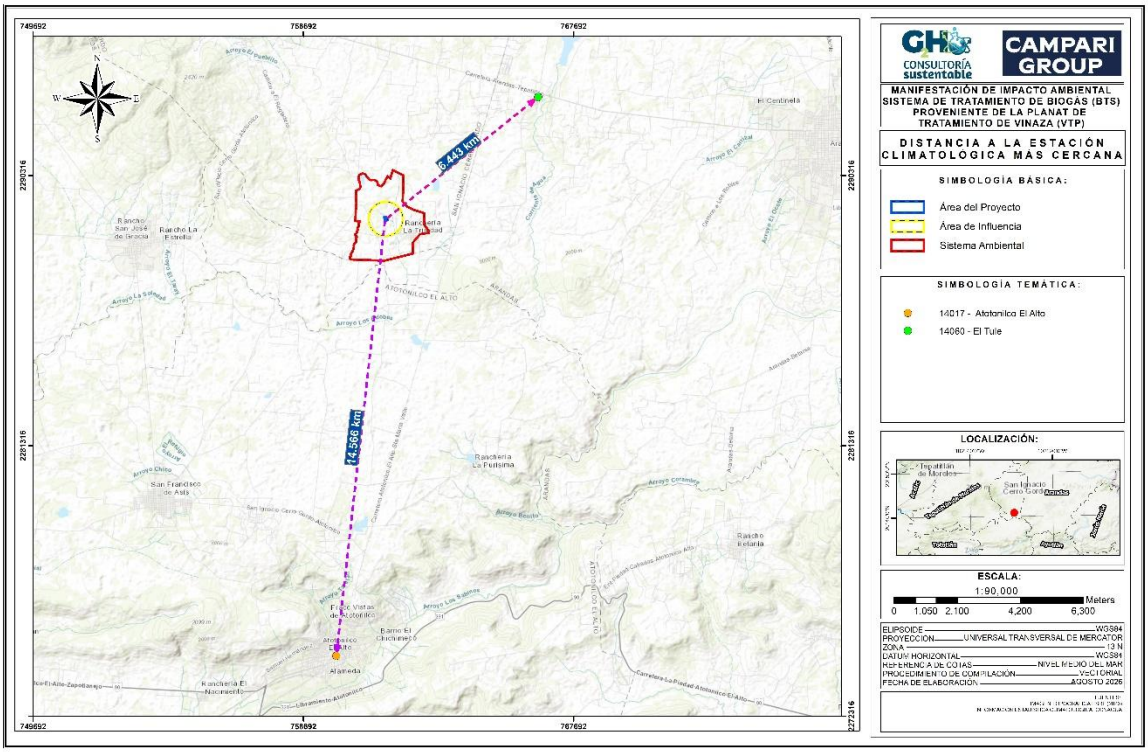


Figura 4-5 Distancia a la Estación Climatológica más cercana

Precipitación

Tabla 4-3 Precipitación promedio en mm, resultado del periodo 1991-2020

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
17.9	14.5	10.4	2.9	45	160.5	210.5	186.4	157.2	50	13.6	6.1	875

Fuente: Elaboración propia, con base en CONAGUA, 2026.

Temperatura

En las siguientes tablas se presenta la información de temperatura registrada por la estación meteorológica referida previamente.

Tabla 4-4 Temperaturas máximas y mínimas en el periodo 1991-2020

°C	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Max	25.3	27.6	29.8	32	33	30.7	28.7	28.6	28.3	28.2	27	25.5	28.7
Min	6.4	7.4	9	10.7	13.8	16	15.3	15.2	15	12.4	9.4	7.2	11.5

Fuente: Elaboración propia, con base en CONAGUA, 2026.

Tabla 4-5 Temperatura media anual, en el período 1991-2020

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
°C	15.8	17.5	19.4	21.3	23.4	23.3	22	21.9	21.6	20.3	18.2	16.4	20.1

Fuente: Elaboración propia, con base en CONAGUA, 2026.

Viento

La velocidad promedio del viento por hora en el Municipio de San Ignacio Cerro Gordo presenta variaciones estacionales leves a lo largo del año. El periodo con mayores velocidades del viento se presenta aproximadamente entre mediados de agosto y mediados de octubre, con valores promedio superiores a 11.1 km/h. Septiembre corresponde al mes con mayor velocidad promedio, alcanzando aproximadamente 11.8 km/h.

Por otro lado, el periodo con menores velocidades del viento comprende aproximadamente de octubre a agosto. Dentro de este periodo, diciembre presenta la menor velocidad promedio anual, con valores cercanos a 10.3 km/h. En términos generales, las variaciones en la velocidad del viento a lo largo del año son relativamente leves.

4.2.1.2 Fenómenos climatológicos

Es fundamental analizar los fenómenos climatológicos que inciden en el Sistema Ambiental (SA), ya que estos tienen un impacto directo en la viabilidad, seguridad y sostenibilidad del proyecto. Los eventos climáticos no solo influyen en las condiciones del entorno, sino que también pueden representar riesgos para la infraestructura y las comunidades aledañas. En este apartado, se abordarán fenómenos clave como la sequía, la degradación del suelo, el peligro y riesgo por inundaciones, y los incendios forestales. Estos elementos son determinantes para comprender las dinámicas ambientales de la región y para implementar medidas que garanticen la resiliencia del proyecto frente a los desafíos climáticos actuales y futuros.

Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas son descargas violentas de electricidad que se manifiestan con rayos o chispas, emiten un resplandor breve de relámpago (luz) y un trueno (sonido). Acompañan a una tormenta severa con lluvias intensas, vientos fuertes, probabilidad de granizo, rayos, inundaciones e incluso tornados. De acuerdo con la información del CENAPRED, el área de estudio se encuentra clasificada con un índice de peligro MUY ALTO por tormentas eléctricas, registrándose una ocurrencia de más de 30 días al año.

Considerando esta condición, resulta importante implementar medidas preventivas y de seguridad orientadas a reducir los posibles efectos asociados a estos fenómenos. Entre ellas se recomienda contar con sistemas adecuados de protección contra descargas eléctricas en las instalaciones que lo requieran, realizar los mantenimientos preventivos y correctivos correspondientes, así como capacitar al personal en procedimientos de seguridad y actuación ante la ocurrencia de tormentas eléctricas.

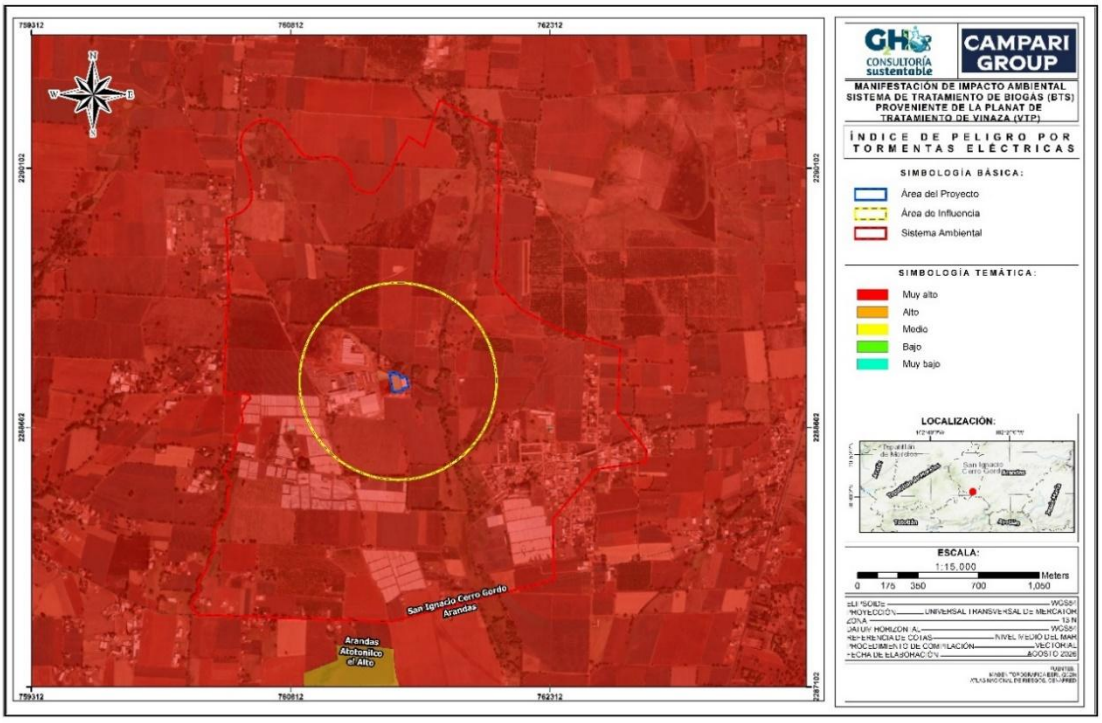


Figura 4-6 Índice de Peligro por Tormentas Eléctricas a Nivel Municipal (CENAPRED)

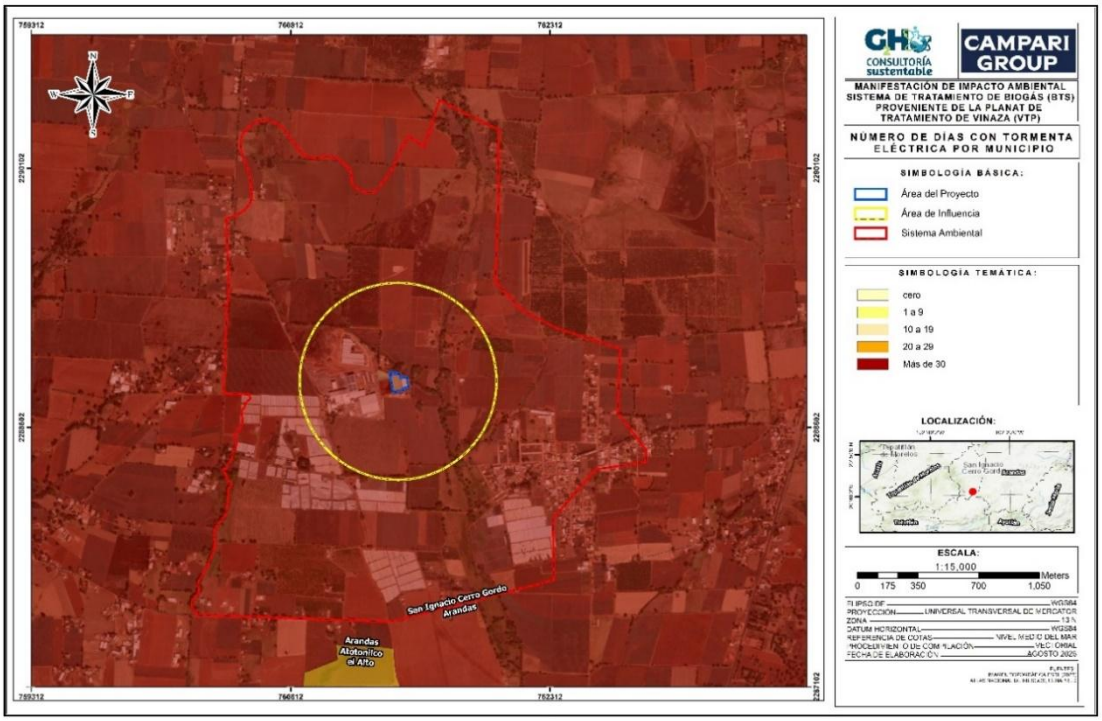


Figura 4-7 Número de Días con Tormenta Eléctrica por Municipio (CENAPRED)

Tormentas de Granizo

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo *cumulonimbus* son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento característico de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua fría, esto es, agua que está a una temperatura menor que la de su punto de congelación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen por efectos de la gravedad al suelo.

Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 milímetros y 13 centímetros, las mayores pueden ser muy destructivas. En ocasiones, un conjunto de piedras puede solidificarse formando grandes masas uniformes y pesadas de hielo y nieve.

El riesgo por tormentas de granizo se considera MUY BAJO, por lo que es poco probable que en la zona se presenten eventos de granizo de carácter destructivo. No obstante, ante la posibilidad de que ocurra de manera ocasional, se recomienda considerar este fenómeno dentro de las medidas preventivas relacionadas con la infraestructura, así como realizar las labores de limpieza y mantenimiento que resulten necesarias después de un evento.

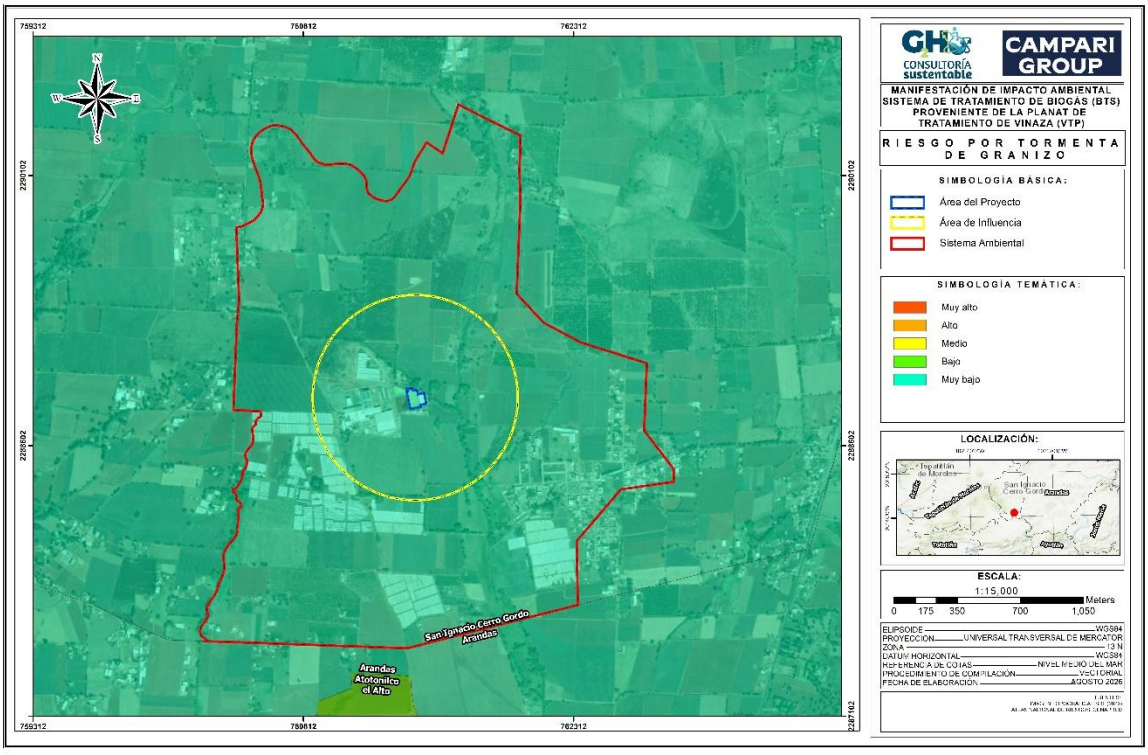


Figura 4-8 Grado de Riesgo por Tormenta de Granizo (CENAPRED)

Ciclones Tropicales

De acuerdo con CENAPRED, un Ciclón Tropical es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central. En el hemisferio norte giran en sentido contrario a las manecillas del reloj. Se forman en el mar, cuando la temperatura es superior a los 26 °C. Los ciclones tropicales se clasifican en tres etapas de acuerdo con la velocidad de sus vientos máximos:

1. La primera se llama depresión tropical, cuando sus vientos son menores a 63 km/h.
2. La siguiente fase es tormenta tropical, que comprende vientos entre 63 km/h y 118 km/h.
3. Adquiere la categoría de huracán, al presentar vientos con una velocidad mayor a los 118 km/h. En esta etapa se generan los efectos destructivos, al provocar vientos fuertes, lluvias torrenciales, marea de tormenta y oleaje altos.

En México, la temporada de ciclones comienza en el mes de mayo en el océano Pacífico, mientras que, en el océano Atlántico es en junio. Para ambos océanos la actividad concluye a finales de noviembre.

Como se observa en la siguiente figura, la totalidad del Sistema Ambiental se encuentra clasificada con un nivel de riesgo MUY BAJO. Esta condición indica que no se identifica un peligro inminente ni afectaciones directas; sin embargo, se recomienda mantener atención a la información y avisos emitidos por las autoridades competentes.

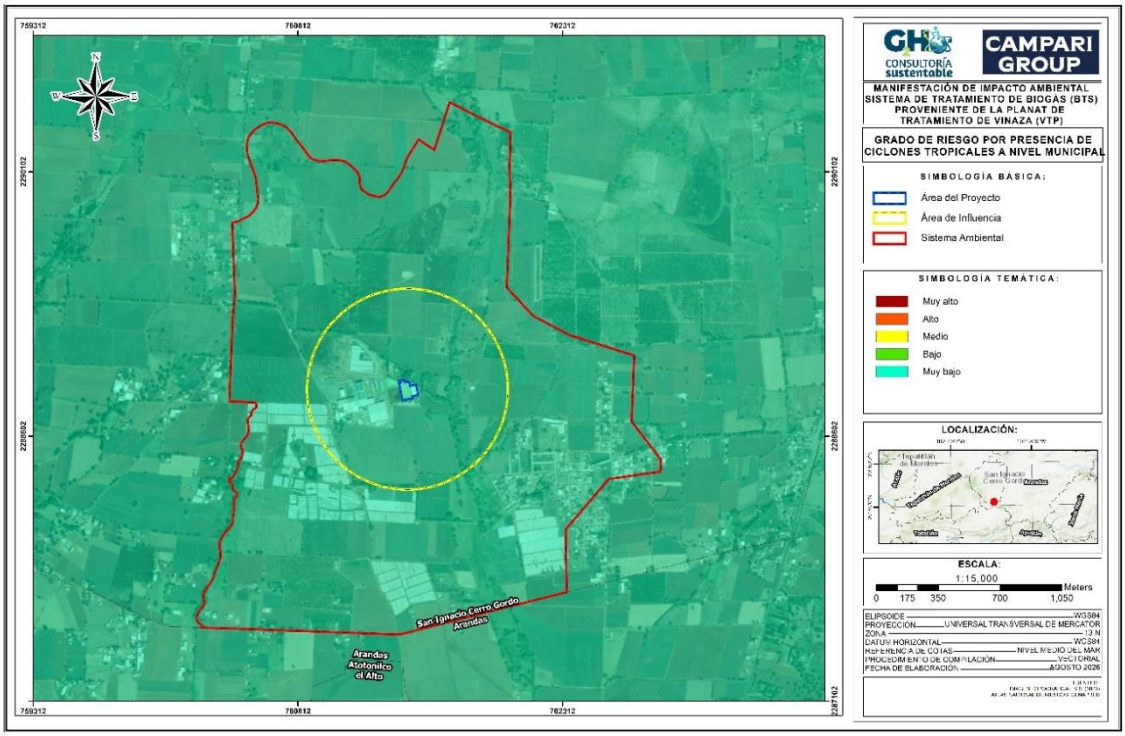


Figura 4-9 Grado de Riesgo por Presencia de Ciclones Tropicales a Nivel Municipal (CENAPRED)

Inundaciones

Es el aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce. En este caso “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar perdidas.

En este caso, la totalidad de la superficie del Sistema Ambiental se encuentra clasificada con un nivel de peligro ALTO por inundaciones; sin embargo, el índice de vulnerabilidad por inundación es BAJO. Esta condición indica que, si bien existe una susceptibilidad importante a la ocurrencia de inundaciones, las características del entorno limitan la posibilidad de que estos eventos generen afectaciones significativas. No obstante, se considera importante tomar en cuenta este factor en el desarrollo del proyecto, particularmente ante eventos de precipitación intensa, mediante acciones preventivas que permitan minimizar posibles afectaciones a las instalaciones.

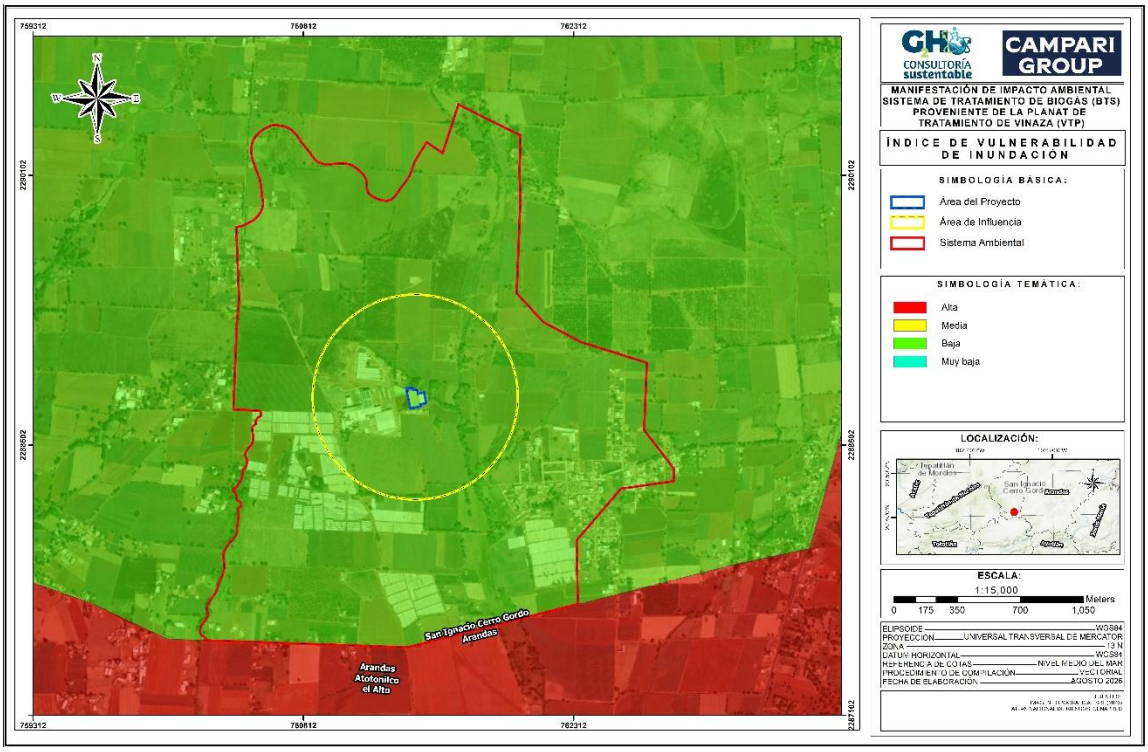


Figura 4-10 Índice de Vulnerabilidad de Inundación (CENAPRED)

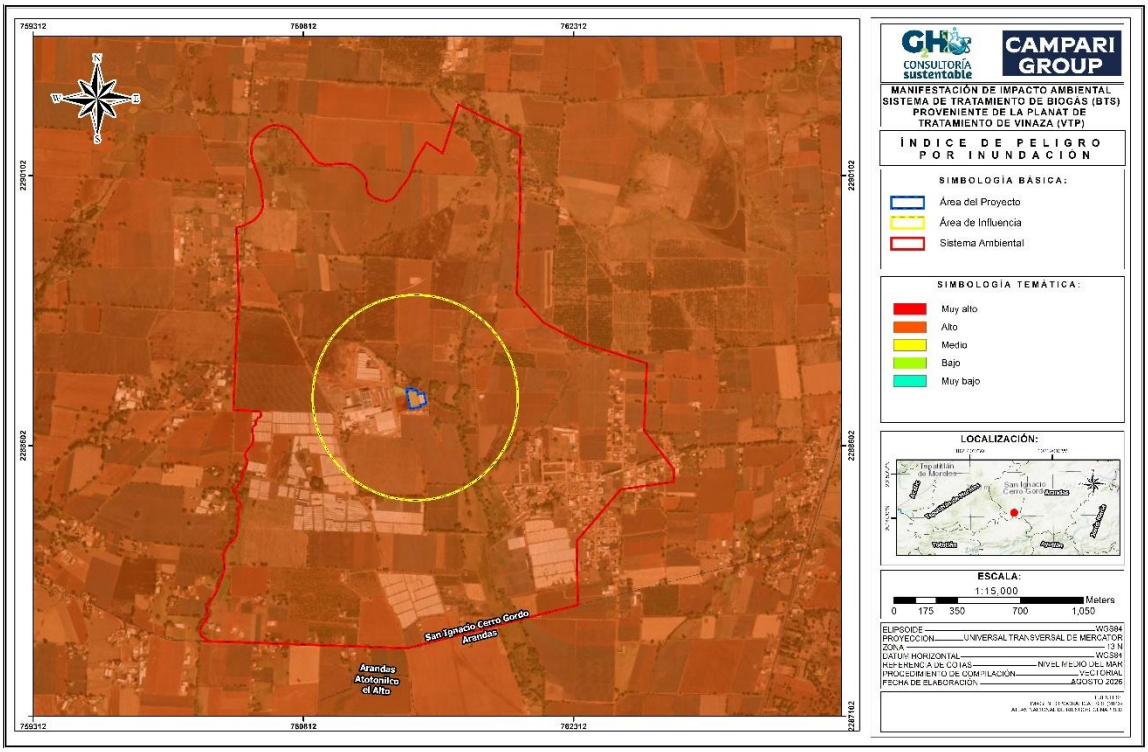


Figura 4-11 Índice de Peligro por Inundación (CENAPRED)

Ondas Cálidas

Se trata de un periodo caracterizado por temperaturas significativamente elevadas, generalmente asociado a altos niveles de humedad, que persiste durante varios días consecutivos. Este fenómeno se origina comúnmente por el establecimiento e intensificación de un sistema de alta presión atmosférica que permanece estacionario sobre una región, provocando subsidencia del aire, inhibiendo su dispersión y favoreciendo la acumulación de calor en superficie. Asimismo, puede presentarse por el confinamiento y compresión de masas de aire cálido, lo que incrementa y estabiliza las temperaturas. Su ocurrencia es más frecuente en zonas urbanas, debido a la reducción de cobertura vegetal y a la presencia de contaminantes que intensifican el efecto de isla de calor. Generalmente tiene una duración superior a tres días, favorece la pérdida de humedad por evaporación y alcanza su máxima intensidad durante las horas vespertinas.

De acuerdo con la información presentada en la siguiente figura, el área del proyecto se encuentra clasificada con un nivel de riesgo MUY BAJO ante la ocurrencia de ondas cálidas. Esta clasificación indica que la probabilidad de que este fenómeno genere afectaciones significativas en el área es reducida. No obstante, se recomienda considerar las condiciones de temperatura durante la operación del proyecto, particularmente en periodos de temperaturas elevadas, mediante la aplicación de medidas preventivas y de seguridad que permitan proteger al personal y garantizar el adecuado funcionamiento de la infraestructura.

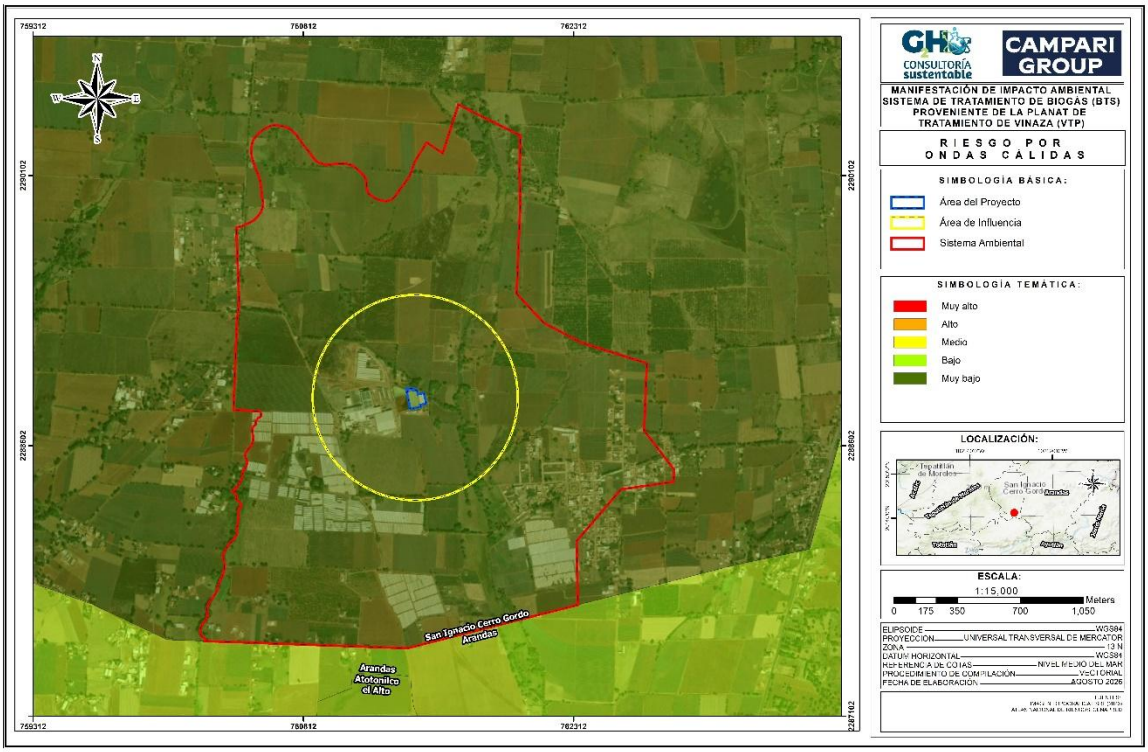


Figura 4-12 Riesgo por Ondas Cálidas (CENAPRED)

Sequías

La sequía es un fenómeno caracterizado por un déficit prolongado de precipitación respecto de las condiciones habituales de una región, cuya magnitud, duración y efectos pueden variar en función de las condiciones ambientales y de las actividades que se desarrollan en el territorio. De acuerdo con la información disponible, el riesgo por sequía en el Sistema Ambiental se clasifica como MUY ALTO, lo que refleja una elevada susceptibilidad de la zona ante periodos prolongados de escasa precipitación y disminución en la disponibilidad de humedad. Esta condición constituye un factor relevante para el proyecto, particularmente en lo relacionado con la disponibilidad y gestión del recurso hídrico.

Asimismo, las condiciones climáticas de la región pueden favorecer periodos prolongados de déficit de humedad, por lo que resulta importante mantener una gestión adecuada y eficiente del agua durante el desarrollo del proyecto. La adopción de medidas de uso responsable del recurso y el seguimiento de las condiciones climáticas permitirán prevenir y, en su caso, reducir posibles afectaciones asociadas a periodos de sequía.

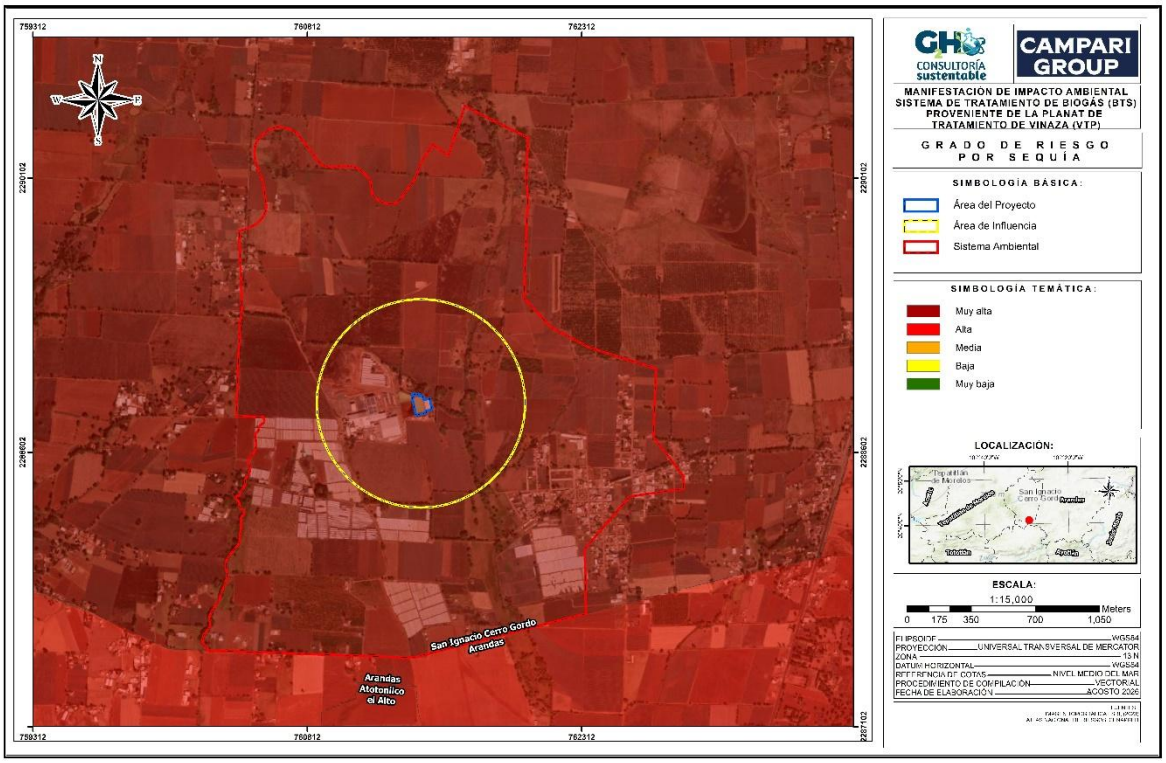


Figura 4-13 Grado de Riesgo por Sequía (CENAPRED)

Bajas Temperaturas

En México, el mayor efecto de las bajas temperaturas se presenta de noviembre a enero, principalmente en Baja California, Chihuahua, Ciudad de México, Durango, Hidalgo, estado de México, Michoacán, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Zacatecas. Durante el invierno, incrementan las enfermedades respiratorias y hay más probabilidades de intoxicaciones con monóxido de carbono producido por el uso de estufas y braseros en lugares sin ventilación. Los grupos más vulnerables son las niñas y niños, las y los enfermos crónicos, las mujeres embarazadas, así como las personas adultas mayores.

Como se observa en la siguiente figura, la totalidad del Sistema Ambiental, así como el área de influencia y el área del proyecto, se encuentran clasificadas con un nivel de riesgo MEDIO por bajas temperaturas. Esta condición indica una posibilidad moderada de ocurrencia de temperaturas bajas que podrían generar afectaciones, principalmente sobre las condiciones de trabajo y el bienestar del personal. Por ello, se recomienda considerar este factor durante las diferentes etapas del proyecto e implementar las medidas preventivas y de seguridad necesarias durante los periodos de temperaturas bajas.

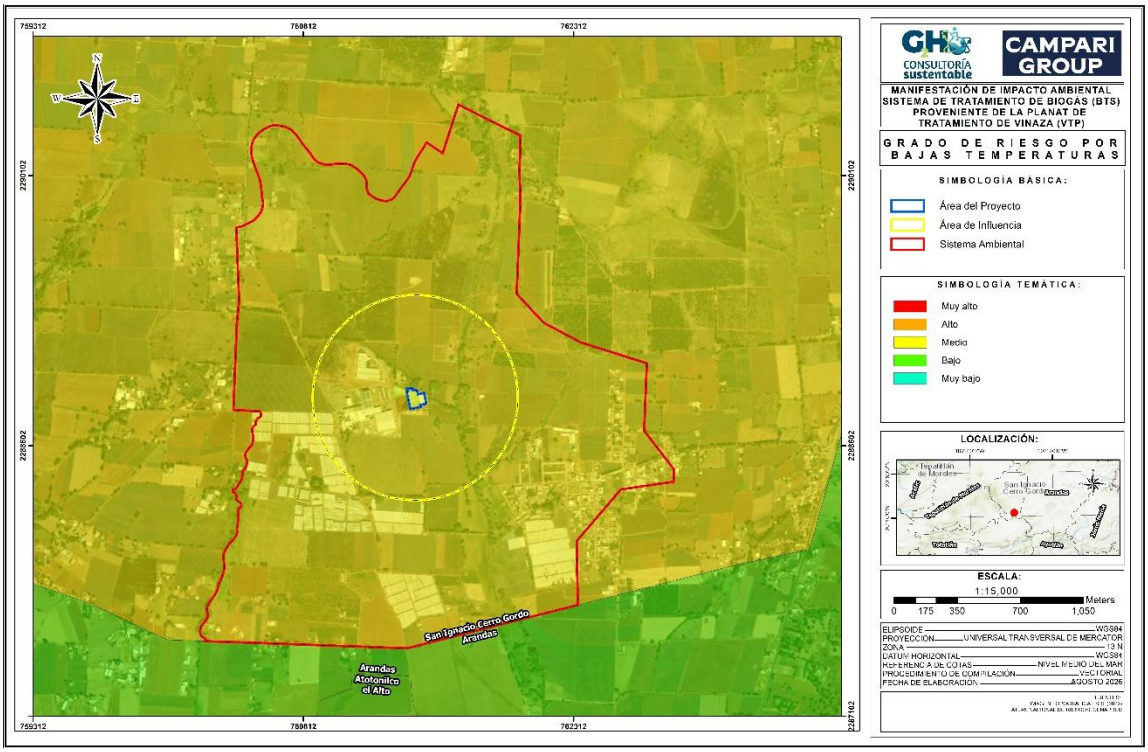


Figura 4-14 Grado de Riesgo por Bajas Temperaturas (CENAPRED)

Tornados

Es uno de los fenómenos meteorológicos más violentos. Se origina en la base de una nube de tormenta cuando dos masas de aire de diferente temperatura, humedad y velocidad chocan entre sí, formando un embudo que llega a la tierra, la velocidad de sus vientos puede ser de 100 hasta más de 450 km/h. En México los tornados se presentan en cualquier época y hora del año, la probabilidad de que suceda un tornado en México se extiende a todo el territorio, sin embargo, los más fuertes han tenido presencia en el norte del país.

De acuerdo con información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el área donde se localiza el proyecto presenta un nivel de amenaza MUY BAJO por tornados y una vulnerabilidad BAJA. Estas condiciones indican que la probabilidad de ocurrencia de este fenómeno es reducida y que la susceptibilidad de la población y la infraestructura ante posibles afectaciones es limitada. No obstante, se recomienda mantener medidas preventivas básicas y considerar este fenómeno dentro de los procedimientos de seguridad del proyecto, particularmente ante la emisión de avisos por condiciones meteorológicas que pudieran favorecer su ocurrencia.

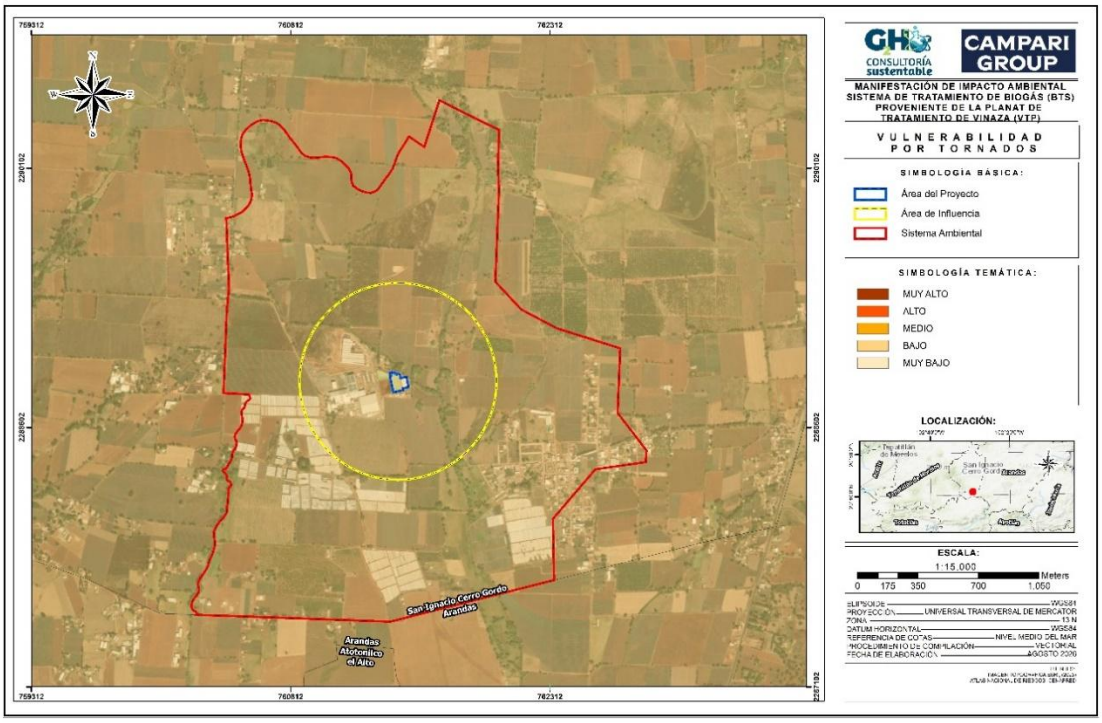


Figura 4-15 Vulnerabilidad por Tornados (CENAPRED)

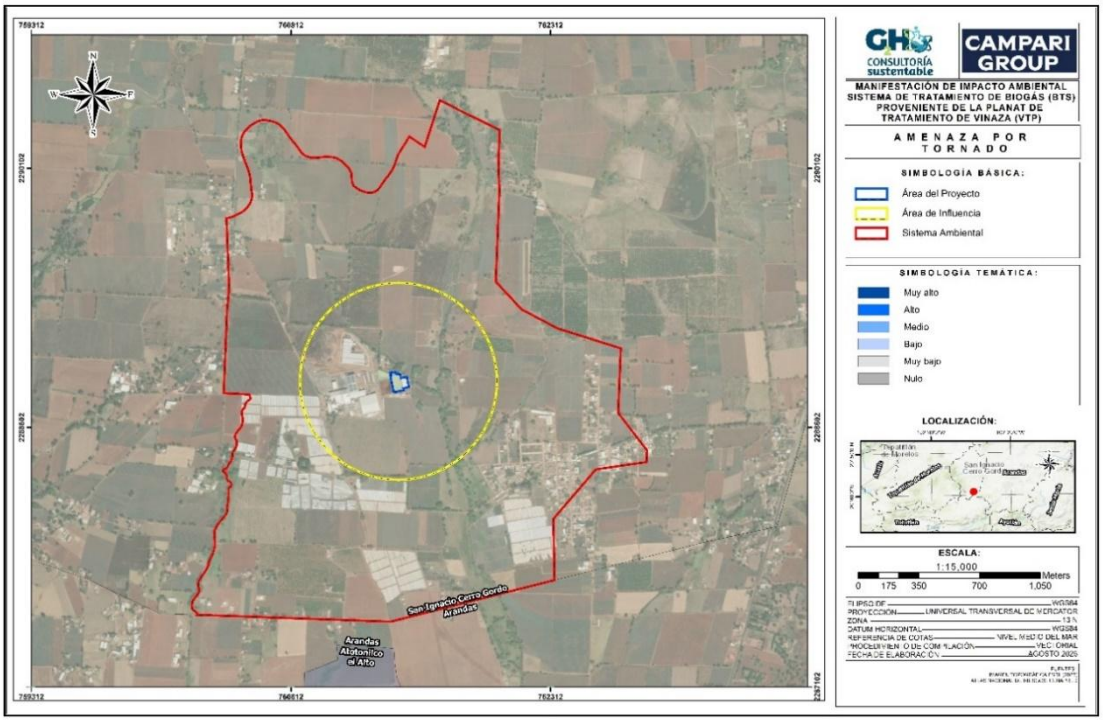


Figura 4-16 Amenaza por Tornados (CENAPRED)

Incendios Forestales

En cuanto al registro de incendios forestales, de acuerdo con información de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), los eventos más recientes y cercanos al Área del Proyecto se localizaron aproximadamente a 5.95 y 5.97 km al noroeste de la misma.

Los registros de incendios forestales identificados por la CONAFOR se localizan fuera del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, por lo que no representan una afectación directa para estas áreas. No obstante, su presencia en zonas cercanas permite considerar la ocurrencia de estos eventos en el entorno regional, particularmente durante los periodos de estiaje, cuando las condiciones de sequedad pueden favorecer la propagación del fuego. Por ello, se recomienda mantener atención a los avisos de las autoridades competentes y considerar medidas preventivas durante las temporadas de mayor riesgo.

Tabla 4-6 Registro de incendios forestales

No	Fecha	Municipio	Causa	Tipo de Vegetación	Impacto	Superficie afectada (Ha)
1	20-04-2016	Arandas	Actividades Agrícolas	Bosque de Encino - BQ	Impacto Mínimo	21 a 50 Hectáreas
2	11-05-2019	San Ignacio Cerro Gordo	Fumadores	Bosque de Encino - BQ	Impacto Mínimo	6 a 10 Hectáreas

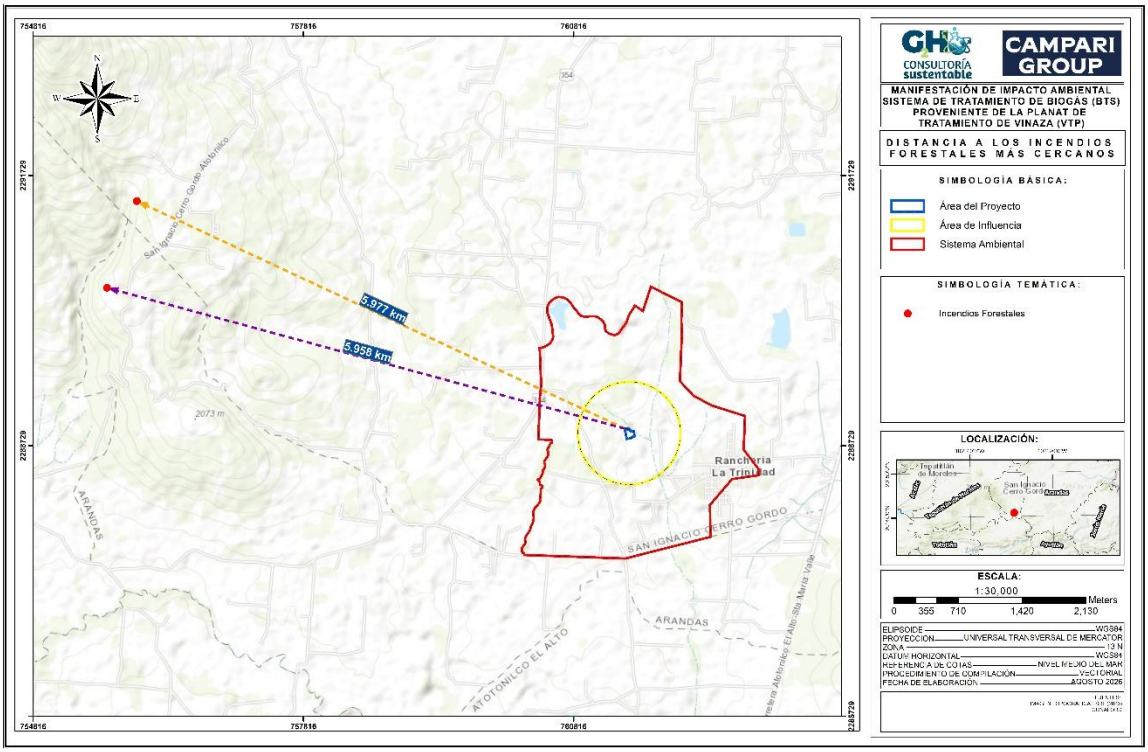


Figura 4-17 Distancia a los Incendios Forestales más cercanos, CONAFOR

4.2.1.3 Geología y geomorfología

Características litológicas del área

De acuerdo con la información geológica del Servicio Geológico Mexicano (SGM), en la totalidad de la superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto se identifica la unidad geológica Basalto-Andesita. Esta unidad corresponde a materiales de origen volcánico, derivados de procesos de actividad ígnea que dieron lugar a rocas de composición básica a intermedia. Sus características litológicas forman parte de las condiciones físicas del terreno y permiten comprender el contexto geológico en el que se desarrolla el proyecto. A continuación, se describen las principales características de la unidad identificada y, en la siguiente figura, se muestra su distribución espacial dentro del Sistema Ambiental:

- Basalto-Andesita: corresponde a una asociación de rocas volcánicas de composición básica a intermedia, originadas por el enfriamiento y solidificación de materiales magmáticos. El basalto presenta una composición predominantemente básica, mientras que la andesita corresponde a una composición intermedia, pudiendo ambas presentar variaciones en textura, estructura y grado de alteración de acuerdo con las condiciones locales. La presencia de esta unidad refleja el origen volcánico del terreno y constituye el sustrato geológico sobre el cual se han desarrollado los suelos y las condiciones superficiales actuales del área de estudio.:

Tabla 4-7 Características litológicas del Sistema Ambiental

Clave	Entidad	Era	Periodo	Formación	Superficie (Ha)		
					SA	AI	AP
TmB-A	Basalto-Andesita	Cenozoico	Terciario	Indeterminado	513.67	101.86	0.82

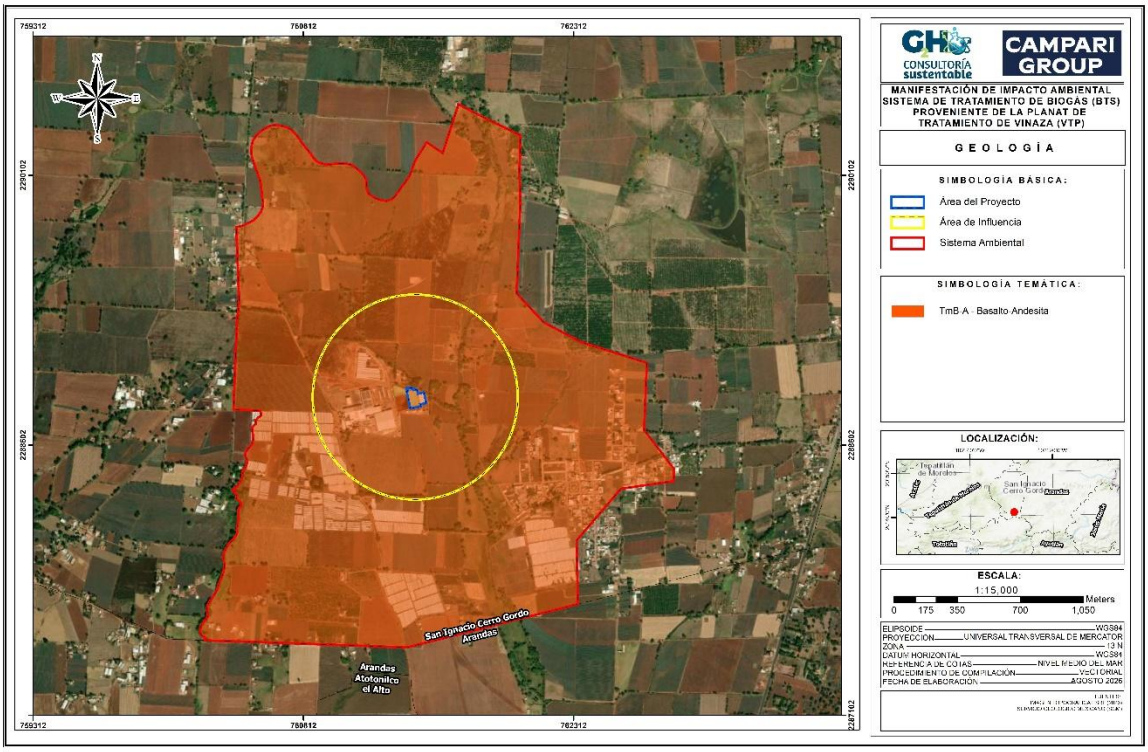


Figura 4-18 Geología

4.2.1.4 Características del relieve

Provincia Fisiográfica

De acuerdo con la información fisiográfica del INEGI, la totalidad de la superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto se localiza dentro de la provincia fisiográfica Eje Neovolcánico. Esta unidad permite establecer el contexto fisiográfico general de la zona donde se desarrolla el proyecto y sirve como referencia para caracterizar las condiciones del relieve regional. A continuación, se describen las principales características de esta provincia.

La provincia fisiográfica Eje Neovolcánico se caracteriza por presentar un relieve diverso, resultado principalmente de procesos de origen volcánico que han dado lugar a planicies elevadas, mesetas, lomeríos, valles y elevaciones montañosas, con variaciones en la altitud y pendiente del terreno. La presencia de materiales y estructuras de origen volcánico ha contribuido a la configuración del relieve regional, generando una topografía variable y diversas formas del terreno. Asimismo, dentro de la

provincia se presentan diferentes unidades fisiográficas que reflejan la variedad de condiciones topográficas y geomorfológicas de la región.

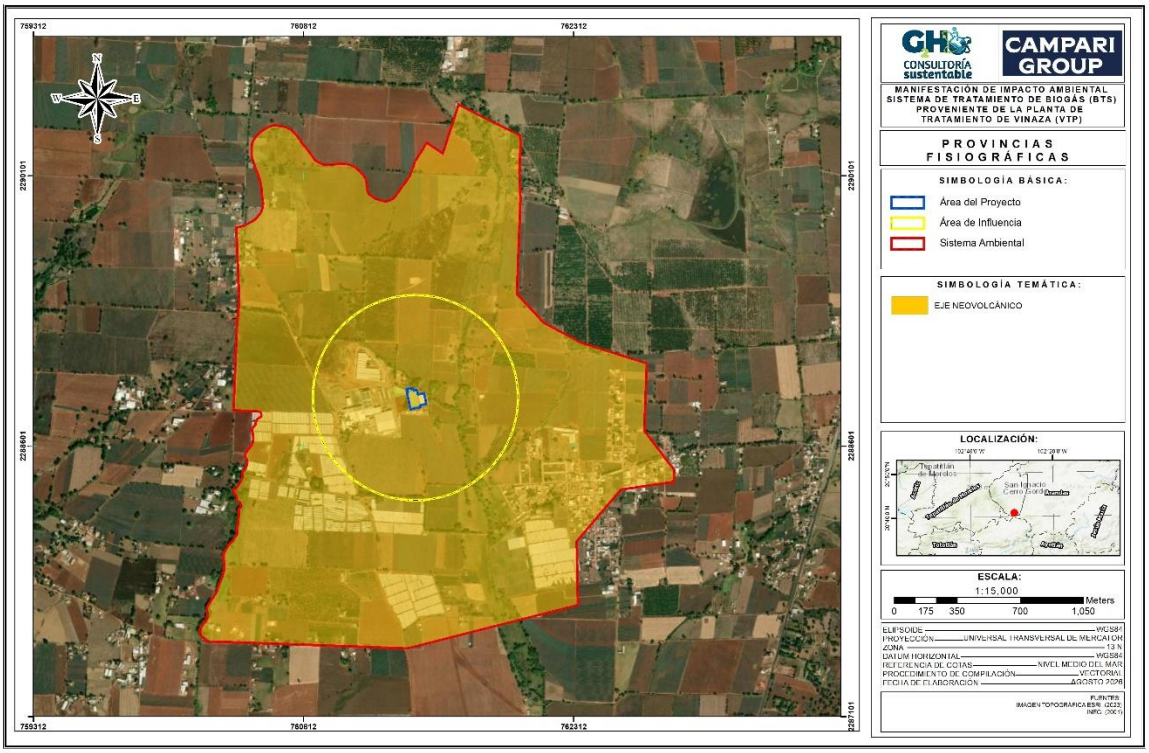


Figura 4-19 Provincias Fisiográficas

Subprovincia Fisiográfica

De acuerdo con la información fisiográfica del INEGI, la totalidad de la superficie del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto se localiza dentro de la subprovincia fisiográfica Altos de Jalisco. Esta unidad permite caracterizar con mayor detalle las condiciones del relieve y la configuración fisiográfica de la zona donde se desarrolla el proyecto. A continuación, se describen las principales características de esta subprovincia.

La subprovincia fisiográfica Altos de Jalisco se caracteriza por un relieve compuesto principalmente por altiplanicies, mesetas, lomeríos y valles, con variaciones en la elevación y pendiente del terreno. Su configuración se encuentra relacionada con procesos de origen volcánico que han intervenido en la formación y evolución del relieve, dando lugar a diversas formas topográficas y a la presencia de materiales de origen volcánico. En términos generales, presenta una topografía variable, conformada por superficies elevadas que se intercalan con zonas de menor pendiente y áreas de valle.

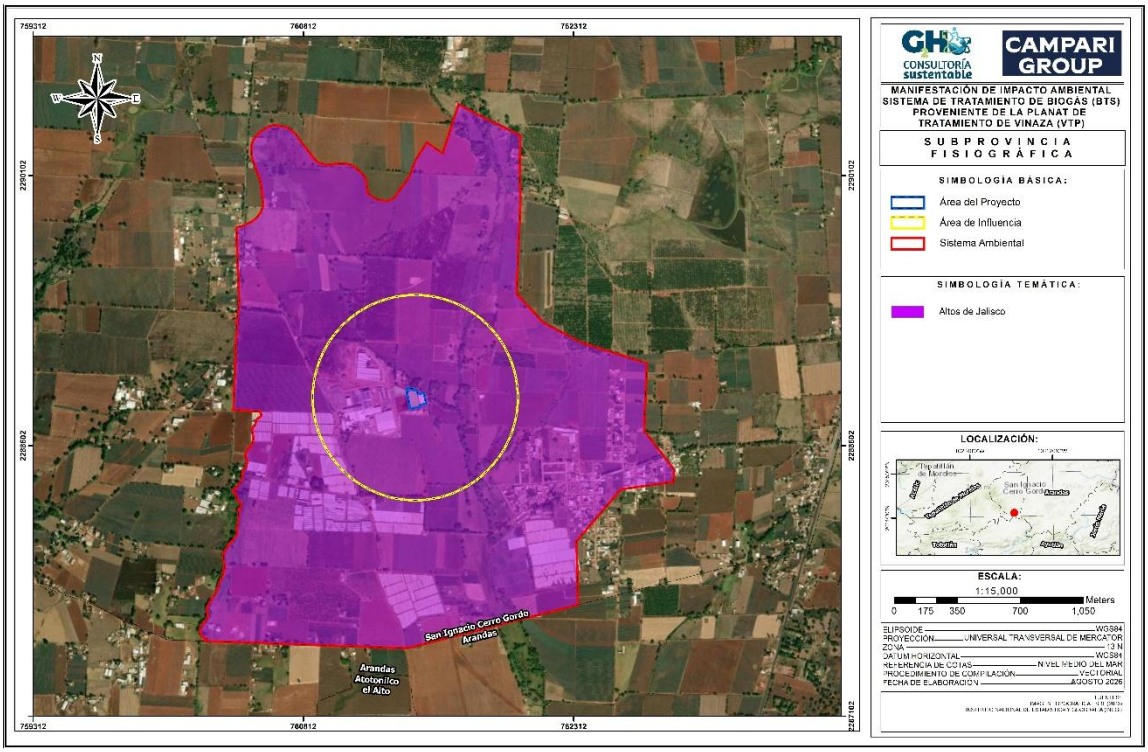


Figura 4-20 Subprovincias Fisiográficas

Tabla 4-8 Distribución de la superficie de las unidades fisiográficas

Unidad Fisiográfica	Nombre	Área (Ha)		
		SA	AI	AP
Provincia Fisiográfica	Eje Neovolcánico	513.67	101.86	0.82
Subprovincia Fisiográfica	Altos de Jalisco	513.67	101.86	0.82

Pendientes

En cuanto a las pendientes del Sistema Ambiental (SA), la superficie presenta una inclinación predominantemente MUY BAJA, con valores que varían aproximadamente entre 0 y 3°, por lo que el relieve se caracteriza por ser prácticamente plano (véase Figura 4-22Figura 4-21). Esta condición se encuentra respaldada por la distribución de las curvas de nivel (véase Figura 4-21), donde se observa que las elevaciones presentan una variación gradual dentro del SA, incrementándose de aproximadamente 1,940 msnm en la porción sureste hasta 1,990 msnm hacia el noroeste, lo que indica una pendiente general con dirección hacia el sureste.

En el caso del Área del Proyecto (AP), las elevaciones presentan una variación menor, pasando aproximadamente de 1,950 msnm en la porción sureste a 1,960 msnm hacia el noroeste, manteniendo

igualmente una tendencia general del relieve hacia el sureste. Esta diferencia de elevación relativamente pequeña es consistente con las bajas pendientes que caracterizan el área.

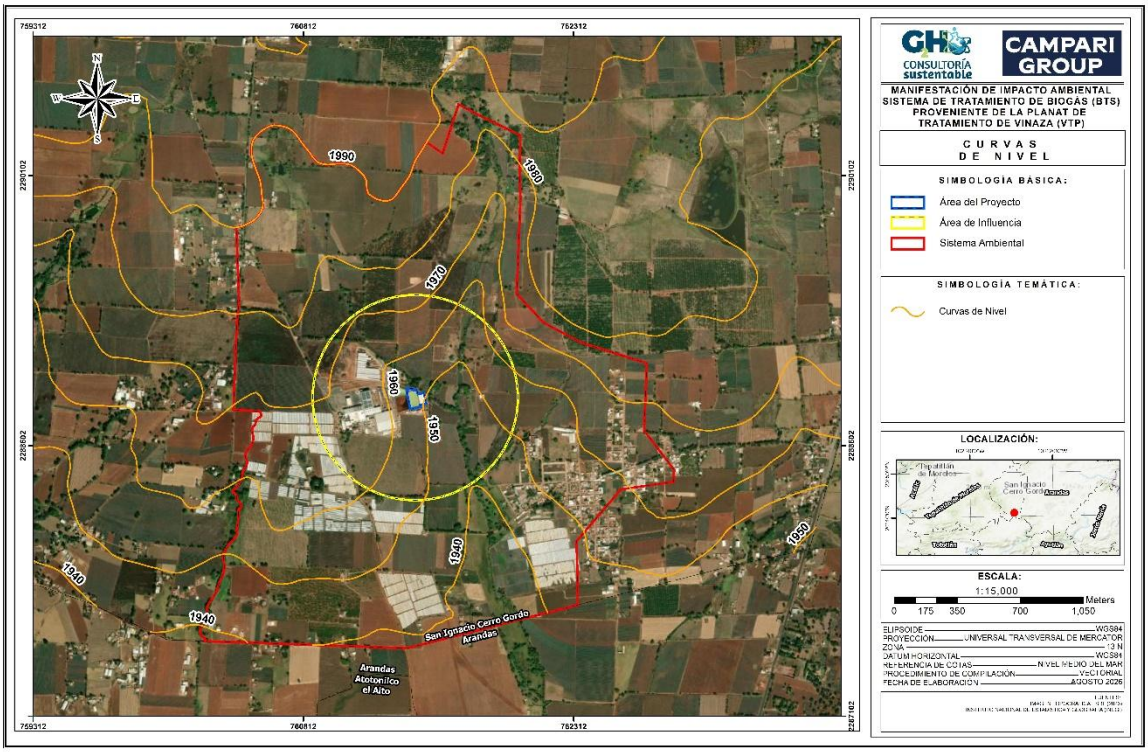


Figura 4-21 Curvas de Nivel

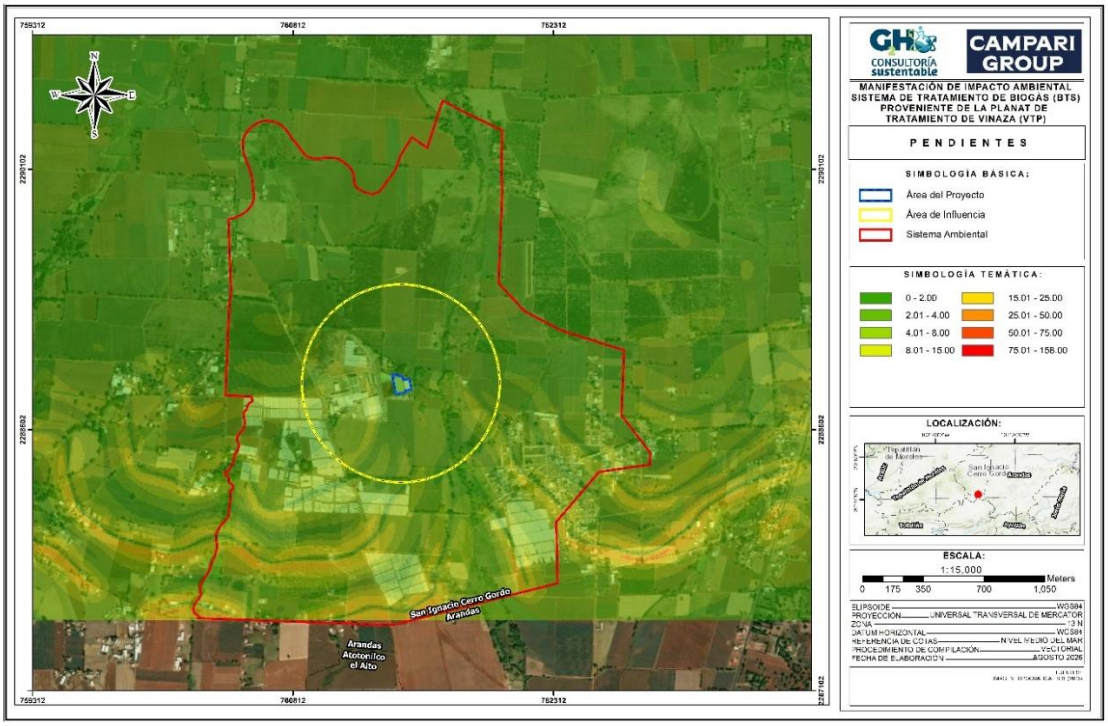


Figura 4-22 Pendientes

Estructuras geológicas secundarias

Son deformaciones como fallas, fracturas y pliegues, los cuales se forman en las rocas después de su creación original, debido a esfuerzos aplicados por la Tierra o fuerzas tectónicas, las cuales llegan a alterar la geometría inicial y deforman la corteza terrestre. Comprender estas estructuras y sus peligros asociados es de gran importancia para la planificación territorial y la implementación de medidas de prevención y mitigación de desastres.

Dentro del Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) no se identifica ninguna estructura geológica que incida o se encuentre contenida dentro de estos polígonos. Al analizar el entorno inmediato del área de estudio, se observa que las estructuras geológicas más cercanas se localizan fuera de sus límites, principalmente hacia las porciones suroeste y noroeste. En la zona suroeste se identifican diversas fallas, mientras que hacia el noroeste se presenta una fractura. A continuación, se describen las principales características de estas estructuras, así como su ubicación y distancia respecto al Área del Proyecto.

- A 16.29 Km al suroeste se encuentra una falla normal de 11.63 Km de longitud con dirección Este-Oeste
- A 18.90 Km al suroeste se encuentra una falla normal de 20.76 km de longitud con dirección Este-Oeste.
- A 18.42 Km al suroeste se encuentra una falla normal de 20.02 Km de longitud, con dirección Este-Oeste.

- A 19.10 km al noroeste se encuentra una fractura de 9.80 km de longitud, con dirección Noroeste - Suroeste.

En términos generales, las estructuras geológicas identificadas se encuentran fuera del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, a distancias considerables de este último. Las fallas normales localizadas hacia el suroeste y la fractura ubicada al noroeste no presentan una incidencia directa sobre las áreas de estudio. Por lo anterior, de acuerdo con la información cartográfica analizada, no se identifican estructuras geológicas cercanas que representen una condición relevante para el desarrollo del proyecto.

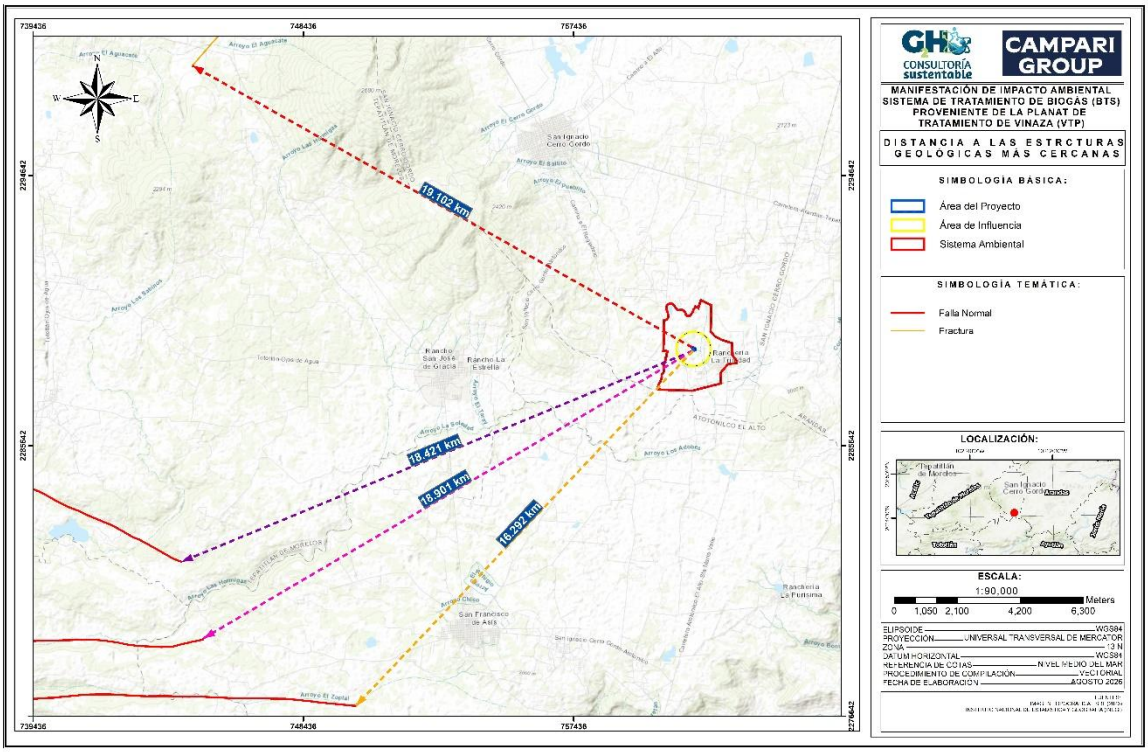


Figura 4-23 Distancia a las Estructuras geológicas más cercanas

Regionalización sísmica

México se encuentra situado en una región altamente sísmica, debido principalmente a la interacción entre las placas de Rivera y Cocos con la placa de Norteamérica. Por otro lado, también ocurren otros sismos, aunque menos numerosos y poco estudiados, se localizan lejos de los contactos entre las placas llamados intraplaca; que como su nombre lo dice, son originados dentro de una placa, en donde la ocurrencia de estos eventos sísmicos es poco frecuente y generalmente con magnitudes variadas, lo que ha dificultado su estudio. Finalmente se han registrado otro tipo de sismos de carácter más superficial, generados en fallas activas clasificadas y que se encuentran dentro de la base de datos de fallas y fracturas del INEGI.

El Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) se localizan dentro de la regionalización sísmica Zona B, de acuerdo con la clasificación de la Comisión Federal de

Electricidad (CFE, 2015), correspondiente a una susceptibilidad sísmica MEDIA. Esta zona se caracteriza por presentar una actividad sísmica de intensidad intermedia, con una frecuencia de ocurrencia baja a moderada. Asimismo, considerando que no se identifican fallas o fracturas dentro del Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto, las estructuras geológicas regionales identificadas no presentan una incidencia directa sobre estas áreas. No obstante, debido a la susceptibilidad sísmica de la región, este fenómeno debe considerarse durante el diseño, construcción y operación del proyecto, mediante la aplicación de las medidas de seguridad y criterios técnicos correspondientes.

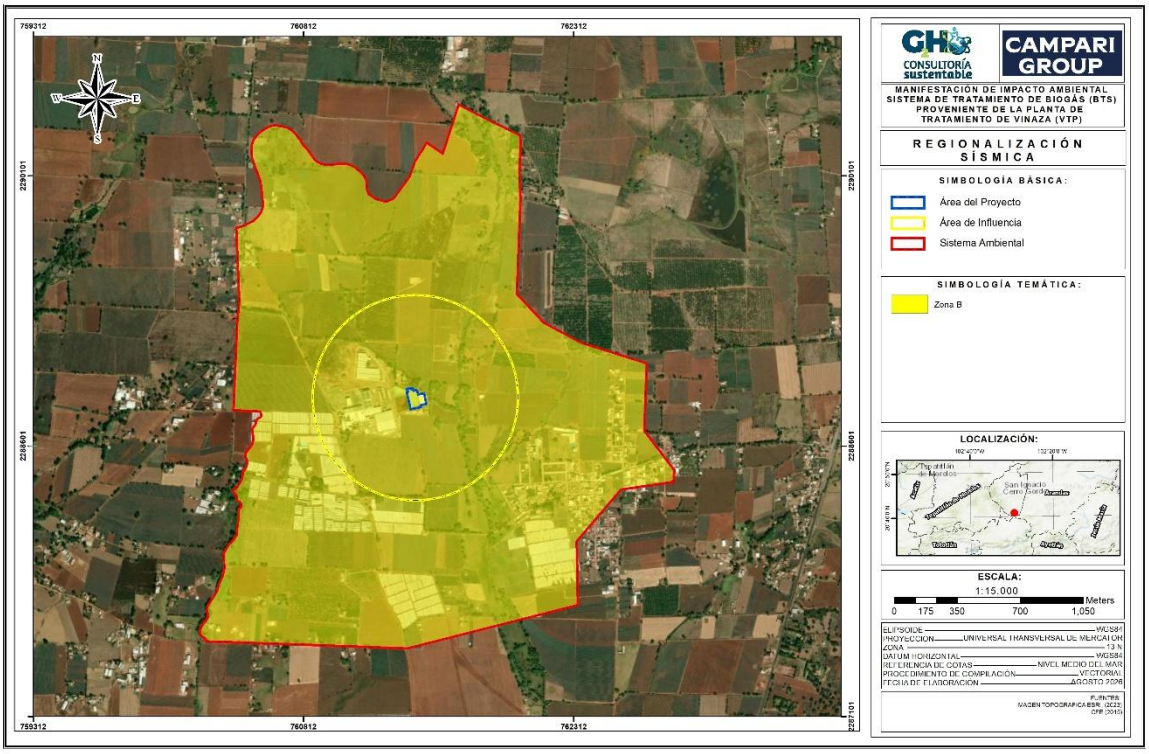


Figura 4-24 Regionalización sísmica, CFE 2015

Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

La susceptibilidad es una propiedad inherente del terreno que expresa el grado en que sus condiciones resultan favorables o desfavorables para la ocurrencia de procesos de inestabilidad. Este concepto se refiere exclusivamente a los factores intrínsecos o condicionantes asociados a los materiales naturales de la ladera, tales como su composición, estructura y propiedades geotécnicas, sin considerar la influencia de factores desencadenantes externos, como la precipitación o la actividad sísmica.

La forma más habitual de exponer este análisis es a través de mapas de susceptibilidad por inestabilidad de laderas. Estos mapas presentan la clasificación de la estabilidad relativa o la propensión a la inestabilidad de un área en diferentes categorías, a las que se asigna una escala de color, siguiendo los criterios habituales para los análisis de peligros y riesgos, y muestra donde hay o no, condiciones para que pueda ocurrir inestabilidad de ladera (Gonzales et al., 2005).

El Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) se encuentran dentro de la categoría de MUY BAJO respecto a la susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, lo que indica una baja probabilidad de que se presenten este tipo de procesos. Esta condición se relaciona con las características naturales del terreno, como la geología, las pendientes y las condiciones del suelo, que en conjunto favorecen su estabilidad. Asimismo, la presencia de una topografía predominantemente suave, con pendientes poco pronunciadas y sin cambios importantes de relieve, contribuye a disminuir la susceptibilidad ante la ocurrencia de movimientos de ladera. En consecuencia, las condiciones del terreno permiten considerar que tanto el SA, AI y AP presentan una susceptibilidad muy baja a la ocurrencia de deslizamientos.

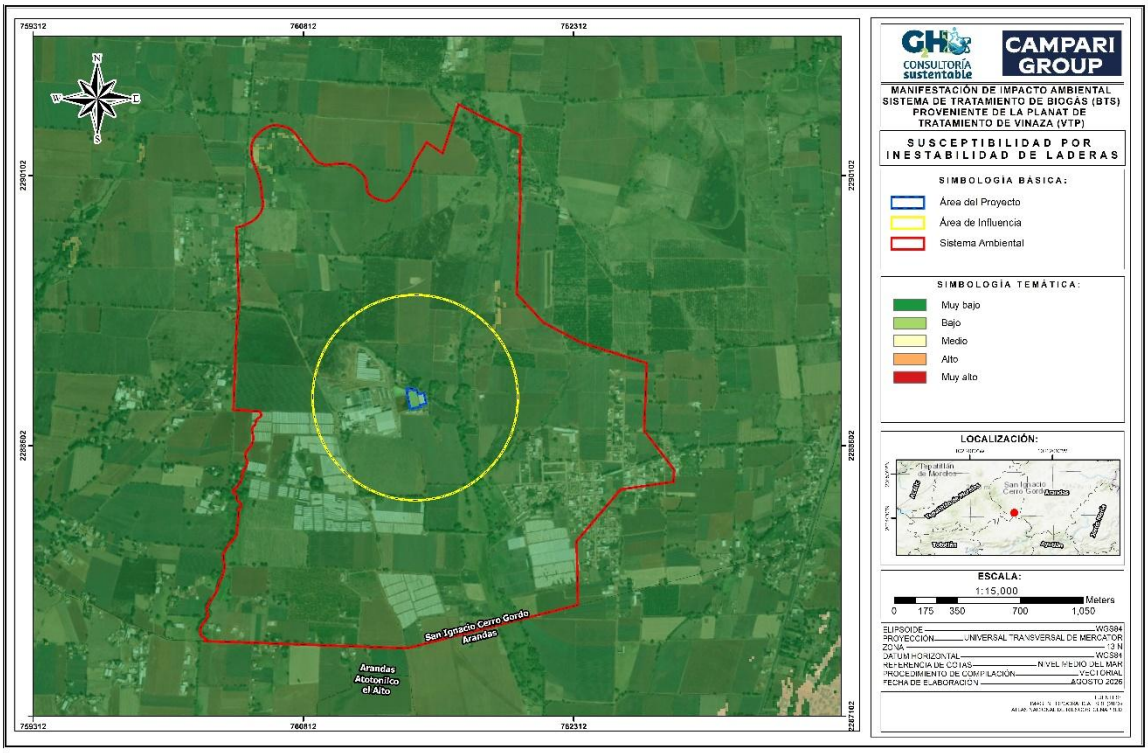


Figura 4-25 Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Actividad volcánica

Los peligros de la actividad volcánica incluyen flujos piroclásticos, caída de ceniza, proyectiles, y gases tóxicos, sin embargo, algunos de ellos pueden ocurrir incluso si no hay actividad en el volcán, como es el caso de los lahares y avalanchas de escombros, causando daños por quemaduras, asfixia, colapsos de estructuras, problemas respiratorios y afectando la infraestructura y el clima a distancia.

Como se observa en la siguiente figura, el volcán más cercano al Área del Proyecto (AP) se localiza aproximadamente a 80.12 km de distancia y corresponde al denominado “Sur de Guadalajara”, ubicado en el estado de Jalisco. Considerando la distancia existente entre esta estructura volcánica y el área del proyecto, así como su ubicación fuera del entorno inmediato del mismo, no se considera que represente una condición de peligro directo o significativo para el desarrollo del proyecto.

Tabla 4-9 Características del Campo Volcánico El Pinacate

Nombre	Localización	Tipo	Actividad	Distancia (SA)
Sur de Guadalajara	Jalisco	Campo volcánico	Pleistoceno	78.70 km

Fuente: CENAPRED, 2020

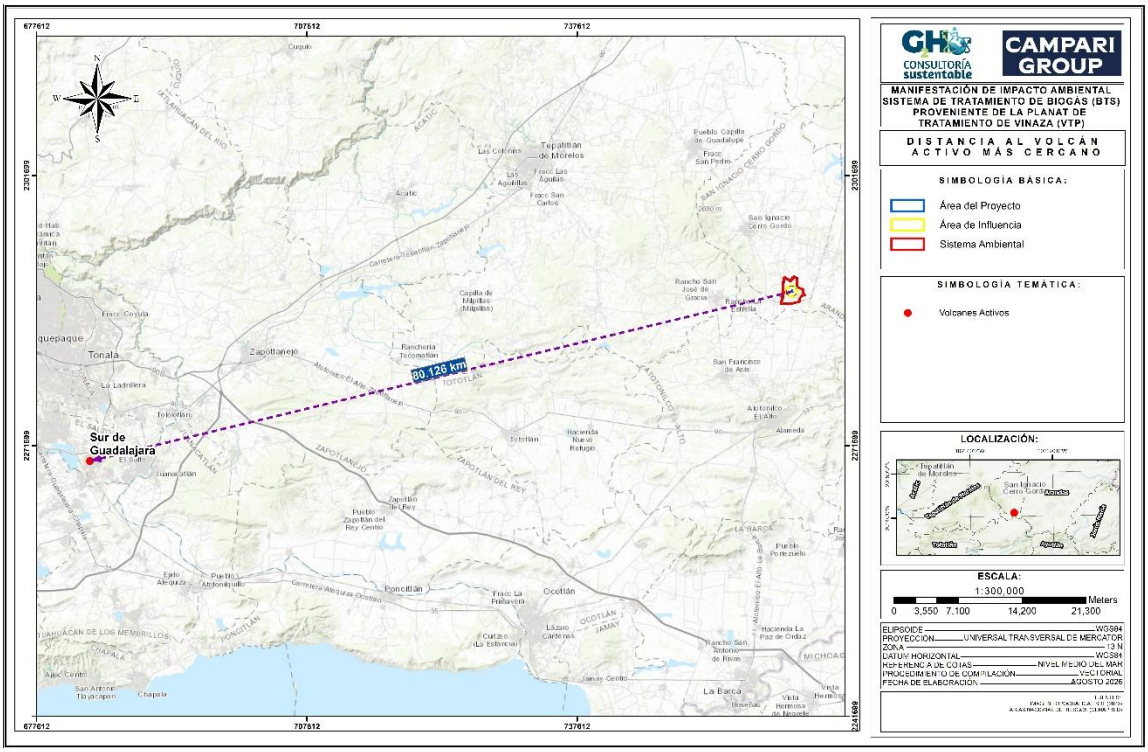


Figura 4-26 Distancia al volcán activo más cercano

4.2.1.5 Suelos

Edafología

Es el estudio del suelo, relacionando la composición y naturaleza del mismo, con las plantas y el entorno que le rodea. Los suelos están formados por horizontes o capas, que están acomodadas más o menos paralelas a la superficie, esto puede ser apreciado en cortes verticales de la tierra (zanjas, pozos, cortes de carretera, etcétera.) La mayoría de los suelos presentan tres o cuatro horizontes, definidos principalmente por el color, textura, estructura, contenido en materia orgánica, presencia de carbonatos y sales solubles. Algunos suelos muestran un cambio gradual de un horizonte a otro, mientras que otros varían de manera más brusca entre ellos.

El grado en el que cada una de las características resultantes, de la acción de los factores formadores del suelo, son representados en los horizontes o capas (máximo medibles y observables), sirven de base para la clasificación y denominación de los suelos. El análisis de estas características nos

permitirá saber aspectos como profundidad, drenaje, nutrientes, pedregosidad, entre muchos otros, que finalmente ayudarán en la toma de decisiones para el mejor manejo del recurso suelo (agrícola, pecuario, forestal, ingeniería civil, etcétera.).

De acuerdo con la Serie III de la Carta Edafológica del INEGI, en el Sistema Ambiental (SA) se identifican dos unidades edafológicas: Vertisol y Phaeozem, las cuales se distribuyen en dos asociaciones dentro del área de estudio. El Vertisol corresponde a la unidad predominante y se encuentra distribuido principalmente en las porciones centro, norte, este y sur del SA, mientras que el Phaeozem se presenta en menor proporción hacia la porción suroeste.

En el Área de Influencia (AI) se mantiene el predominio del Vertisol, mientras que el Phaeozem se presenta únicamente en una superficie menor localizada hacia el suroeste. Por su parte, el Área del Proyecto (AP) se encuentra completamente comprendida dentro de la unidad edafológica correspondiente a Vertisol. A continuación, se describen las principales características de cada una de las unidades edafológicas identificadas:

- **Vertisol.** Suelos llamados pesados, se crean bajo condiciones alternadas de saturación-sequía, se forman grietas anchas, abundantes y profundas cuando están secos y con más de 30% de arcillas expandibles. Las obras de construcción asentadas sobre estos suelos deben tener especificaciones especiales para evitar daños por movimiento o inundación. Son bastante estables frente a la erosión y tienen buen amortiguamiento contra sustancias tóxicas.
- **Phaeozem.** Suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, fértiles en magnesio, potasio y sin carbonatos en el subsuelo. El relieve donde se desarrollan estos suelos es generalmente plano o ligeramente ondulado.

En la Figura 4-27 se muestra la distribución espacial de las unidades edafológicas dentro del Sistema Ambiental, así como su relación con el Área de Influencia y el Área del Proyecto:

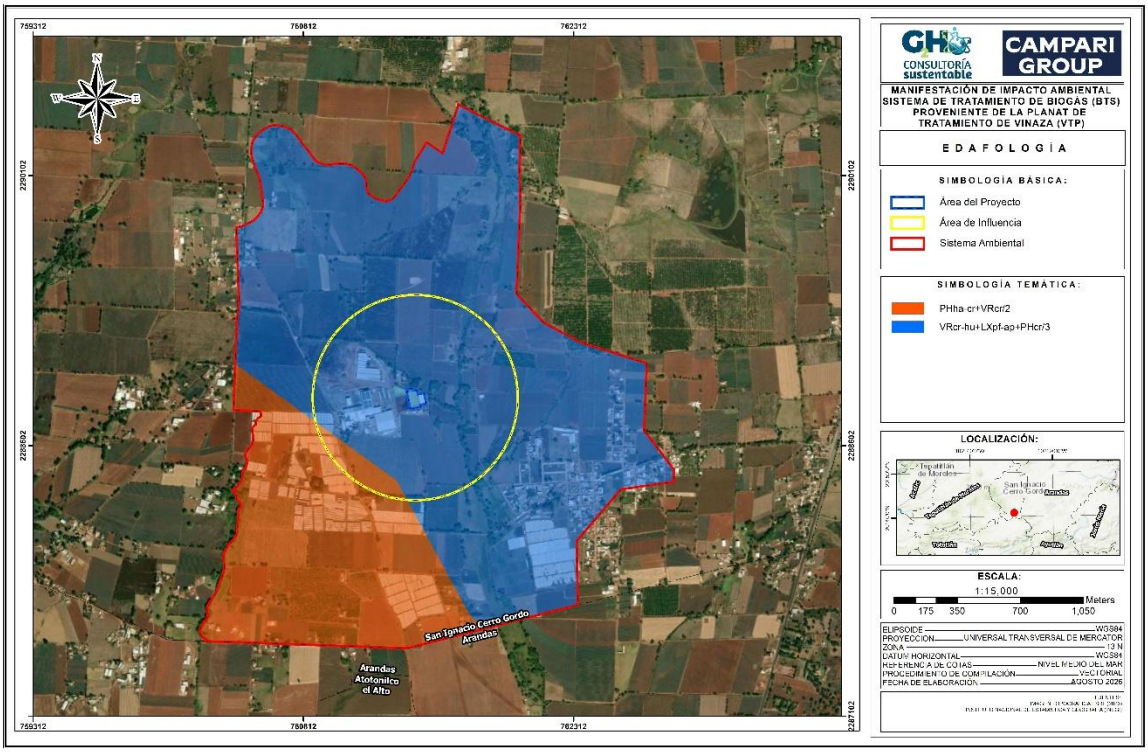


Figura 4-27 Edafología

En la Tabla 4-10 se presentan las principales características de las unidades edafológicas identificadas en el área de estudio, considerando sus propiedades y características distintivas.

Tabla 4-10 Características generales de los suelos

Clave	Nombre	Clase Textural	Fase Superficie	Área (Ha)		
				SA	AI	AP
VRcr-hu+LXpf-ap+PHcr/3	Vertisol	Fina	Ninguna	378.69	95.49	0.82
PHha-cr+VRcr/2	Phaeozem	Media	Ninguna	134.98	6.37	--

El Área del Proyecto (AP) se encuentra completamente comprendida dentro de una unidad de Vertisol, suelo caracterizado por presentar un contenido importante de arcillas que pueden experimentar procesos de expansión y contracción ante variaciones en su contenido de humedad. Estas características pueden generar cambios en el volumen del suelo, por lo que constituyen un aspecto a considerar en relación con las condiciones de estabilidad del terreno y la infraestructura del Proyecto.

Asimismo, debido a que el proyecto contempla actividades relacionadas con el tratamiento y manejo de materia orgánica, las características del suelo representan un elemento relevante dentro del análisis

ambiental del sitio. En este sentido, se considera importante mantener condiciones que permitan conservar las características del suelo y reducir la posibilidad de alteraciones derivadas de las actividades propias del proyecto, particularmente aquellas relacionadas con el manejo de materiales y sustancias

Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con la información de Uso de Suelo y Vegetación, en el Sistema Ambiental (SA) se reconocen tres categorías: Agricultura de riego permanente (RP), Agricultura de temporal anual (TA) y Agricultura de temporal anual y semipermanente (TAS). El de Agricultura de temporal anual constituye la categoría de mayor extensión y se localiza principalmente en las zonas centro y sur del SA. El de Agricultura de temporal anual y semipermanente ocupa la segunda mayor superficie y se concentra principalmente hacia las áreas centro y norte. En contraste, el de Agricultura de riego permanente representa la menor proporción y se localiza principalmente hacia el suroeste del Sistema Ambiental.

En el Área de Influencia (AI) se encuentran igualmente las tres categorías de uso de suelo identificadas en el SA, aunque su distribución presenta algunas variaciones. El de Agricultura de temporal anual y semipermanente es la categoría predominante y ocupa principalmente la zona centro-norte. A esta le sigue el de Agricultura de temporal anual, localizada principalmente hacia el centro y sur del AI. Por su parte, el de Agricultura de riego permanente representa la menor superficie y se encuentra principalmente hacia los sectores suroeste y sur.

En cuanto al Área del Proyecto (AP), la totalidad de su superficie se encuentra comprendida dentro de la categoría Agricultura de temporal anual y semipermanente. Por lo tanto, esta constituye el único uso de suelo identificado directamente en el área donde se desarrollará el proyecto.

En la Figura 4-28 se muestra la distribución espacial de las unidades de uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental, así como su relación con el Área de Influencia y el Área del Proyecto.

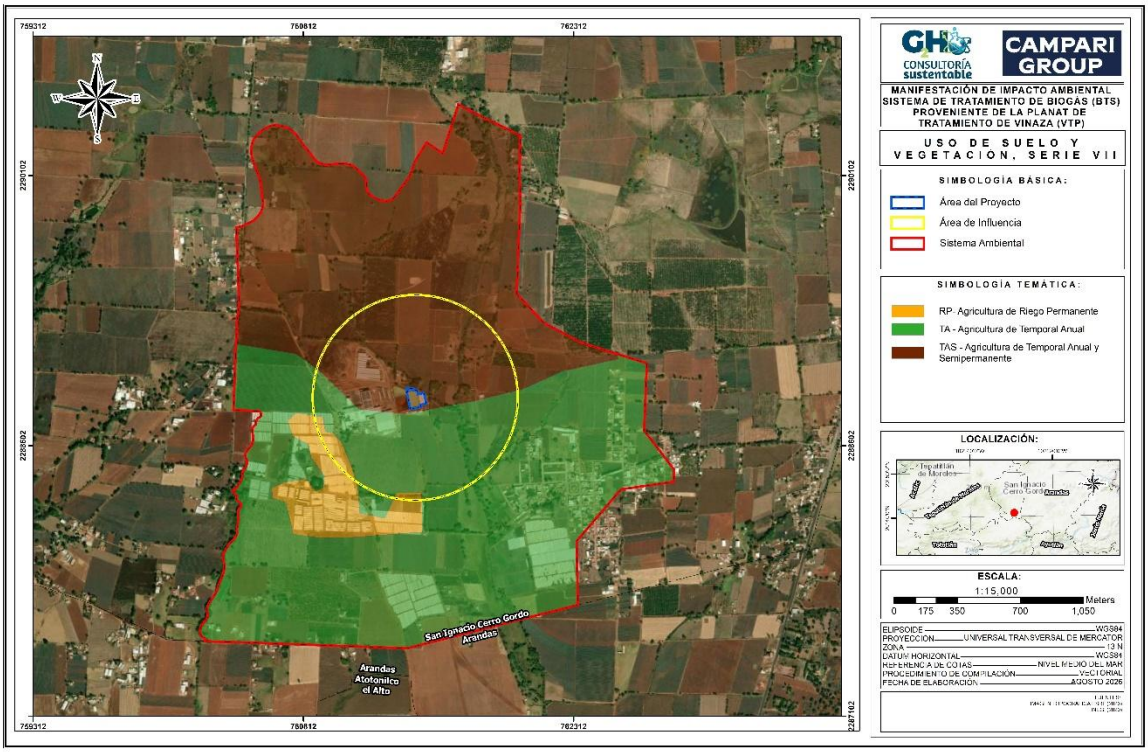


Figura 4-28 Uso de suelo y vegetación, Serie VII

Con base en las unidades de uso de suelo y vegetación identificadas, a continuación, se describen las principales características de cada una de ellas.

- Agricultura de temporal anual (TA). Corresponde a terrenos destinados al cultivo de especies agrícolas de ciclo anual, cuyo desarrollo depende principalmente de la precipitación estacional, debido a que no cuentan con un sistema permanente de riego. Las actividades agrícolas se encuentran condicionadas por la disponibilidad de humedad y por la temporalidad de las lluvias.
- Agricultura de temporal anual y semipermanente (TAS). Comprende áreas destinadas al establecimiento de cultivos de ciclo anual y semipermanente, cuyo desarrollo depende principalmente de las condiciones de precipitación natural. En estas superficies pueden coexistir cultivos que completan su ciclo productivo en un periodo anual con aquellos que permanecen en el terreno durante periodos mayores, de acuerdo con las prácticas y condiciones productivas de la zona.
- Agricultura de riego permanente (RP). Corresponde a terrenos agrícolas en los que el suministro de agua para los cultivos se realiza mediante sistemas de riego, independientemente de la disponibilidad de precipitación. Esta condición permite mantener una producción agrícola de manera continua o durante diferentes periodos del año, dependiendo del tipo de cultivo y del manejo del sistema de riego.

En la Tabla 4-11 se presentan las superficies correspondientes a cada una de las unidades de uso de suelo y vegetación identificadas en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

Tabla 4-11 Uso de suelo y vegetación

Uso de Suelo y Vegetación	Área (Ha)		
	SA	AI	AP
Agricultura de temporal anual (TA).	273.67	45.45	--
Agricultura de temporal anual y semipermanente (TAS)	214.72	53.48	0.82
Agricultura de riego permanente (RP)	25.28	2.93	--

Degradación de Suelo

La degradación de los suelos se refiere básicamente a los procesos desencadenados por las actividades humanas que reducen su capacidad actual y/o futura para sostener ecosistemas naturales o manejados, para mantener o mejorar la calidad del aire y agua, y para preservar la salud humana. Se estima que alrededor de 2,000 millones de hectáreas en el mundo sufren algún tipo de deterioro como consecuencia de las actividades del hombre. La erosión provocada por el agua es la forma más común de degradación del suelo.

De acuerdo con información de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en el Sistema Ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto se presenta un tipo de degradación del suelo correspondiente a “Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica”. La causa asociada a este proceso corresponde a “Actividades agrícolas/sobrepastoreo”, por lo que el grado de degradación identificado para estas áreas se clasifica como LIGERO.

Las condiciones observadas en el área de estudio son congruentes con un proceso de degradación ligera del suelo, asociado principalmente con el uso y manejo del territorio. La presencia de actividades agrícolas y áreas sujetas a pastoreo puede favorecer la pérdida gradual de materia orgánica y la disminución de la fertilidad del suelo. Asimismo, la cobertura vegetal presente contribuye a la protección y conservación del suelo en determinadas áreas, mientras que las superficies con menor cobertura se encuentran más expuestas a procesos de degradación.

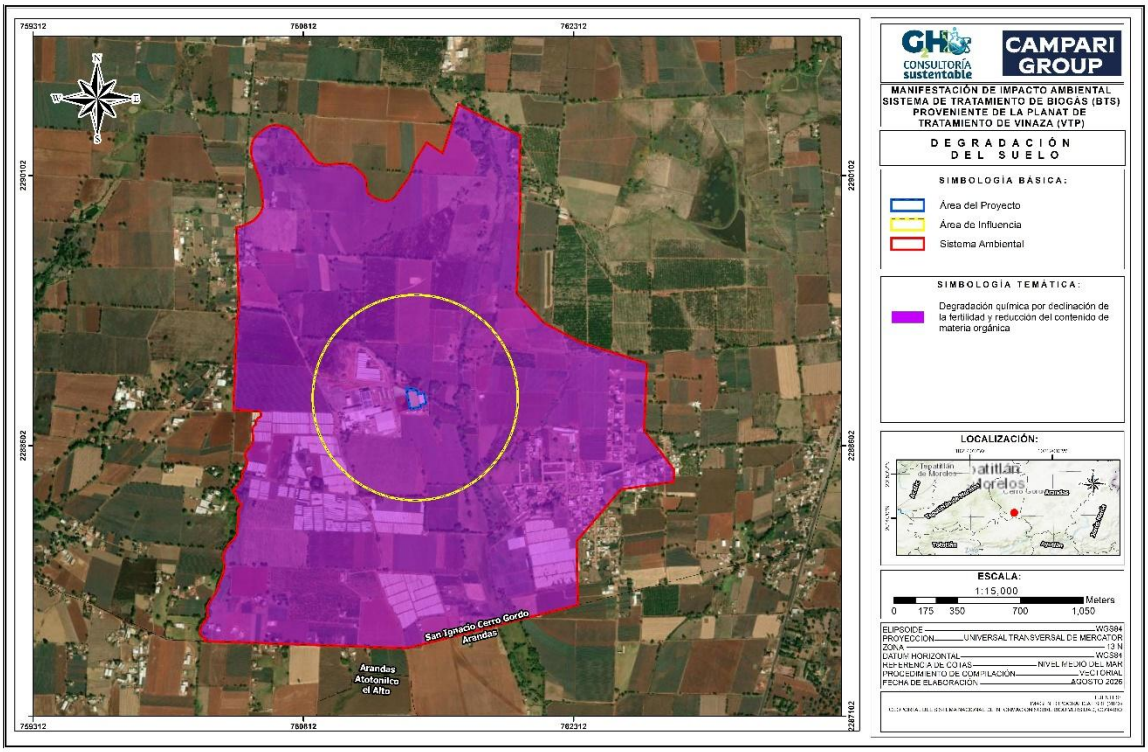


Figura 4-29 Degradación del suelo

4.2.1.6 Hidrología subterránea

Para la caracterización de la hidrología subterránea, se identificó que la totalidad del Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) se encuentra comprendida dentro del acuífero “Ocotlán”, perteneciente a la Región Hidrológica RH12 Lerma-Santiago y a la cuenca Río Santiago Guadalajara.

Ocotlán

El acuífero Ocotlán, definido con la clave 1405 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción oriental del Estado de Jalisco, entre los paralelos 20°18’ y 20°55’ de latitud norte y los meridianos 102°09’ y 102°53’ de longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 2,080 km^2.

Limita al norte con los acuíferos Valle de Guadalupe y Jalostotitlán; al noreste con San José de Las Pilas y Jesús María; al sur con el acuífero La Barca y el Lago de Chapala; al suroeste con los acuíferos Chapala y Poncitlán; al oeste y noroeste con el acuífero Altos de Jalisco, todos ellos en el Estado de Jalisco.

El acuífero Ocotlán abarca la mayor parte de los municipios Arandas, Atotonilco El Alto, Ocotlán, Tototlán; porciones de los municipios Tepatitlán de Morelos y Zapotlán del Rey, así como pequeñas áreas de los municipios Ayotlán, Jamay, Jesús María, San Miguel El Alto y Poncitlán.

La recarga de este acuífero es de tipo local y proviene del agua de lluvia. El agua del río Lerma y su continuación como río Santiago, a la salida del lago, recarga puntualmente al acuífero; probablemente la zona comprendida entre Jamay y Ocotlán se encuentra influenciada por contribuciones del lago.

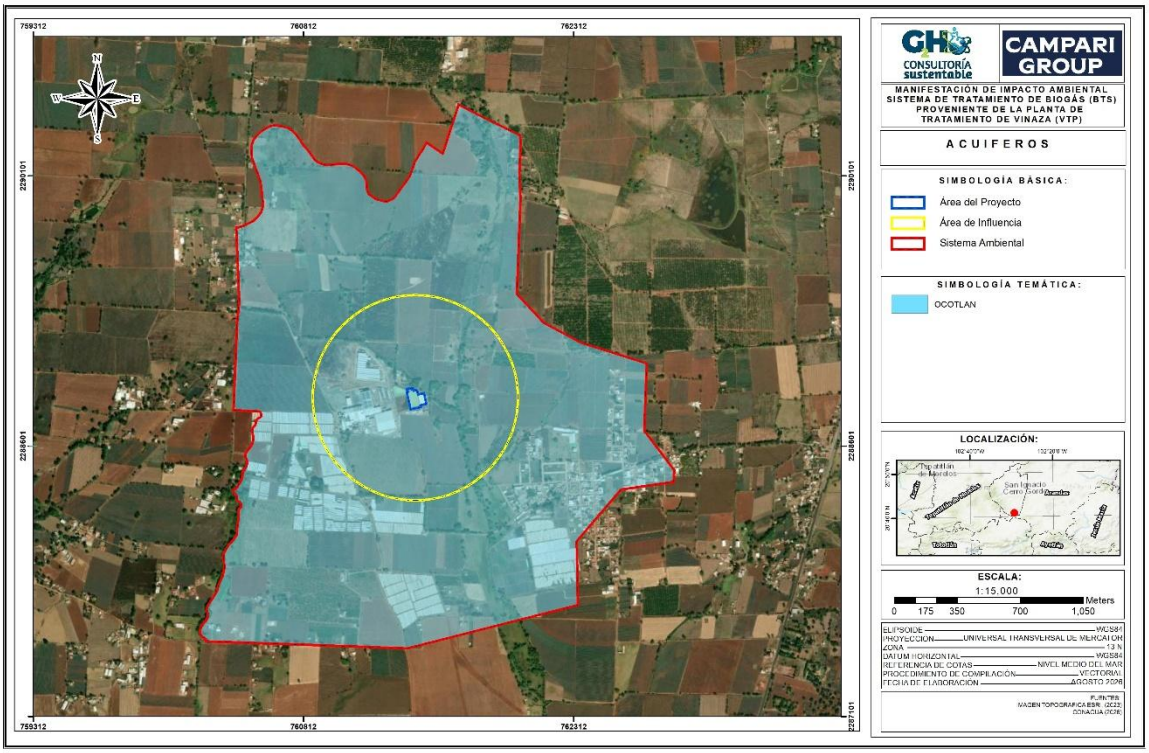


Figura 4-30 Acuíferos

Tabla 4-12 Situación del acuífero en que incide el proyecto

Acuífero El Carmen-Salinas-Victoria	
Clave	1405
Nombre	Ocotlán
Dirección	Jalisco
Usos	Agricola, público urbano, domestico, industrial y otros usos
Disponibilidad media anual de agua del subsuelo en un acuífero (DMA)	-13.621672 hm^3 anuales
Recarga total media anual (R)	85.6 hm^3/año
Descarga natural comprometida (DNC)	8.3 hm^3 anuales
Volumen de extracción de aguas subterráneas (VEAS)	90,921,672 m^3 anuales

El acuífero Ocotlán presenta actualmente un déficit, por lo que no existe volumen disponible para el otorgamiento de nuevas concesiones. En este contexto, el proyecto no contempla la extracción de agua del subsuelo ni la solicitud de nuevas concesiones.

Por lo anterior, el proyecto no considera un nuevo aprovechamiento directo del recurso hídrico del acuífero, por lo que sus condiciones actuales de disponibilidad se toman como referencia dentro del análisis ambiental, sin contemplar un incremento en la extracción de agua asociado con el desarrollo del proyecto.

Cuerpos y corrientes de agua

Dentro del Sistema Ambiental (SA) se identifica un sistema de corrientes de carácter intermitente que ingresa por la porción sureste del SA. A partir de este cauce principal se originan diferentes ramificaciones que se distribuyen dentro del SA. Una de estas ramificaciones se dirige inicialmente hacia el este, mientras que otra se desarrolla hacia el oeste, continuando posteriormente en dirección noroeste hasta ingresar al Área de Influencia (AI), donde se localiza hacia el suroeste del Área del Proyecto (AP), a una distancia aproximada de 406.72 m.

El cauce principal continúa su trayectoria hacia el norte dentro del SA, donde se desprende una ramificación con dirección hacia el noreste, la cual permanece dentro del SA. Posteriormente, el cauce principal continúa hacia el norte hasta ingresar al AI por su porción este. Al avanzar hacia la parte central del AI, se originan dos nuevas ramificaciones. La primera se dirige hacia el noreste y se localiza hacia el este del AP, a una distancia aproximada de 175.03 m.

La segunda ramificación se desarrolla hacia el noroeste y corresponde a la corriente de mayor proximidad al AP. Su trayectoria se mantiene fuera de los límites del proyecto, desarrollándose por los sectores este, noreste, norte y noroeste del AP. El punto de mayor cercanía se localiza hacia la porción noreste del AP, donde la corriente se encuentra aproximadamente a 1.00 m de su límite. Es importante señalar que, a pesar de esta proximidad, la corriente no atraviesa ni se encuentra contenida dentro del AP.

De manera adicional, dentro del SA se identifica un segundo sistema de escurrimiento independiente, cuyo cauce ingresa por la porción suroeste del SA y continúa en dirección predominantemente norte. Durante su recorrido dentro del SA se desprende una ramificación con dirección hacia el noreste, permaneciendo tanto el cauce principal como su ramificación dentro del SA y sin extenderse hacia el AI o AP.

En cuanto a los cuerpos de agua, dentro del SA se identifican dos cuerpos de agua, ambos localizados fuera del AP. El primero se encuentra hacia la porción suroeste, a una distancia aproximada de 637.60 m del AP, mientras que el segundo se localiza hacia la porción noroeste, a aproximadamente 1.35 km del AP. Ninguno de estos cuerpos de agua se encuentra dentro del AI o AP.

En términos generales, las corrientes identificadas dentro del SA y AI corresponden a cauces intermitentes, cuya presencia de flujo se encuentra asociada principalmente con eventos de precipitación. Es importante destacar que ninguna corriente ni cuerpo de agua se encuentra dentro del AP; la corriente más cercana se localiza aproximadamente a 1.00 m de su límite noreste. En la Figura

4-31 se muestra la distribución y trayectoria de las corrientes y cuerpos de agua, así como su relación espacial con el SA, AI y AP.

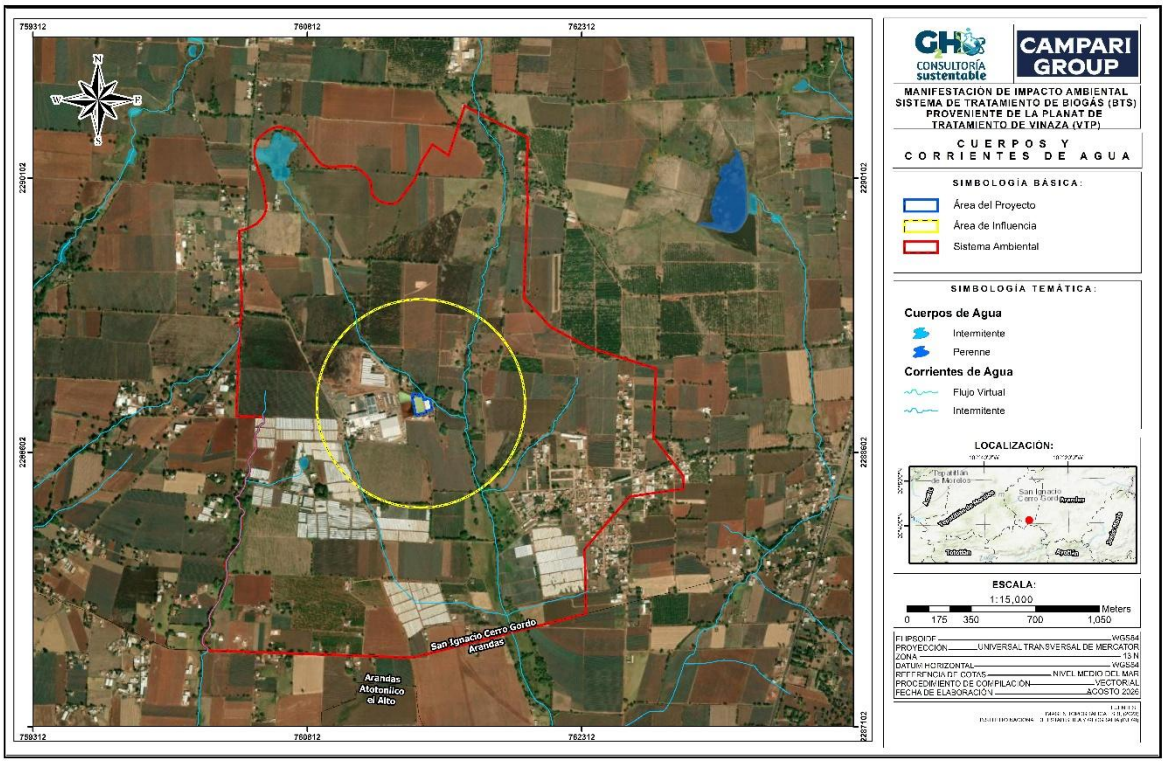


Figura 4-31 Cuerpos y corrientes de agua

De acuerdo con la distribución de las corrientes y cuerpos de agua identificados, ninguno se encuentra dentro del Área del Proyecto (AP), por lo que no se contempla una intervención directa sobre estos elementos hidrológicos. La corriente intermitente más cercana se localiza aproximadamente a 1.00 m del límite noreste del AP, manteniéndose fuera de la superficie destinada al proyecto. Debido a su proximidad, su presencia se considera dentro del análisis ambiental y se contemplarán las medidas preventivas y precauciones necesarias para evitar posibles afectaciones durante el desarrollo de las actividades. En este sentido, la ubicación del proyecto permite mantener los cuerpos y corrientes de agua identificados fuera del área de intervención directa.

4.2.1.7 Regiones prioritarias

Región Hidrológica Prioritaria

En mayo de 1998 la CONABIO inició el programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de la biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido.

Los criterios para la identificación de estas RHP consideraron aspectos de biodiversidad en relación con el valor ambiental de recursos bióticos y abióticos, con el valor económico, así como con los riesgos y amenazas a los que está sujeta la biodiversidad que se presenta en ambientes limnológicos, y consideran las características físicas y químicas de los cuerpos de agua epicontinentales, y de los ecosistemas que se encuentran en toda la cuenca hidrográfica, desde el parteaguas hasta las zonas costeras.

De acuerdo con la información de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), dentro de los límites del Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) no se identifica ninguna región con esta categoría. La RHP Chapala–Cajititlán–Sayula es la más cercana al proyecto y se localiza hacia la porción suroeste del AP, a una distancia aproximada de 43.73 km. Debido a que se encuentra fuera de los límites del SA, AI y AP y a una distancia considerable, no existe una relación espacial directa con el área donde se desarrollará el proyecto.

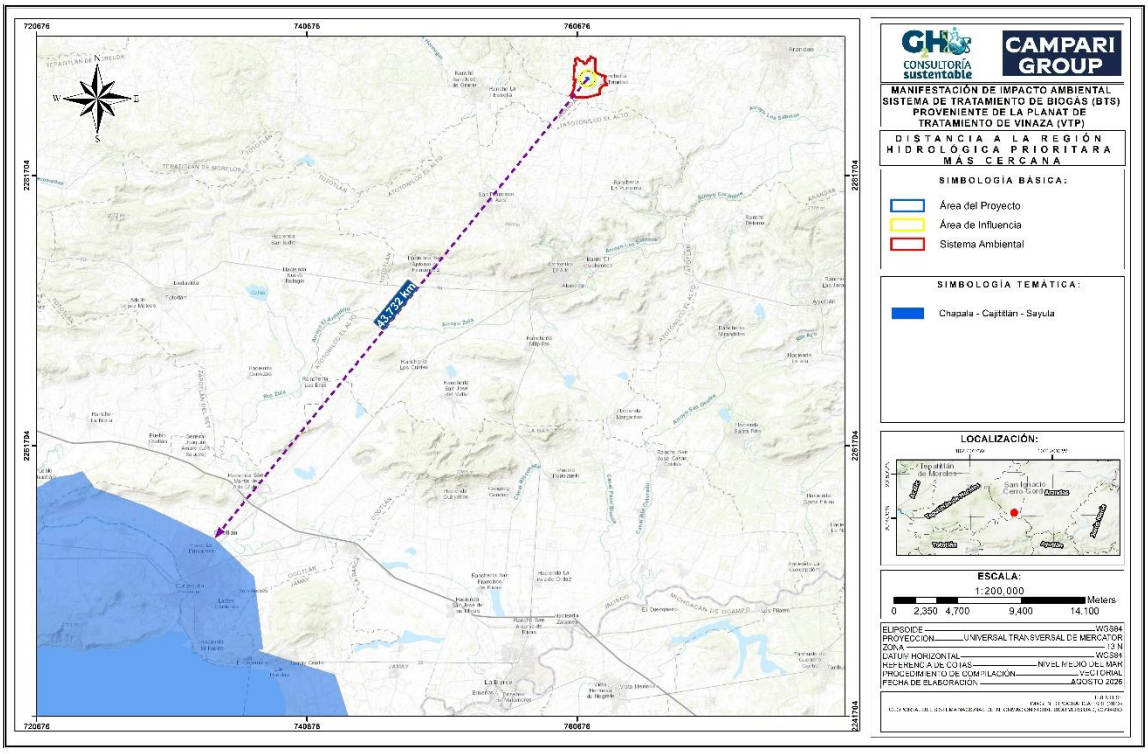


Figura 4-32 Distancia a la Región Hidrológica Prioritaria más cercana

Región Terrestre Prioritaria

Son áreas continentales que destacan por sus ecosistemas y diversidad biológica, son considerados cruciales para la conservación de la biodiversidad. Se definen por su extensión, integridad ecológica, importancia como corredores biológicos, diversidad de ecosistemas y presencia de especies endémicas.

De acuerdo con la información disponible sobre Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), ninguna de estas áreas se encuentra dentro de los límites del Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) o

Área del Proyecto (AP). La RTP Cerro Viejo-Sierras de Chapala es la más cercana al proyecto y se localiza hacia el suroeste del AP, a una distancia aproximada de 33.18 km. Debido a esta separación, la RTP se encuentra fuera del entorno inmediato del proyecto y no existe una coincidencia espacial directa con las áreas consideradas.

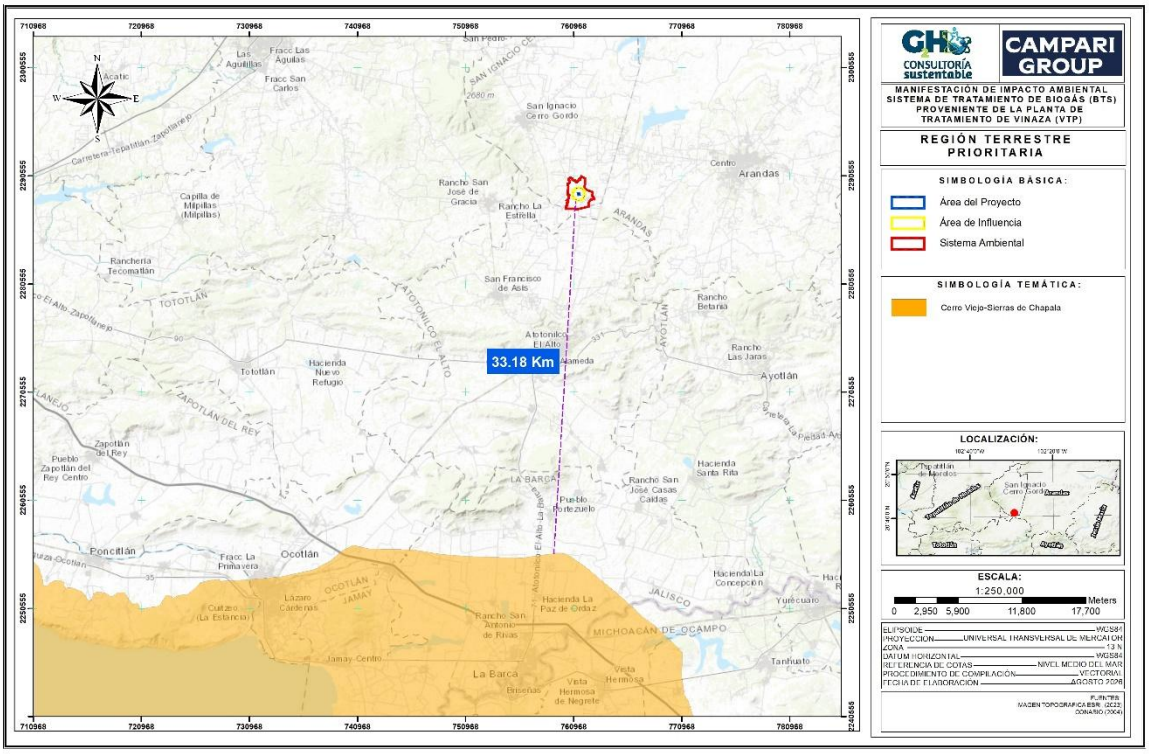


Figura 4-33 Distancia a la Región Terrestre Prioritaria más cercana

Región Marina Prioritaria

Las Regiones Marinas Prioritarias de México fueron delimitadas respecto a sus características biogeográficas específicas, así como los usos de sus recursos y las amenazas que enfrentan. Son parte del Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).

Una RMP es un área costera u oceánica identificada por su valor excepcional para la conservación de la biodiversidad, incluyendo zonas de alta riqueza biológica, importancia ecológica (como arrecifes, manglares, praderas marinas), áreas de uso de recursos (pesca, turismo) y aquellas que enfrentan amenazas, sirviendo como marco para desarrollar planes de manejo y conservación, como las 70 identificadas en México por la CONABIO.

De acuerdo con la información disponible sobre Regiones Marinas Prioritarias (RMP), no se identifica ninguna dentro de los límites del Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) o Área del Proyecto (AP). La RMP Bahía de Banderas es la más cercana al proyecto, localizada hacia el oeste del AP, a una distancia aproximada de 284.63 km. Por su considerable distancia y ubicación fuera de las áreas delimitadas para el proyecto, no existe una relación espacial directa con el mismo.

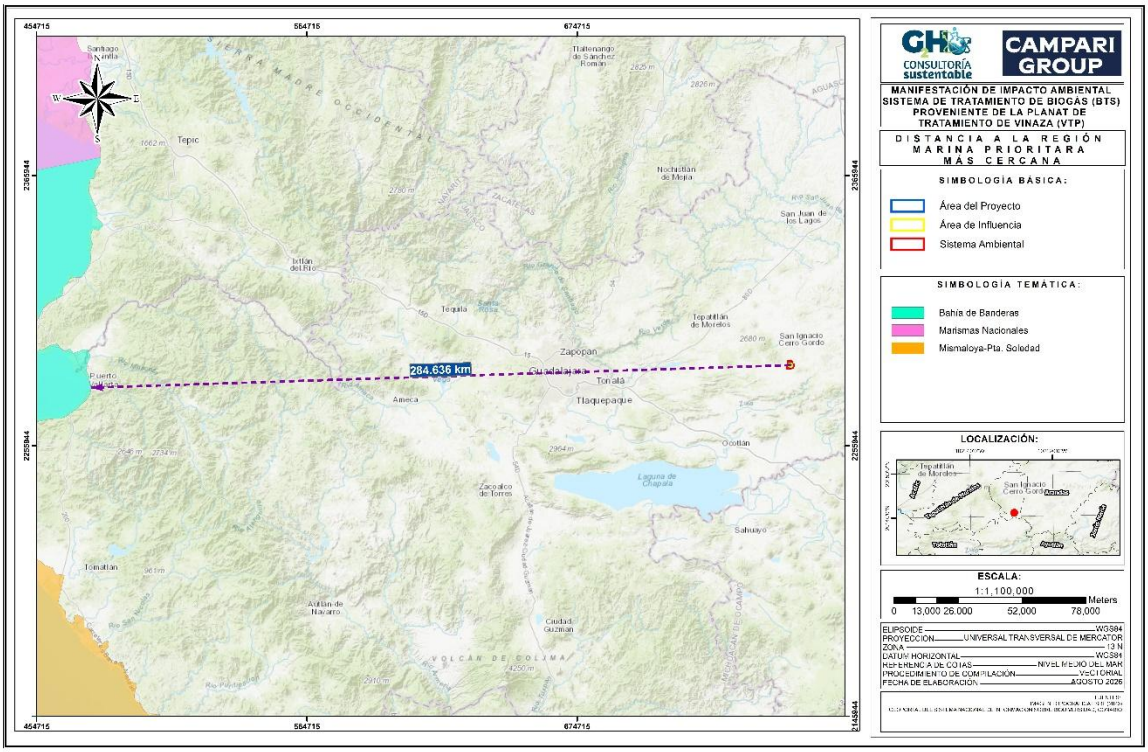


Figura 4-34 Distancia a la Región Marina Prioritaria más cercana

4.2.1.8 Hidrología superficial

La superficie del Sistema Ambiental (SA), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) se localiza en su totalidad dentro de la Región Hidrológica RH12 “Lerma - Santiago” y de la cuenca hidrológica RH12E “Río Santiago Guadalajara”. Por lo tanto, las tres áreas de estudio se encuentran comprendidas dentro de la misma unidad de gestión hidrológica regional.

Región Hidrológica RH12 Lerma - Santiago

La Región Hidrológica 12 (RH12) Lerma-Santiago se localiza en la porción centro-occidental de México y comprende parcialmente diversos estados, entre ellos Jalisco, Guanajuato, México, Michoacán, Querétaro, Zacatecas, Aguascalientes y Nayarit. Esta región constituye una de las principales unidades de drenaje superficial del centro-occidente del país y se encuentra integrada por diversas cuencas y subcuencas hidrográficas.

El sistema hidrológico de la RH12 se encuentra estructurado principalmente en torno a los ríos Lerma y Santiago. El río Lerma se origina en el Estado de México y fluye hacia el occidente hasta el Lago de Chapala, mientras que el sistema continúa a través del río Santiago, el cual atraviesa principalmente los estados de Jalisco y Nayarit hasta su desembocadura en el océano Pacífico. Dentro de esta región también se encuentran diversos afluentes y corrientes que contribuyen al funcionamiento de la red de drenaje regional.

La RH12 presenta una importante diversidad de condiciones fisiográficas, climáticas y de uso del territorio, por lo que sus recursos hídricos tienen relevancia para el abastecimiento público, las actividades agropecuarias y otros usos productivos, además de contribuir al mantenimiento de los ecosistemas asociados a los sistemas hidrológicos superficiales.

Cuenca Hidrológica RH12E Río Santiago Guadalajara

La Cuenca Hidrológica RH12E Río Santiago-Guadalajara forma parte de la Región Hidrológica 12 Lerma-Santiago y se localiza en la porción occidental del país, principalmente en el estado de Jalisco. Esta cuenca constituye una unidad de drenaje superficial asociada al sistema del Río Santiago y comprende una red de corrientes superficiales que contribuyen al funcionamiento hidrológico de la región.

El sistema hidrológico de la cuenca se encuentra relacionado con el Río Santiago y sus afluentes, los cuales conforman una red de drenaje que recibe los escurrimientos provenientes de las diferentes unidades hidrográficas que la integran. Dentro de la cuenca se reconocen diversas subcuencas, entre ellas las asociadas con los ríos Verde y Corona, así como otros sistemas de drenaje que contribuyen al escurrimiento regional.

La cuenca presenta una importante influencia de las condiciones fisiográficas y del uso del territorio sobre el comportamiento del escurrimiento superficial. En particular, en las zonas urbanizadas de la Zona Metropolitana de Guadalajara, la modificación de la superficie natural y el desarrollo de infraestructura han generado cambios en los patrones de escurrimiento y en la dinámica de los sistemas hidrológicos superficiales. Por ello, la caracterización de esta unidad permite establecer el contexto hidrológico regional en el que se desarrollan las actividades humanas y los procesos naturales relacionados con el agua.

Tabla 4-13 Hidrología superficial

Características	Región Hidrológica	Cuenca Hidrológica
Nombre	Lerma - Santiago	Río Santiago Guadalajara
Área (Ha)	513.67	513.67
Tipo	Exorreica	Exorreica

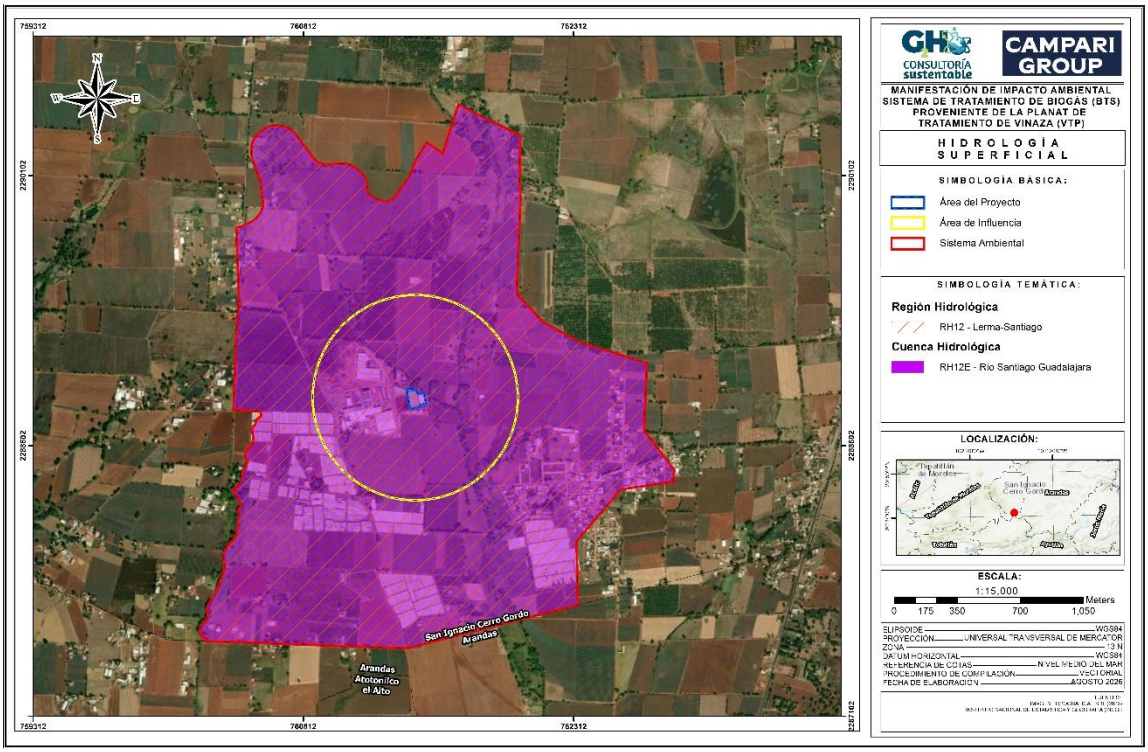


Figura 4-35 Hidrología superficial

4.2.1.9 Caracterización y análisis del aire

La caracterización de la calidad del aire permite establecer las condiciones atmosféricas generales y reconocer los principales contaminantes y fuentes de emisión presentes en una región. Para el presente análisis se considera la información del ProAire Jalisco 2014–2020, así como los registros disponibles en el sistema de información de calidad del aire de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET). El ProAire incorpora un Inventario de Emisiones (IE) mediante el cual se estiman las emisiones de PM_{10}, $PM_{2.5}$, SO_2, CO, NOx, COV y NH_3 provenientes de fuentes fijas, de área, móviles y naturales. De acuerdo con sus resultados, las fuentes móviles presentan la mayor contribución a las emisiones de CO, con aproximadamente 97.8 %, además de una participación relevante en NOx y COV; las fuentes naturales destacan por su contribución de NOx y COV, las fuentes fijas por las emisiones de SO_2 y las fuentes de área por su participación en PM_{10}, $PM_{2.5}$ y NH_3.

Como complemento al inventario de emisiones, se revisaron los registros de la estación de monitoreo de calidad del aire Loma Dorada (LDO), ubicada aproximadamente a 78.73 km al oeste del Área del Proyecto (AP). Esta estación forma parte de la red de monitoreo de calidad del aire de Jalisco y realiza el seguimiento de diversos contaminantes atmosféricos. Para el periodo transcurrido de 2026, de acuerdo con los registros consultados en SEMADET, se identificaron 134 días con calidad del aire buena a aceptable, 102 días con mala calidad y un día sin dato. Asimismo, para O_3, CO, NO_2 y PM_{10} se reporta cumplimiento de los límites establecidos, mientras que para $PM_{2.5}$ no se cuenta con información disponible en el registro consultado.

Durante el periodo señalado se registró un evento de precontingencia asociado con PM_{10} y tres eventos asociados con O_3, lo que evidencia la ocurrencia de episodios puntuales de deterioro de la calidad del aire en el ámbito de monitoreo de la estación. En términos generales, los registros disponibles muestran un ligero predominio de condiciones buenas a aceptables respecto de las condiciones de mala calidad; sin embargo, los 102 días registrados en esta última categoría representan una proporción significativa del periodo evaluado. Por ello, los datos permiten reconocer una condición atmosférica regional variable, con predominio de condiciones buenas a aceptables, pero con episodios recurrentes de deterioro asociados principalmente con PM_{10} y O_3.

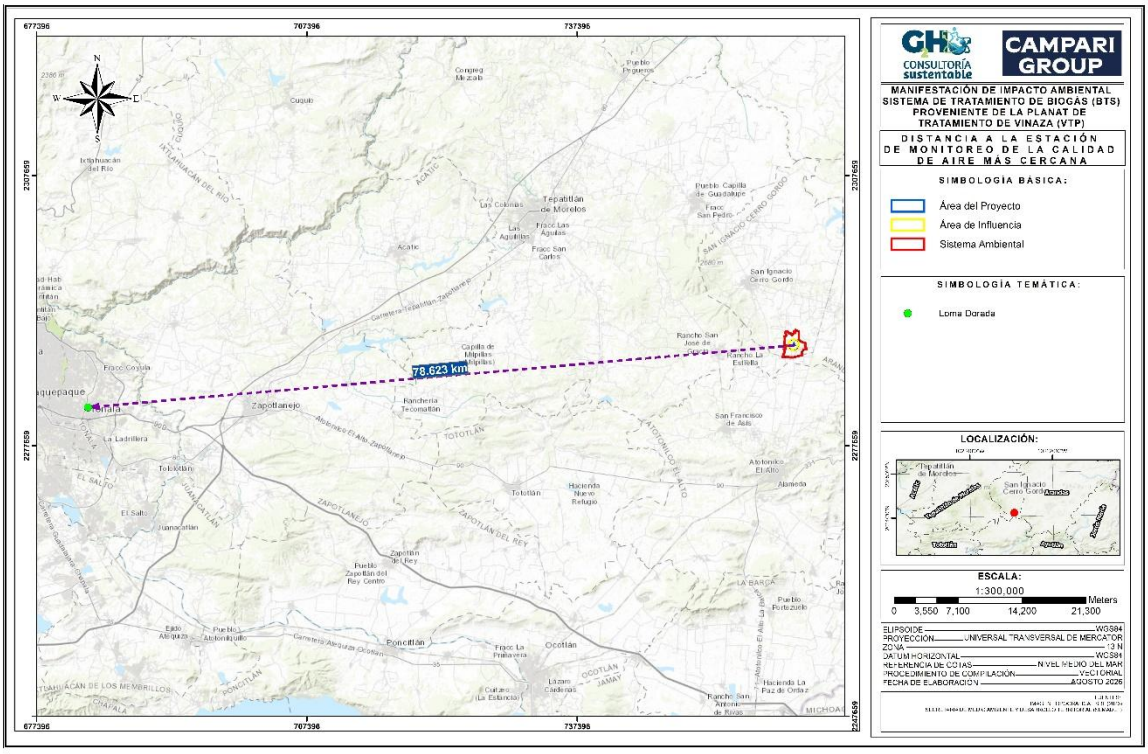


Figura 4-36 Distancia a la Estación de Monitoreo de la Calidad del Aire más cercana

Debido a que la estación Loma Dorada se localiza aproximadamente a 78.63 km al oeste del AP, sus registros se consideran una referencia de carácter regional y no una representación directa de las condiciones atmosféricas del sitio. La información del ProAire Jalisco 2014–2020 permite identificar las principales fuentes y contaminantes asociados con las emisiones atmosféricas a escala regional, mientras que los registros de SEMADET complementan esta información mediante datos de monitoreo de calidad del aire. En conjunto, los antecedentes disponibles permiten establecer que el contexto atmosférico regional presenta condiciones predominantemente buenas a aceptables, aunque con episodios de mala calidad, por lo que esta información se utiliza como referencia para la caracterización del componente atmosférico y la valoración de los posibles efectos asociados con el proyecto, sin extrapolar directamente los resultados de la estación al AP.

4.2.2 Aspectos Bióticos

Metodología

Previo a las actividades en campo, se realizó una consultó en el geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO con el propósito de investigar el registro de especies de flora y fauna que pudieran estar categorizadas según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en un radio de 5 km. Sin embargo, el portal no presenta registros de ninguna especie en esa área. Por lo tanto, se tomarán en cuenta las especies identificadas durante el trabajo de campo.

Los muestreos de flora y fauna se llevaron a cabo durante Julio del 2026 seleccionando puntos de muestreo tanto en el Área del Proyecto (AP), como en el Área de Influencia del proyecto, dichos Puntos de Muestreo (PM) se enlistan en la Tabla 4-14**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Se seleccionaron los puntos de muestreo, considerando criterios de accesibilidad, seguridad y condiciones logísticas del terreno, con el objetivo de optimizar los trabajos de campo y asegurar una adecuada cobertura del área de estudio.

Puntos de Muestreo

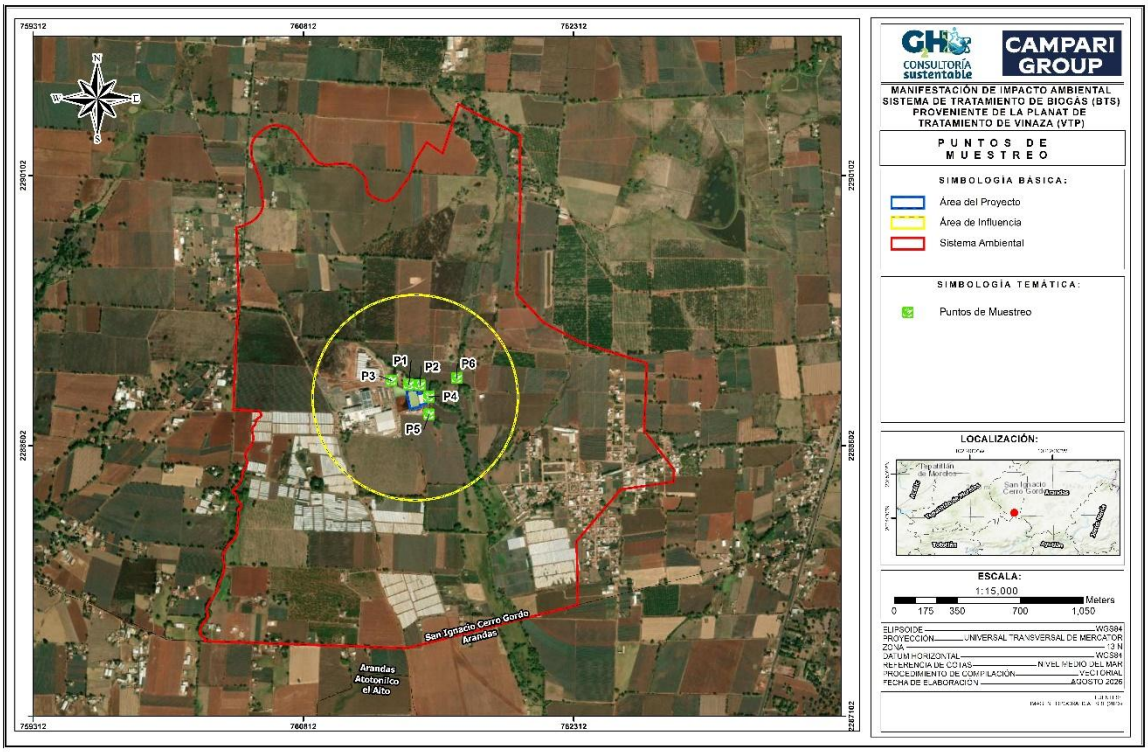


Figura 4-37 Puntos de muestreo

Tabla 4-14 Coordenadas UTM 13 N de los puntos de muestreo de flora y fauna

PM	X	Y
P1	761398.00	2288942.00
P2	761459.00	2288939.00
P3	761300.00	2288965.00
P4	761507.00	2288874.00
P5	761510.00	2288777.00
P6	761664.00	2288978.00

4.2.2.1 Flora

Se establecerán 6 parcelas de muestreo de 50 x 10 m en las unidades de monitoreo. Las plantas se registrarán en 3 estratos verticales estratos principales: arbóreo, arbustivo y herbáceo, con base en su morfología, estructura y altura, Los criterios de inclusión fueron la altura, el diámetro a la altura del pecho a 1,30 m (DAP) y la forma de crecimiento. Solo se midieron partes y especímenes vivos y árboles que tuvieran 7.5 cm de DAP este análisis permite conocer la diversidad florística, así como identificar especies relevantes por su estatus de conservación, endemismo o carácter exótico-invasor.

ara el Estrato arbóreo se midió:

a. Altura. altura total del individuo;
b. DAP. diámetro de la sección trasversal del fuste a 1.30 m de altura, del fuste principal mayor a 7.5 cm.
c. Diámetro de copa mayor. diámetro mayor de la copa del árbol.

Para el Estrato arbustivo se midió:

a. Altura total del individuo
b. Diámetro de la cobertura

Para el Estrato Herbáceo se medió:

a. Altura del individuo
b. Diámetro de la cobertura

b) Se registraron un total de 18 especies de flora, pertenecientes a 17 géneros y 12 familias botánicas. 11 especies para el estrato arbustivo, y 7 para el estrato herbáceo; no se registraron individuos arbóreos en los puntos de muestreo. Todos los ejemplares fueron identificados hasta el menor taxón posible (Especie)

Tabla 4-15 Especies vegetales por estratos hallada en el área de estudio

Familia	Nombre común	Nombre científico	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
Arbóreo						
-	-	-	-	-	-	-

Familia	Nombre común	Nombre científico	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
Arbustivo						
Resedaceae	Acelguilla euroasiática	*Reseda luteola*	Exótica-Invasora			
Oleaceae	Fresno mexicano	*Fraxinus uhdei*	Nativa		LC	
Asteraceae	Cinco llagas	*Tagetes lunulata*	Nativa			
Asteraceae	Manzanilla	*Pseudognaphalium viscosum*	Nativa			
Asteraceae	Ambrosia	*Ambrosia confertiflora*	Nativa			
Asteraceae	Rastrojera	*Laennecia sophiifolia*	Nativa			
Solanaceae	Tomatillo del diablo	*Solanum nigrum*	Nativa			
Euphorbiaceae	Higuerilla	*Ricinus communis*	Exótica-Invasora			
Asparagaceae	Agave azul	*Agave tequilana*	Nativa			
Phytolaccaceae	Mazorquilla	*Phytolacca octandra*	Nativa			
Nyctaginaceae	Maravilla	*Mirabilis jalapa*	Nativa			
Herbáceo						
Verbenaceae	Alfombrilla de campo	*Glandularia bipinnatifida*	Nativa			
Poaceae	Barbas de Indio	*Chloris virgata*	Exótica-Invasora			
Euphorbiaceae	Golondrina	*Euphorbia prostrata*	Nativa			Apendice II
Oxalidaceae	Acedera asiática	*Oxalis corniculata*	Nativa			
Portulaceae	Verdolaga euroasiática	*Portulaca oleracea*	Exótica-Invasora			
Asteraceae	Agerato	*Ageratum houstonianum*	Nativa			

Familia	Nombre común	Nombre científico	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
Acanthaceae	Cordeoncillo	*Elytraria imbricata*	Nativa			

Abreviaciones: NOM-059 (A = Amenazada, Pr = Protección especial, P = En peligro de extinción, E = Probablemente extinta en el medio silvestre); UICN (LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable); CITES (Apéndice II = comercio regulado); N/A = No aplica.

La vegetación registrada en el área de estudio fue clasificada en tres estratos principales: arbóreo, arbustivo y herbáceo, con base en su morfología, estructura y altura, este análisis permite conocer la diversidad florística, así como identificar especies relevantes por su estatus de conservación, endemismo o carácter exótico-invasor.

Estrato arbóreo

Con base en los registros de especies arbóreas en la zona, de las 26 especies reportadas, no se encontraron especies arbóreas en los puntos de muestreo.

Estrato Arbustivo

Este estrato está representado por 11 especies en la zona del Proyecto, de las cuales, 3 fueron las especies más abundantes con un total de 231 individuos registrado, siendo la especie Manzanilla (*Pseudognaphalium viscosum*) quien tuvo un mayor registro de individuos, con un total de 154 individuos registrados.

Estrato herbáceo

Este estrato está representado por 7 especies reportadas en la zona del Proyecto, de las cuales, 6 especies fueron las registradas durante los muestreos de flora, siendo la Alfombrilla de campo (*Glandularia bipinnatifida*) la especie más abundante con un total de 110 individuos registrados.

Con relación a algún estatus de conservación se reporta a las especies *Euphorbia postrata* en el Apéndice II del CITES, no se reportan especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, Mientras que *Fraxinus uhdei* se encuentra como Preocupación menor (LC) la Lista Roja de la UICN.

Índice de biodiversidad

El índice de biodiversidad es una medida cuantitativa que se utiliza para evaluar la variedad y la abundancia de especies en un ecosistema o área geográfica específica. Este índice se utiliza comúnmente en ecología y conservación para entender la riqueza y la composición de las comunidades biológicas, así como para monitorear cambios en la biodiversidad a lo largo del tiempo.

El Índice de Diversidad Biológica se utiliza para proporcionar una comprensión más completa de la biodiversidad en un área en comparación con simplemente contar el número de especies presentes. Cuanto mayor sea la diversidad biológica, se considera que un ecosistema es más resiliente y saludable, ya que diferentes especies pueden desempeñar funciones ecológicas importantes y contribuir a la estabilidad del ecosistema.

Índice de Shannon (H)

Por otro lado, el Índice de Shannon (H), desarrollado por Claude Shannon, se utiliza para cuantificar la diversidad de especies en una comunidad. Se basa en la idea de la teoría de la información y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$H = \sum (p_i * ln(p_i)) \, ^{6}$$

El resultado del cálculo es un valor que representa la diversidad en la comunidad. Cuanto mayor sea el valor de H, mayor será la diversidad. El Índice de Shannon tiene en cuenta tanto la riqueza de especies (número de especies presentes) como la equidad (uniformidad en la distribución de abundancias) en la comunidad.

Índice de Simpson (S)

El Índice de Simpson, desarrollado por Edward H. Simpson, se utiliza para cuantificar la dominancia o la concentración de abundancias en una comunidad. A diferencia del Índice de Shannon, el Índice de Simpson se enfoca en la probabilidad de seleccionar dos individuos al azar de la comunidad y que pertenezcan a la misma especie. La fórmula es:

$$S = \sum (p_i)^2 \, ^{7}$$

El cálculo del Índice de diversidad para el proyecto arrojó los siguientes valores:

Tabla 4-16 Índice de Biodiversidad de flora

Índice de biodiversidad	Estrato arbóreo	Estrato arbustivo	Estrato herbáceo
Índice de Shannon-Wiener	0	1.361	0.658
Índice de Simpson	0	0.615	0.280

[6] Donde:
- *H* es el índice de Shannon
- P_i es la proporción de individuos de la especie *i* con respecto al total de individuos en la comunidad.
- Ln(p_i) es el logaritmo natural de p_i
- La sumatoria se realiza sobre todas las especies presentes en la comunidad.

[7] Donde:
- *S* es el índice de Simpson
- P_i es la proporción de individuos de la especie *i* con respecto al total de individuos en la comunidad.

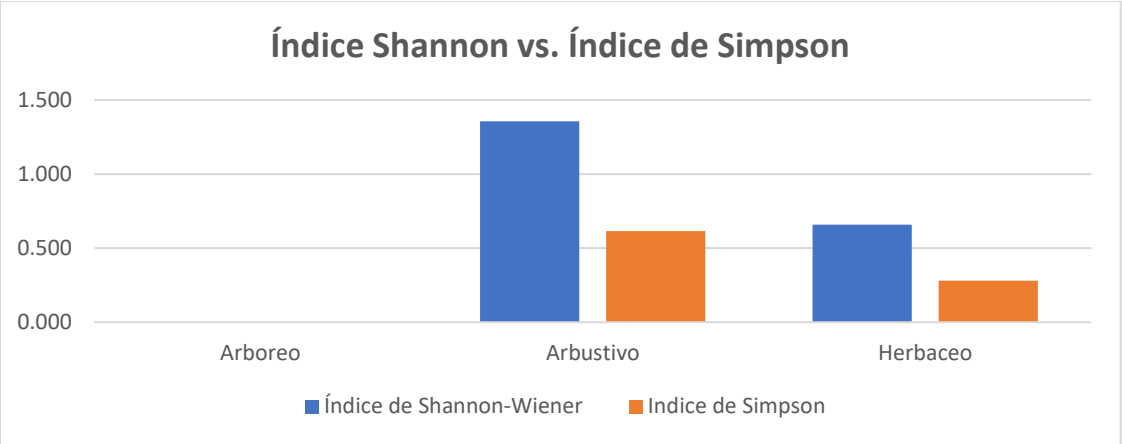


Figura 4-38 Gráfico de Índices de Biodiversidad de vegetación por estrato en el área de estudio

Especies endémicas, raras o amenazadas

Para el caso de Estatus de Origen, no se registraron especies en el estatus de Endémicas, mientras que, para el estatus de Exóticas, tampoco se tienen registros de especies exóticas.

Conclusión

Con base en los Índices de Biodiversidad, de los 3 estratos muestreados durante las actividades en campo, el estrato arbustivo es el que mayor calificación obtuvo, con un Índice de Shannon-Wiener y de Simpson de 1.356, y de 0.615 respectivamente. Posteriormente, el estrato herbáceo tiene calificaciones de 0.658 y 0.280 para los mismos Índices de Biodiversidad. Finalmente, el estrato arbóreo es el que obtuvo el más bajo Índice de Biodiversidad, teniendo una calificación de 0.00 al no tener individuos que lo representen.

Dichos resultados, muestran una Biodiversidad baja, por lo que no habrá mayores afectaciones en cuanto a Flora, sin embargo, se prevé la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual se centrará en actividades de mitigación y/o compensación ambiental, con el propósito de minorizar los impactos ambientales adversos.

En el ANEXO IV se adjunta el listado completo de fauna, así como los cálculos realizados.

4.2.2.2 Fauna

Para las actividades de muestreo de fauna, se realizaron 6 transectos de 100 m en los que se llevó a cabo recorridos, con el propósito de observar y registrar aves, reptiles, y/o mamíferos terrestres.

Tabla 4-17 Fauna presente en el área de estudio desglosado por grupos

Familia	Nombre común	Nombre científico	Endemismo	NOM-059	UICN	CITES
Aves						
Tyrannidae	Papamoscas José María	*Contopus pertinax*	Nativa		LC	
Tyrannidae	Bienteveo Común	*Pitangus sulphuratus*	Nativa		LC	
Tyrannidae	Mosquero cardenal	*Pyrocephalus rubinus*	Nativa		LC	
Tyrannidae	Tirano Cuir	*Tyrannus couchii*	Nativa		LC	
Picidae	Carpintero cheje	*Melanerpes aurifrons*	Nativa		LC	
Passeridae	Gorrión Doméstico	*Passer domesticus*	Exótica-Invasora		LC	
Columbidae	Tortolita Cola Larga	*Columbina inca*	Nativa		LC	
Columbidae	Huilota Común	*Zenaida macroura*	Nativa		LC	
Cthartidae	Zopilote común	*Coragyps atratus*	Nativa		LC	
Anfibios						
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Mamíferos						
Procyonidae	Mapache	*Procyon lotor*	Nativa		LC	
Sciuridae	Ardillón de Rocas	*Otospermophilus variegatus*	Nativa		LC	
Dasypodidae	Armadillo de nueve bandas	*Dasypus novemcinctus*				
Reptiles						
Phrynosomatidae	Lagartija espinosa de collar	*Sceloporus torquatus*	Nativa		LC	

Abreviaciones: NOM-059 (A = Amenazada, Pr = Protección especial, P = En peligro de extinción, E = Probablemente extinta en el medio silvestre); UICN (LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable); CITES (Apéndice II = comercio regulado); N/A = No aplica.

Aves

Potencialmente al menos 105 especies de aves se distribuyen en el área de estudio, de las cuales 9 especies fueron observadas durante el muestreo, Gorrión Domestico (*Passer domesticus*), Papamoscas José María (*Contopus pertinax*), Tortola cola larga (*Columbina inca),* Bienteveo (*Pitangus sulphuratus*), Petirojo (*Pyrocephalus rubinus),* Huilota Común (*Zenaida macroura),* Tirano Cuir, (*Tyrannus couchii),* y Zopilote común (*Coragyps atratus).*

Anfibios

De las 2 especies reportadas en el Área del Proyecto, no se registró ninguna especie de Anfibio.

Mamíferos

6 especies de mamíferos están potencialmente distribuidas en el área, de las cuales se registraron 3 especies de mamíferos Mapache (*Procyon lotor*), Ardillon de rocas (*Otospermophilus variegatus*), y Armadillo de nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*).

Reptiles

De 2 especies de Herpetofauna se encuentran potencialmente distribuidas en el área según la CONABIO (CONABIO, 2026, solo se registró 1 especie de reptil no reportada por CONABIO, Lagartija espinosa de collar (*Sceloporus torquatus*) con 3 avistamientos.

Índices de biodiversidad

Con el objetivo de evaluar y comparar la diversidad faunística del área de estudio, se calcularon los índices de diversidad de Simpson y Shannon-Wiener para los principales grupos registrados: anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Estos índices permiten estimar tanto la riqueza (número de especies) como la equitatividad (proporción de individuos por especie) dentro de cada grupo, proporcionando una visión más precisa sobre la estructura de la comunidad biológica y el estado de conservación del ecosistema.

El índice de Simpson se interpreta en una escala de 0 a 1, donde valores cercanos a 1 indican mayor diversidad. Por su parte, el índice de Shannon-Wiener no tiene un límite superior fijo, pero a mayor valor, mayor complejidad y diversidad en la comunidad evaluada

Tabla 4-18 Índice de Biodiversidad para fauna

Índice de biodiversidad	Anfibios	Reptiles	Mamíferos	Aves
Índice de Shannon-Wiener	0.000	0.000	0.956	1.931
Índice de Simpson	0.000	0.000	0.667	0.852

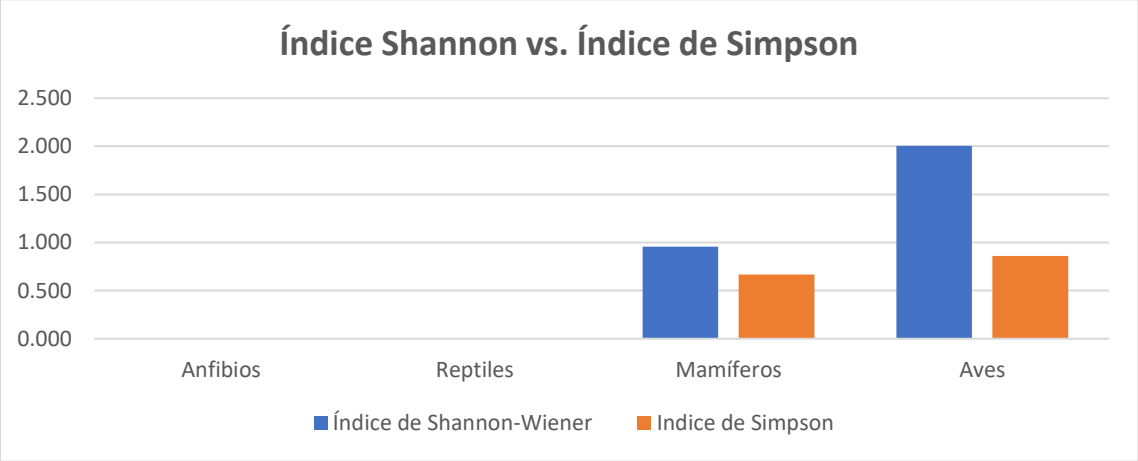


Figura 4-39 Grafico de Índices de Biodiversidad de fauna por grupo en el área de estudio

Conclusión

Con base en los Índices de Biodiversidad, de los 4 grupos de fauna muestreados durante las actividades en campo, el grupo de Aves es el que mayor calificación obtuvo, con un Índice de Shannon-Wiener y de Simpson de 1.931, 0.852 respectivamente. Posteriormente, el grupo de Mamíferos tiene calificaciones de 0.956 y 0.667 para los mismos Índices de Biodiversidad. Finalmente, los grupos de Anfibios y Reptiles fueron los que obtuvieron el más bajo Índice de Biodiversidad, teniendo una calificación de 0.00, debido a que para Anfibios no se registró ninguna especie, mientras que para Reptiles solo se registró una especie, *Sceloporus torquatus*

Los Resultados de los Índices Biodiversidad baja, por lo que no habrá mayores afectaciones en cuanto a Fauna, sin embargo, se prevé la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental, el cual se centrará en actividades de mitigación y/o compensación ambiental, con el propósito de minorizar los impactos ambientales adversos.

4.2.3 Ecosistemas

La caracterización de los ecosistemas permite identificar las condiciones ambientales presentes en el Sistema Ambiental (SA) y comprender la interacción entre sus componentes físicos y biológicos. Para ello, se consideran elementos como el clima, relieve, suelo, hidrología, vegetación y fauna, así como el grado de modificación derivado de las actividades humanas. Este análisis permite reconocer las principales características y condiciones actuales de los ecosistemas presentes, así como establecer un marco de referencia para valorar la posible interacción del proyecto con el entorno y la importancia de las medidas de prevención y mitigación.

Ecorregiones

El Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Sistema Ambiental (SA) se encuentran dentro de la ecorregión denominada Lomeríos y Planicies del Altiplano con matorral xerófilo y pastizal, caracterizada por un relieve conformado principalmente por lomeríos de pendientes suaves y

planicies, bajo condiciones climáticas predominantemente secas y semisecas. Estas características favorecen el desarrollo de comunidades vegetales adaptadas a condiciones de disponibilidad limitada de agua, principalmente matorrales xerófilos y pastizales, que constituyen elementos representativos de esta ecorregión.

Desde el punto de vista ambiental, estas comunidades vegetales contribuyen a la protección y estabilidad del suelo, regulación del escurrimiento superficial y provisión de hábitat para especies adaptadas a ambientes áridos y semiáridos. No obstante, dentro del ámbito del AP, AI y SA se presentan diferentes grados de modificación derivados principalmente de actividades agropecuarias, infraestructura y otros usos antrópicos del territorio, por lo que las condiciones actuales de los ecosistemas se encuentran influenciadas por dichas actividades.

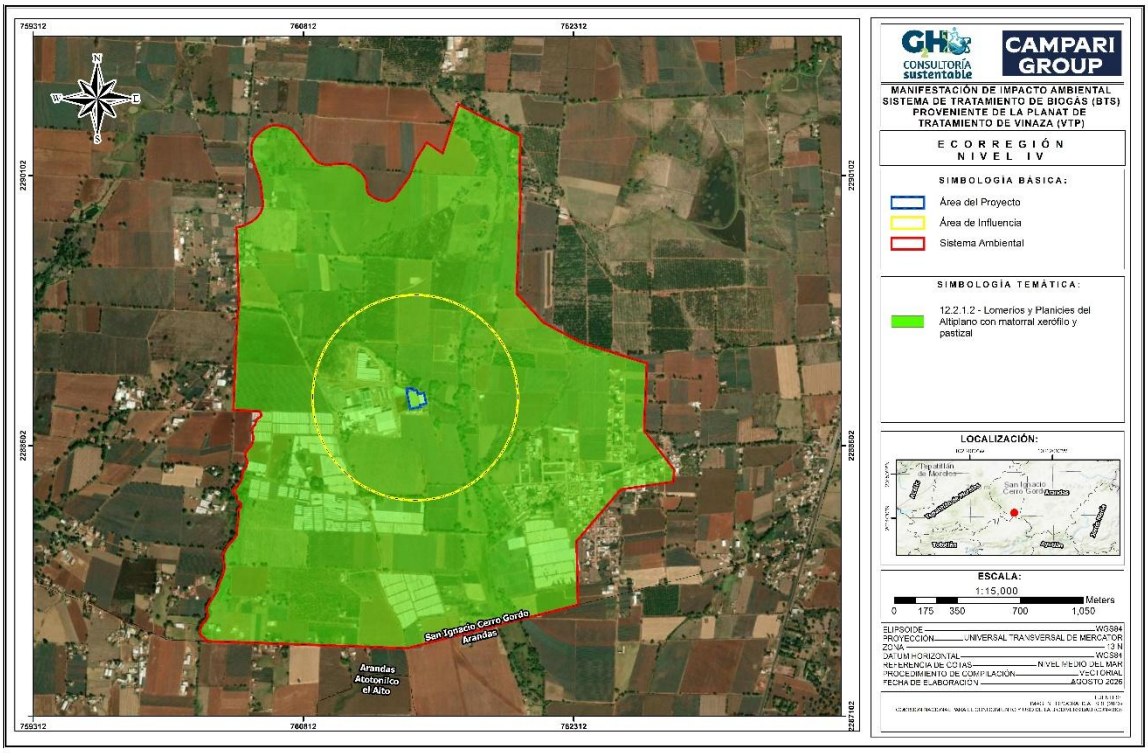


Figura 4-40 Ecorregión

4.2.4 Paisaje

La ecología del paisaje es un enfoque que nos permite analizar las acciones y el impacto que tendrá un proyecto específico en el paisaje. Para ello, es necesario establecer una línea base, que es la condición inicial del paisaje antes de la implementación del proyecto.

La percepción del paisaje es importante no solo porque es el origen de los fenómenos culturales y la interpretación del entorno, sino también porque nos ayuda a comprender y gestionar de manera más efectiva los recursos naturales. El proceso de percepción del paisaje implica la selección de información, el reconocimiento y la interpretación visual de un área específica.

Un análisis adecuado del paisaje nos permite lograr objetivos deseables, como la conservación de la integridad funcional de los ecosistemas, el mantenimiento de la funcionalidad ecológica, el control de la erosión y la continuidad en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos. Esto se basa en el hecho de que cualquier acción directa sobre el medio ambiente es dependiente del espacio en el que se lleva a cabo.

A pesar de las diferencias de percepción, existen patrones comunes que se pueden identificar y valorar en los paisajes, lo que nos ayuda a clasificarlos a través de la evaluación cualitativa y posteriormente cuantitativa de sus componentes naturales y antrópicos, así como las interrelaciones entre ellos. Este análisis nos proporciona información importante para tomar decisiones informadas sobre cómo gestionar y conservar el paisaje de manera sostenible.

Unidades del paisaje

La unidad de paisaje (UP) corresponde al nivel de menor generalización dentro del análisis físico-geográfico y se define como la combinación particular de elementos geomorfológicos, edáficos, climáticos y biológicos que, a una determinada escala, confieren una fisonomía específica y una organización morfológica diferenciable, haciendo que una porción del territorio sea distinguible de otra.

De acuerdo con el Mapa de Paisajes Físico-Geográficos de México (2012) elaborado por el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Universidad Nacional Autónoma de México, el Sistema Ambiental donde se localiza el proyecto se encuentra conformado por DOS Unidades de Paisaje, las cuales reflejan las condiciones geomorfológicas y los procesos dominantes en la región.

El Sistema Ambiental del proyecto abarca las siguientes Unidades de Paisaje (UP):

- 79: Planicies volcánicas acolinadas constituidas por rocas extrusivas intermedias en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con cultivos agrícolas, pastos inducidos y pastos cultivados sobre Regosol, Phaeozem, Luvisol y Andosol.
- 657: Planicies estructural-plegadas acolinadas constituidas por depósitos aluviales en clima semicálido húmedo a subhúmedo, con cultivos agrícolas, pastos inducidos, pastos cultivados y selva subcaducifolia sobre Phaeozem, Luvisol, Leptosol, Regosol, Cambisol y Fluvisol.

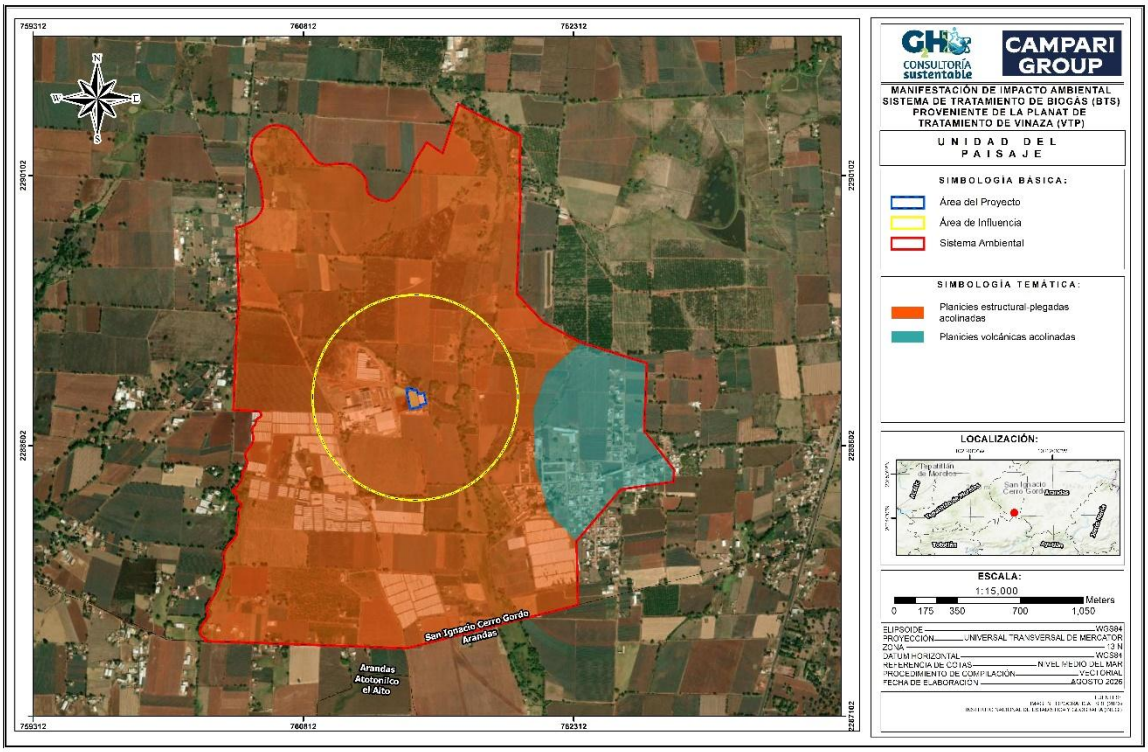


Figura 4-41Unidad del Paisaje

Visibilidad del paisaje

A continuación, se presenta una ponderación del 1 (valor bajo) al 5 (valor más alto) para cada elemento (topografía, suelo, vegetación, geología y uso de suelo) en las Unidades de Paisaje (UP) mencionadas. Esta ponderación tiene como finalidad evaluar la visibilidad del paisaje en cada UP, considerando su relevancia visual y ecológica.

Tabla 4-19 Valoración de las UP

Valoración	Elemento	Calidad visual
Planicies estructural-plegadas acolinadas	Topografía	2
	Suelo	2
	Vegetación	3
	Geología	2
	Uso de suelo	4
Planicies volcánicas acolinadas	Topografía	3
	Suelo	2
	Vegetación	3
	Geología	4

Valoración	Elemento	Calidad visual
	Uso de suelo	3

La evaluación de la visibilidad del paisaje en el área de estudio del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se realizó mediante la ponderación de elementos representativos del medio físico y de las características del paisaje, considerando la topografía, suelo, vegetación, geología y uso del suelo. Los valores asignados para cada elemento permitieron identificar las diferencias en la relevancia visual de las unidades de paisaje presentes en el Sistema Ambiental. La distribución de la calidad visual se representa en una escala que va de muy baja a muy alta, conforme a la Tabla 4-19, donde los valores asignados reflejan la singularidad y variedad de los rasgos paisajísticos.

Características intrínsecas

Las características intrínsecas del paisaje se refieren a los atributos propios del entorno físico, tales como la forma, tamaño, textura y color de los elementos que lo conforman. El Sistema Ambiental del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** presenta un relieve predominantemente suave, asociado a las unidades de paisaje Planicies estructural-plegadas acolinadas y Planicies volcánicas acolinadas, con pendientes generalmente bajas. Estas condiciones favorecen una configuración visual relativamente homogénea, con variaciones suaves en la morfología del terreno y una baja complejidad del relieve.

Desde el punto de vista edáfico, en la mayor parte del Sistema Ambiental predominan los suelos de tipo Vertisol, mientras que en una menor proporción se identifica Phaeozem. Esta distribución genera variaciones en las características superficiales del terreno, aunque en términos generales se mantiene una apariencia relativamente uniforme, asociada principalmente al aprovechamiento agrícola del suelo.

La cobertura del territorio se encuentra condicionada por la transformación previa derivada de actividades humanas, predominando superficies destinadas a Agricultura de Temporal Anual y Semipermanente, las cuales constituyen uno de los principales elementos visuales del paisaje. La vegetación presente se encuentra asociada tanto a las áreas agrícolas como a espacios con distintos grados de perturbación, por lo que su composición y distribución responden en buena medida a las condiciones de manejo y uso del suelo existentes.

En cuanto a las condiciones del suelo, se identifica un proceso de degradación química, asociado principalmente con la declinación de la fertilidad y la reducción del contenido de materia orgánica. Esta condición es preexistente al proyecto y se relaciona con el aprovechamiento previo del territorio. En este sentido, las características actuales del paisaje reflejan principalmente las condiciones naturales del medio físico y las modificaciones derivadas de las actividades humanas existentes, sin que el desarrollo del proyecto represente una transformación sustancial de los rasgos intrínsecos del paisaje a escala del Sistema Ambiental.

Calidad visual del entorno inmediato

Este elemento se refiere a la calidad visual de los componentes que conforman y rodean la unidad de paisaje, considerando aspectos como el relieve, vegetación, suelo, geología, uso del suelo y elementos asociados a las actividades humanas. En el contexto del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** la calidad visual del Sistema Ambiental está determinada principalmente por el predominio de superficies agrícolas, el relieve suave y la presencia de vegetación asociada a las áreas de cultivo, complementados por elementos antrópicos como caminos, infraestructura dispersa y algunas localidades.

La combinación de estos elementos genera una variación visual baja a media, debido al predominio de formas, texturas y colores relativamente homogéneos; no obstante, las diferencias entre las superficies agrícolas, la vegetación, las características del suelo y las unidades de paisaje, así como la presencia puntual de asentamientos y otros elementos humanos, aportan cierto contraste visual. En este sentido, la calidad visual del entorno se considera baja a media, sin identificarse elementos naturales o paisajísticos de singularidad sobresaliente que incrementen significativamente su valor escénico. Las condiciones actuales del paisaje son resultado principalmente de la transformación previa del territorio, por lo que la incorporación del proyecto no representa una modificación sustancial de la calidad visual existente a escala del Sistema Ambiental.

Calidad del fondo escénico

El fondo escénico del Sistema Ambiental está determinado principalmente por el relieve suave, la geología, la vegetación y los usos del suelo. La predominancia de las Planicies estructural-plegadas acolinadas, con presencia en menor proporción de Planicies volcánicas acolinadas, genera un paisaje relativamente abierto y homogéneo, con variaciones topográficas poco pronunciadas. Las superficies agrícolas, la vegetación y algunos elementos antrópicos puntuales aportan variaciones de color y textura.

Tabla 4-20 Calidad visual del SA

Valores	Calidad visual
Muy bajo	Áreas de calidad muy baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura (0 a 6 puntos)
Bajo	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color línea y textura (6 a 16 puntos)
Medio	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiad y no son excepcionales (17 a 27 puntos)
Alto	Áreas de calidad alta, con rasgos singulares y sobresalientes (28 a 38 puntos)
Muy alto	Áreas de calidad muy alta, con rasgos singulares y sobresalientes (30 a 40 puntos)

Fuente. Elaboración propia con base en la evaluación de atributos escénicos del paisaje, considerando la variedad de forma, color, línea, textura, contraste y presencia de elementos distintivos.

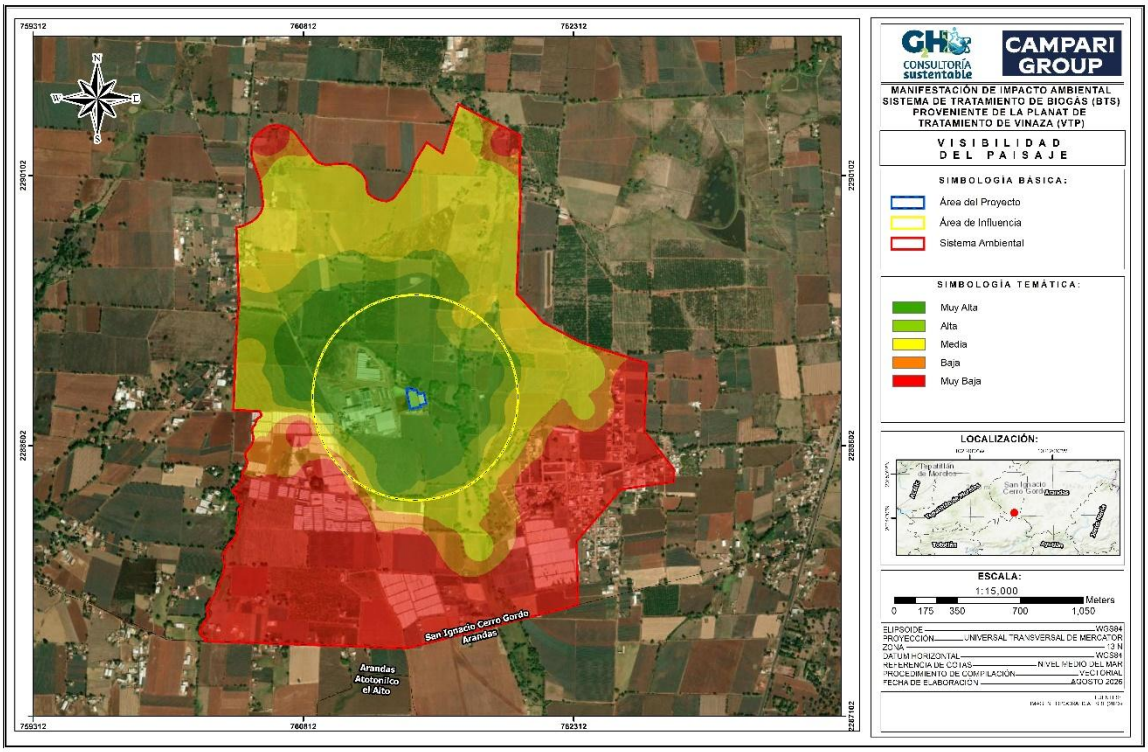


Figura 4-42 Visibilidad del paisaje

4.2.5 Aspectos sociales

4.2.5.1 Demografía

Jalisco

El estado de Jalisco se localiza en la región centro-occidental de México, colinda con los estados de Nayarit, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Michoacán y Colima, además de limitar al oeste con el océano Pacífico. De acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI cuenta con una población total de 8,348,151 personas de las cuales el 49.1% de ellos son hombres y el 50.9% mujeres. Los municipios con mayor población son Zapopan (1,476,491 habitantes), Guadalajara (1,385,629 habitantes) y Tlajomulco de Zúñiga (727,750 habitantes). La brecha de edades por sexo y el porcentaje que ocupa cada uno se muestra a continuación:

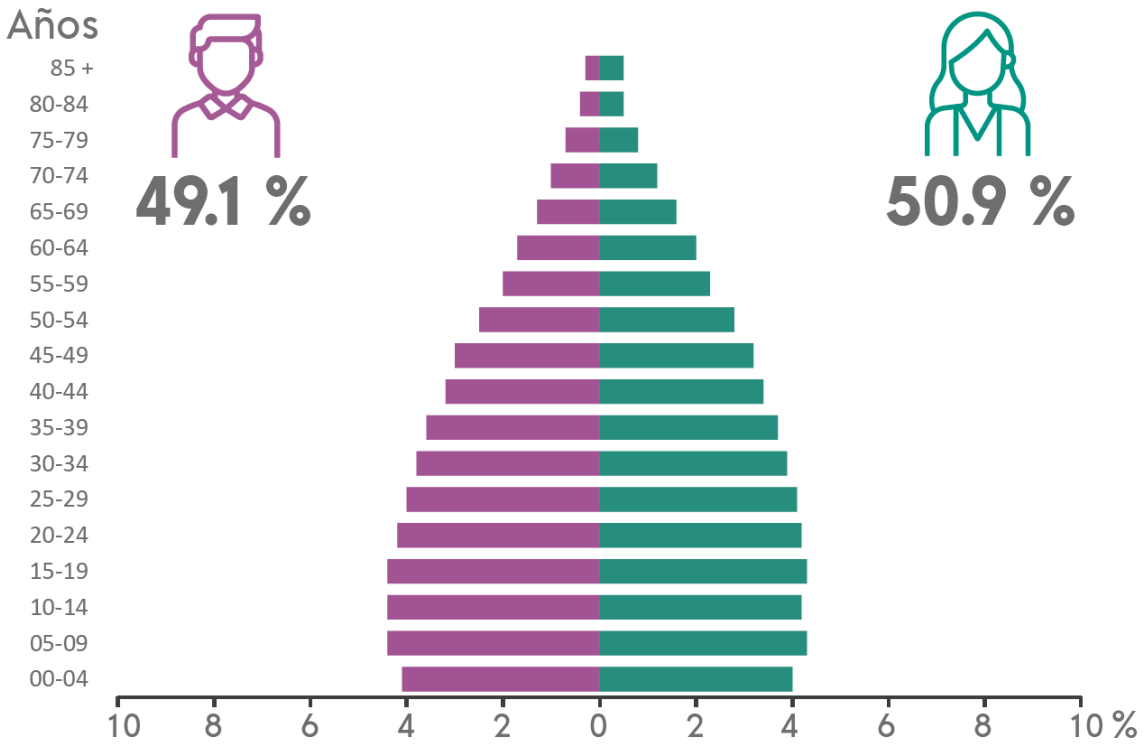


Figura 4-43 Pirámide poblacional del estado de Jalisco

De acuerdo con la información correspondiente a 2020, las características educativas de la población de Jalisco muestran que el 50.3 % cuenta con educación básica, mientras que el 23.7 % alcanza el nivel medio superior y el 22.3 % el nivel superior. Por su parte, el 3.4 % de la población se encuentra sin escolaridad. En cuanto a la alfabetización, se registra una tasa de 99.0 % para la población de 15 a 24 años y de 96.3 % para la población de 25 años y más, lo que refleja una cobertura de alfabetización elevada en el estado.

En cuanto a las características económicas del estado, la Población Económicamente Activa (PEA) representa el 64.1 % de la población, de la cual el 58.4 % corresponde a hombres y el 41.6 % a mujeres. Por su parte, la Población No Económicamente Activa (PNEA) representa el 35.4 %, dentro de la cual predominan las personas dedicadas a los quehaceres del hogar (42.9 %), seguidas por los estudiantes (33.6 %), las personas pensionadas o jubiladas (10.2 %) y aquellas que realizan otras actividades no económicas (9.7 %). Asimismo, el 3.6 % corresponde a personas con alguna limitación física o mental que les impide trabajar, mientras que el 0.5 % de la población presenta una condición de actividad no especificada.

Por otro lado, los indicadores de vivienda muestran que la población de Jalisco presenta una alta cobertura de servicios básicos y equipamiento. Del total de viviendas, el 94.6 % dispone de agua entubada, el 98.6 % cuenta con drenaje, el 98.7 % con servicio sanitario y el 99.0 % con energía eléctrica. En cuanto al equipamiento para el almacenamiento de agua, el 77.2 % de las viviendas dispone de tinaco y el 38.8 % de cisterna. Asimismo, se registra una disponibilidad moderada de bienes y tecnologías de la información y comunicación. Estos indicadores permiten identificar las

condiciones generales de infraestructura y servicios de la vivienda en el estado, como se muestra en la siguiente figura:

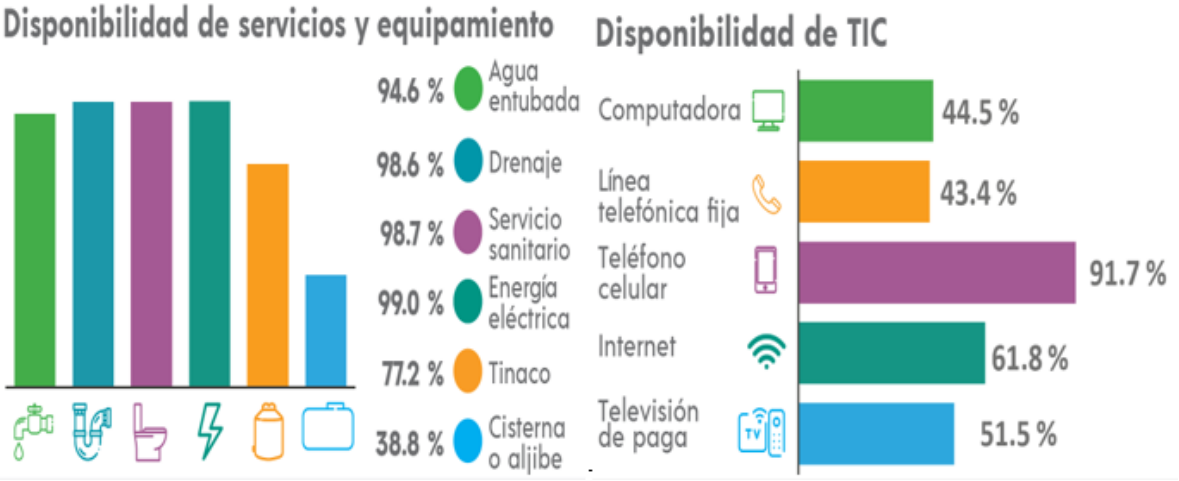


Figura 4-44 Disponibilidad de servicios en el estado de Jalisco

Finalmente, de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el 0.85 % de la población de 3 años y más en Jalisco habla alguna lengua indígena, de la cual el 9.97 % no habla español. Entre las lenguas indígenas con mayor presencia destacan el Huichol, con 37.3 %, y el Náhuatl, con 28.2 %. Por otra parte, el 1.67 % de la población se considera afromexicana, negra o afrodescendiente.

San Ignacio Cerro Gordo

El municipio de San Ignacio Cerro Gordo se localiza en la región centro-occidental del estado de Jalisco, a una altitud aproximada de 2,072 m s. n. m. Limita al norte con el municipio de Arandas, al este con San Miguel el Alto, al sur con Tepatitlán de Morelos y al oeste con Atotonilco el Alto.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el municipio registró una población total de 18,341 habitantes, de los cuales el 48.6 % correspondió a población masculina y el 51.4 % a población femenina.

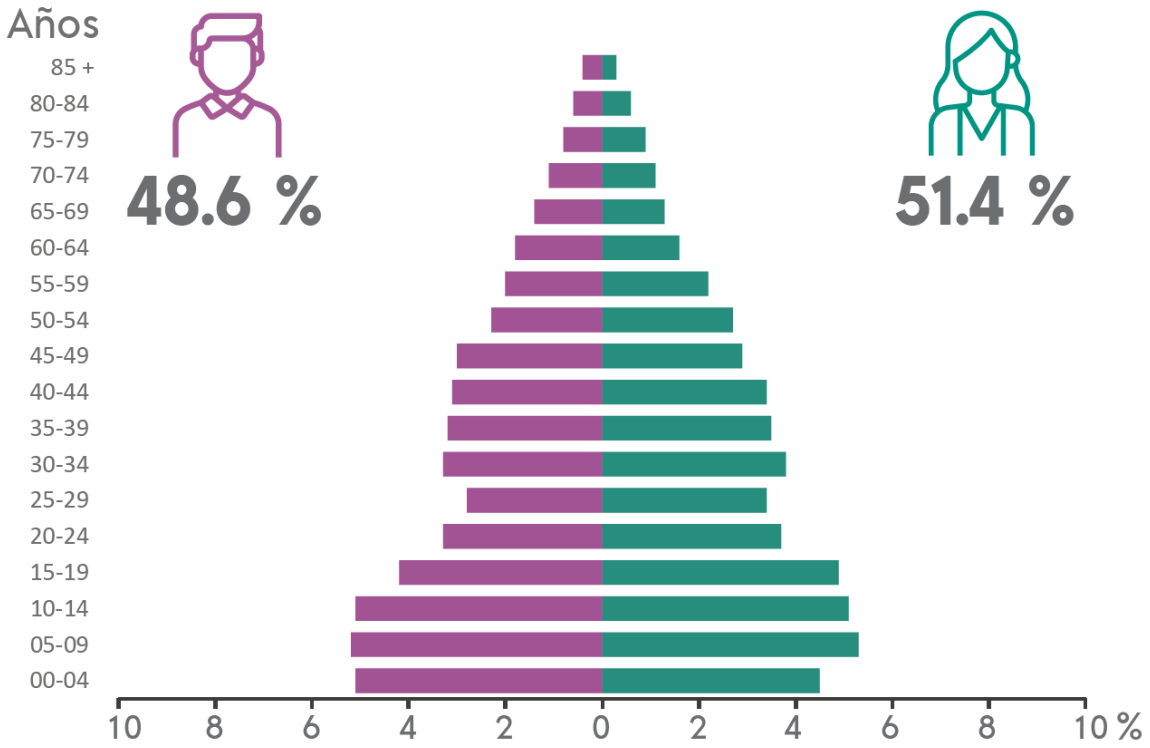


Figura 4-45 Pirámide poblacional de San Ignacio Cerro Gordo

La distribución territorial del municipio comprende 77 localidades en una superficie aproximada de 227.8 km², equivalente al 0.3 % del territorio estatal, con una densidad de población de 80.5 habitantes por km². La población se concentra principalmente en tres localidades: San Ignacio Cerro Gordo, con 10,521 habitantes; Los Dolores, con 903 habitantes; y La Trinidad, con 689 habitantes, de acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI.

En cuanto a las características educativas, la población de San Ignacio Cerro Gordo presenta una mayor concentración en el nivel de educación básica, que representa el 74.5 % de la población. Por su parte, el 13.0 % alcanza el nivel de educación media superior, mientras que el 5.1 % cuenta con estudios de nivel superior. Asimismo, el 7.3 % de la población se encuentra sin escolaridad. Respecto a la alfabetización, se registra una tasa de 99.1 % para la población de 15 a 24 años y de 91.8 % para la población de 25 años y más.

Finalmente, de acuerdo con los indicadores de etnicidad del Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, el 0.27 % de la población de 3 años y más del municipio habla alguna lengua indígena, sin registrarse población que no hable español (0.00 %). Entre las lenguas indígenas con mayor presencia destacan el Tseltal, con 82.2 %, y el Chol, con 8.9 %. Por otra parte, el 0.41 % de la población se considera afromexicana, negra o afrodescendiente.

En relación con la presencia de pueblos y comunidades indígenas, de acuerdo con la información consultada en el Atlas de los Pueblos Indígenas de México, elaborado por el Instituto Nacional de los

Pueblos Indígenas (INPI), en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo no se identifica la presencia de pueblos indígenas. Lo anterior se presenta en la siguiente figura

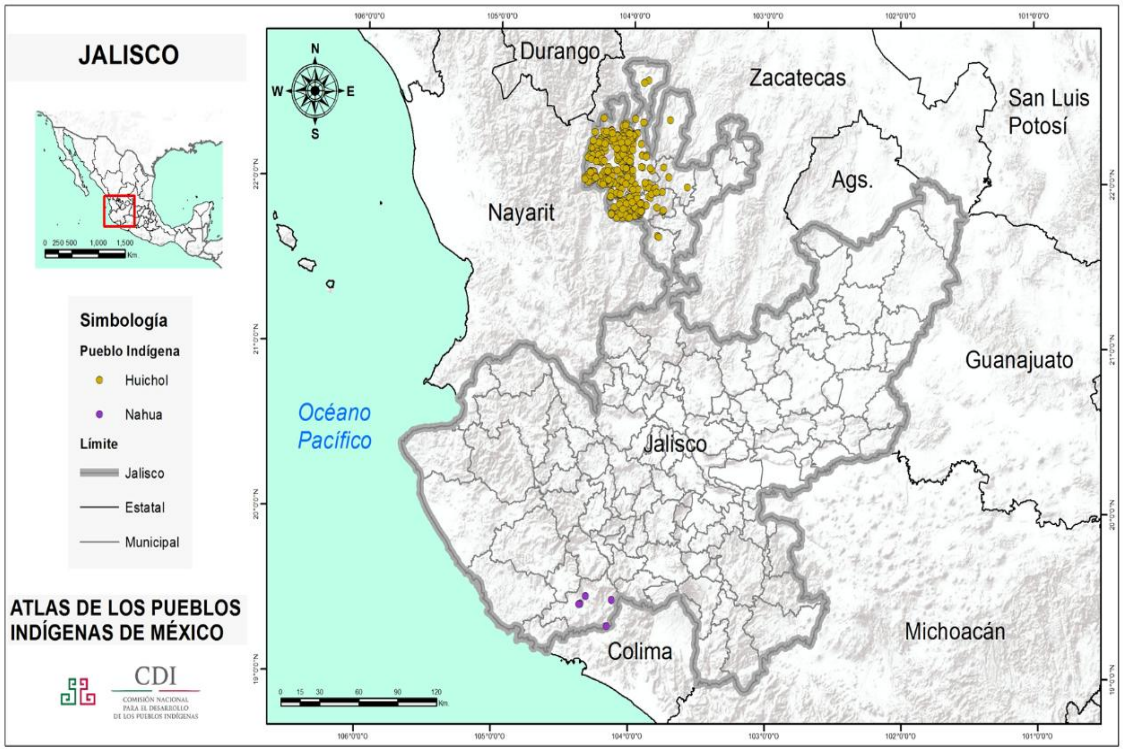


Figura 4-46 Pueblos indígenas en el estado de Jalisco

4.2.5.2 Indicadores sociodemográficos

Servicios públicos

Para el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, de acuerdo con los datos de disponibilidad de servicios del Censo de Población y Vivienda 2020, se identifica una alta cobertura de servicios básicos. Del total de viviendas, el 95.3 % dispone de agua entubada, el 98.6 % cuenta con drenaje, el 99.1 % con servicio sanitario y el 99.5 % con energía eléctrica. En cuanto al equipamiento para el almacenamiento de agua, el 92.7 % de las viviendas dispone de tinaco, mientras que el 29.1 % cuenta con cisterna.

Migración

En cuanto a la migración, las principales causas por las que la población cambia de lugar de residencia corresponden a motivos familiares, con 62.1 %, seguidos de razones laborales, con 31.9 %. En menor proporción, se identifican otras causas (3.2 %), motivos relacionados con los estudios (2.1 %) y la inseguridad (0.7 %). En conjunto, los datos muestran que la migración en el municipio se encuentra asociada principalmente con factores familiares y laborales.

Grado de rezago social

El análisis del grado de rezago social (GRS) indica que dentro del Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Sistema Ambiental (SA) no se identifican localidades con algún grado de rezago social. La localidad más cercana que presenta esta condición es San José de Gracia, perteneciente al municipio de Tepatitlán de Morelos, la cual presenta un grado de rezago social medio y se localiza aproximadamente a 6.72 km al oeste del AP, fuera de los límites establecidos para las áreas de estudio.

En este sentido, la ausencia de localidades con rezago social dentro del AP, AI y SA indica que el entorno inmediato del proyecto no presenta condiciones asociadas a rezago social. Asimismo, considerando la distancia respecto de San José de Gracia y su ubicación fuera de las áreas de estudio, no se prevé una interacción directa del proyecto con dicha condición de rezago social.

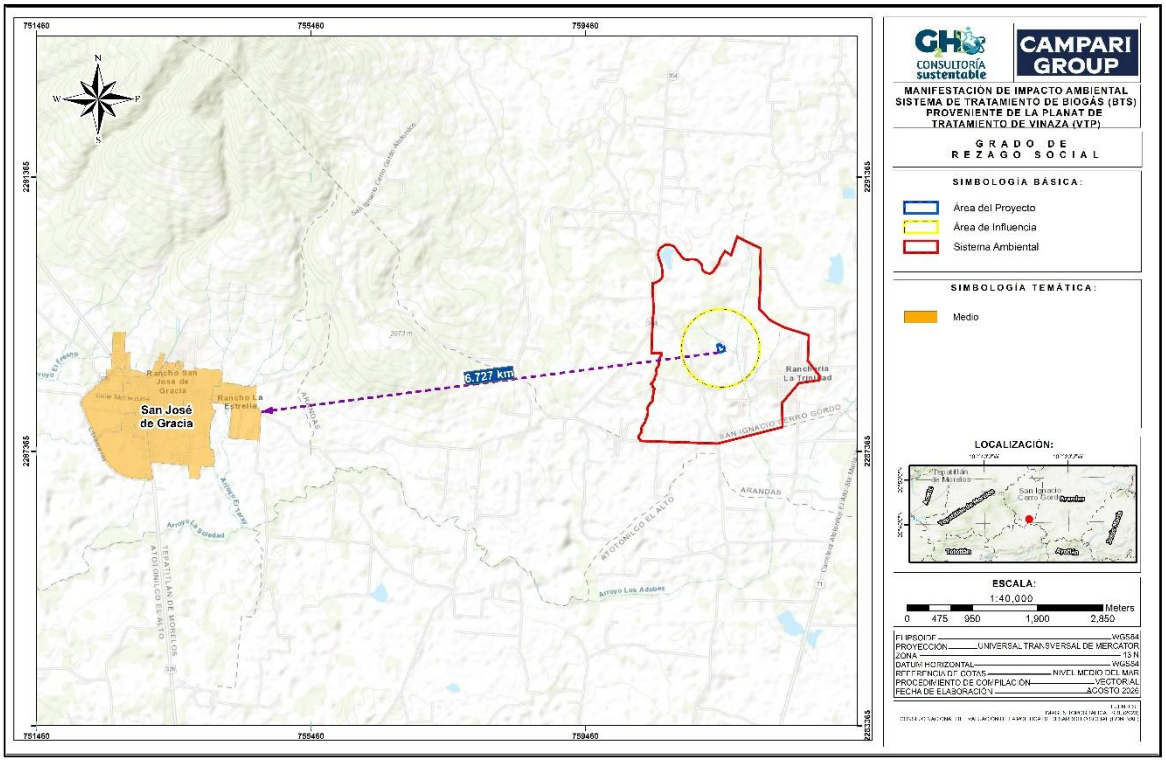


Figura 4-47 Grado de Rezago Social

4.2.5.3 Factores socioculturales

La información presentada se ha obtenido de fuentes oficiales y especializadas, como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Esto garantiza la validez, confiabilidad y pertinencia de los datos utilizados en este análisis.

El objetivo de este apartado es proporcionar una visión integral de las características culturales, tradiciones, creencias y prácticas sociales de la región, con el fin de identificar áreas de oportunidad y posibles riesgos asociados a la implementación del proyecto.

Artesanías

Con base en la revisión de información documental y fuentes oficiales disponibles, no se identifica una actividad artesanal formalmente documentada o de relevancia económica significativa en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo. No obstante, se reconoce la presencia de manifestaciones artesanales locales, entre ellas el frivolité y los textiles, cuya documentación, promoción y preservación se encuentra vinculada con acciones de la Secretaría de Cultura del Gobierno de Jalisco y del Ayuntamiento de San Ignacio Cerro Gordo, a través de sus instrumentos de planeación e inventarios locales.

Gastronomía

La gastronomía de San Ignacio Cerro Gordo forma parte de la identidad cultural de la región de Los Altos de Jalisco y se caracteriza por una variedad de platillos y productos tradicionales. Entre los principales destacan las gorditas, la birria, el mole de rancho y el pico de gallo con xoconostle, además de bebidas tradicionales como el tequila y los pajaretes. Asimismo, se elaboran diversos dulces y productos típicos, entre los que se encuentran los de leche, cajeta, capirotada y churros, que en conjunto reflejan las tradiciones culinarias y la identidad alteña del municipio.

Creencias y tradiciones

Las creencias y tradiciones de San Ignacio Cerro Gordo se encuentran estrechamente vinculadas con las prácticas religiosas y la convivencia comunitaria. Entre las principales celebraciones destacan las Fiestas de Enero, consideradas las de mayor relevancia para la población, que incluyen actividades religiosas, peregrinaciones, desfiles, feria y venta de alimentos tradicionales. Asimismo, se realizan festividades en honor a San Ignacio de Loyola, San José Obrero, la Santa Cruz, San Pedro, San Francisco y la Virgen de los Dolores, además de otras celebraciones de carácter religioso a lo largo del año.

Entre las principales costumbres y expresiones culturales del municipio destacan la celebración de las fiestas patrias, los desfiles cívicos, actividades deportivas y culturales, así como juegos tradicionales y el tradicional Paseo al Cerro. De igual manera, la población conserva prácticas relacionadas con la religiosidad, la familia, el folclor y la charrería, elementos que forman parte de la identidad cultural de San Ignacio Cerro Gordo y de la región de Los Altos de Jalisco.

Zonas arqueológicas y monumentos históricos

Con base en la revisión de información disponible en fuentes oficiales, particularmente del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), no se identificaron zonas arqueológicas registradas dentro del municipio de San Ignacio Cerro Gordo. Asimismo, en el Sistema de Información Cultural (SIC) de la Secretaría de Cultura se encuentra registrada la Casa de la Cultura de San Ignacio Cerro Gordo, como espacio destinado al desarrollo y promoción de actividades culturales.

Por otra parte, de acuerdo con la información publicada por el Ayuntamiento de San Ignacio Cerro Gordo, entre los principales elementos de carácter histórico y religioso del municipio se reconocen los templos de San Ignacio de Loyola, del Señor San José y de la Virgen de los Dolores, así como la Plaza Principal, el Asilo y el Santuario del Señor de los Imposibles, entre otros inmuebles y espacios

de valor cultural local. En este contexto, estos elementos forman parte del patrimonio histórico, arquitectónico y cultural del municipio y son considerados como referentes de su identidad local.

Uso de los recursos naturales

En el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, el aprovechamiento de los recursos naturales se encuentra asociado principalmente con las actividades agropecuarias e industriales. Entre las actividades agrícolas destacan el cultivo de maíz y agave, así como, en menor proporción, frijol, linaza, trigo y sorgo, mientras que la actividad ganadera se orienta principalmente a la cría de ganado bovino para la producción de carne y leche. Asimismo, el municipio cuenta con actividades industriales relacionadas con el procesamiento del agave para la elaboración de tequila, la producción avícola y porcícola y la fabricación de materiales de arcilla, esta última vinculada con el aprovechamiento de materias primas de origen mineral. Estas actividades representan las principales formas de usar los recursos naturales dentro del municipio.

En cuanto al proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, no contempla una demanda significativa de agua ni el aprovechamiento de algún otro recurso natural como parte de sus actividades, por lo que no se prevé una interacción relevante con los recursos naturales aprovechados actualmente en el municipio.

Conclusiones

Factores socioeconómicos

En el ámbito de los factores socioeconómicos, el proyecto puede generar impactos positivos asociados al fortalecimiento de la actividad industrial y económica de la zona, particularmente en un entorno que presenta un desarrollo industrial y social relativamente reducido. Asimismo, se prevé una contribución a la generación de empleos y a la dinámica económica local, principalmente mediante la demanda de bienes y servicios. Por otra parte, los impactos socioeconómicos negativos potenciales se consideran puntuales, debido a que el proyecto no contempla el desplazamiento de población ni modificaciones sustanciales en la estructura de los asentamientos existentes. En términos generales, se considera que la interacción del proyecto con el entorno socioeconómico será compatible con las condiciones actuales de la zona.

Factores sociodemográficos

Respecto a los factores sociodemográficos, la presencia del proyecto no implica cambios relevantes en la distribución, composición o crecimiento de la población en el área de estudio. Dado que se localiza en una zona sin proyectos o poblaciones cercanas no se tiene considerados impactos tales como migración o desplazamiento de la población. En términos generales, su incidencia sobre este componente es baja.

Factores socioculturales

En términos generales, los factores socioculturales del área de estudio no presentan condiciones que pudieran verse modificadas de manera significativa por el desarrollo del proyecto. No se identifican pueblos indígenas, zonas arqueológicas ni elementos de valor histórico o cultural dentro del AP, AI y SA que pudieran resultar afectados directamente. Por lo anterior, se considera que la interacción del

proyecto con este componente será de carácter puntual y sin afectaciones significativas sobre las condiciones socioculturales existentes.

Nivel de aceptación del proyecto

El proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** se inserta en un contexto social caracterizado por una percepción social predominantemente favorable hacia este tipo de proyectos que impulsan la creación de empleo. En la región de influencia, la población reconoce de manera general los beneficios asociados a los proyectos del sector energético, particularmente en términos de generación de empleo y fortalecimiento de la actividad económica local

El contexto social del área de estudio no presenta condiciones de vulnerabilidad significativa ni problemáticas sociales atribuibles directamente al proyecto. No obstante, se identifica la importancia de fortalecer los mecanismos de comunicación, información y vinculación social por parte del promovente, así como de mantener canales accesibles de atención y seguimiento que favorezcan una relación transparente y continua con la población local.

4.3 Cambio Climático

El cambio climático constituye un fenómeno global con implicaciones relevantes para la planeación, construcción y operación de proyectos como el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP), particularmente en regiones donde se prevé una mayor variabilidad en los patrones de temperatura y precipitación. En este sentido, el proyecto se localiza en el municipio de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco, dentro de una zona con condiciones climáticas que podrían experimentar modificaciones derivadas de los efectos del cambio climático, tales como cambios en los regímenes de lluvia, incremento en la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos y variaciones en la temperatura media.

En este contexto, el presente apartado identifica los factores ambientales que podrían ser modificados por la ejecución y operación del proyecto y que, a su vez, podrían contribuir a la emisión de gases y compuestos asociados al cambio climático, así como aquellos factores ambientales que podrían verse afectados por los efectos de este fenómeno y que potencialmente podrían incidir en el desempeño y operación del proyecto ante la ocurrencia de eventos extraordinarios o de fuerza mayor.

Asimismo, se considera la posible evolución de estos factores ambientales a lo largo de la vida útil del proyecto, estimando su comportamiento en intervalos de cinco años, con el propósito de evaluar su interacción con las condiciones climáticas regionales, identificar posibles escenarios de vulnerabilidad y fortalecer la implementación de medidas de prevención, adaptación y manejo ambiental que favorezcan la resiliencia del proyecto frente a los efectos del cambio climático.

Afectaciones del proyecto que contribuyen al cambio climático

El proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** en sus diferentes etapas, puede generar impactos ambientales asociados al cambio climático. Entre las principales contribuciones potenciales se identifican las siguientes:

1. **Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI):** Durante la operación del proyecto pueden presentarse emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), asociadas al tratamiento y manejo del biogás, particularmente ante posibles fugas en los equipos, conexiones o líneas del sistema, así como durante actividades de mantenimiento y bajo condiciones no rutinarias de operación. En condiciones normales de funcionamiento, el sistema estará sujeto a medidas de supervisión, mantenimiento y control operativo orientadas a prevenir y minimizar la liberación de estos gases al ambiente.
2. **Modificación del balance térmico local:** La incorporación de superficies artificiales, como estructuras metálicas, concreto y áreas compactadas, puede generar cambios en el balance de radiación y en la temperatura superficial, favoreciendo efectos locales de acumulación de calor y alteraciones menores del microclima en el área inmediata del proyecto.

Factores ambientales modificados por el cambio climático que afectan al proyecto

Incremento de la temperatura: El cambio climático ha generado un aumento progresivo de la temperatura, lo que puede intensificar procesos como la evaporación en la región; sin embargo, estas variaciones no afectan el desempeño operativo de distribución del proyecto.

Cambio en los patrones de precipitación: El cambio climático puede modificar los patrones de precipitación en la región donde se localiza el proyecto, generando una mayor variabilidad en la distribución e intensidad de las lluvias, con posibles periodos de precipitación concentrada en lapsos cortos alternados con periodos prolongados de estiaje. Estas condiciones podrían influir en la escorrentía superficial y en el comportamiento del drenaje pluvial del sitio, particularmente durante eventos de precipitación intensa.

Mayor frecuencia de sequías: El municipio de San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco, presenta condiciones de sequía con un grado de sequía muy alto, situación que puede adquirir mayor relevancia ante los efectos del cambio climático. Estas condiciones pueden intensificarse, generando periodos de estiaje más prolongados y una mayor variabilidad en la disponibilidad de agua. Para el proyecto, esta condición puede representar un factor a considerar en la gestión y disponibilidad del recurso hídrico, particularmente durante periodos prolongados de sequía.

Incremento en el riesgo de inundaciones: El área donde se localiza el proyecto presenta un peligro alto por inundaciones, aunque el índice de vulnerabilidad por inundación es bajo. Ante los efectos del cambio climático, el aumento en la intensidad de los eventos de precipitación extrema podría favorecer la ocurrencia de inundaciones pluviales y escurrimientos repentinos de manera puntual, particularmente durante tormentas intensas y en zonas bajas o con capacidad de drenaje limitada. Estas condiciones podrían presentarse cuando la capacidad de infiltración y conducción superficial del terreno sea superada por el volumen de precipitación, por lo que representan un factor a considerar en la operación y manejo de las instalaciones del proyecto.

Estimación de los cambios ambientales en intervalos de 5 años y sus afectaciones

Con base en los escenarios de cambio climático del IPCC para regiones semiáridas del norte de México, se prevén modificaciones graduales en las condiciones climáticas que pueden influir tanto en el entorno ambiental como en el contexto operativo del proyecto **Sistema de Tratamiento de**

Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP). A continuación, se describen los cambios esperados en intervalos de cinco años y su posible interacción con el proyecto.

Periodo 0–5 años: Durante los primeros cinco años se espera un incremento leve de la temperatura media, así como una mayor frecuencia de días con temperaturas máximas elevadas durante el verano. Asimismo, los patrones de precipitación podrían presentar mayor irregularidad, con lluvias intensas de corta duración intercaladas con periodos secos. Estas condiciones podrían generar mayores exigencias en la gestión operativa durante eventos de calor extremo, así como la necesidad de una atención constante a los sistemas de drenaje pluvial de las estaciones durante lluvias intensas, sin comprometer la seguridad ni la continuidad del proyecto.

Periodo 5–10 años: En este intervalo se prevé una intensificación progresiva de las olas de calor y una mayor recurrencia de periodos de estiaje. La variabilidad en la precipitación podría acentuarse, alternando sequías más prolongadas con tormentas intensas. Estas condiciones podrían traducirse en una mayor exposición del proyecto a escenarios climáticos extremos, particularmente en términos de manejo térmico del entorno, control de escurrimientos superficiales y planeación operativa ante eventos meteorológicos atípicos.

Periodo 10–15 años: Para este periodo, los escenarios climáticos proyectan una mayor presencia y variabilidad de eventos hidrometeorológicos extremos, asociados tanto con incrementos de temperatura como con modificaciones en la intensidad y distribución de las precipitaciones. Asimismo, podrían presentarse periodos de sequía más recurrentes y prolongados, alternados con eventos de precipitación intensa y concentrada en lapsos cortos.

Ante estas condiciones, el proyecto podría enfrentar una mayor variabilidad en los factores climáticos que inciden sobre su entorno, por lo que será necesario mantener una adecuada planeación de las actividades, fortalecer los protocolos de prevención y atención ante contingencias climáticas y realizar de manera continua el mantenimiento preventivo de la infraestructura. Estas acciones permitirán reducir la exposición de las instalaciones y favorecer su operación segura durante los periodos climáticamente más críticos.

Periodo 15–20 años: En un horizonte de 20 años, se prevé la consolidación de condiciones climáticas caracterizadas por un incremento sostenido de las temperaturas, una mayor variabilidad en los patrones de precipitación y una posible intensificación en la frecuencia o magnitud de eventos hidrometeorológicos extremos.

Bajo este escenario, el proyecto podría estar sujeto a una mayor exposición ante fenómenos como precipitaciones intensas, periodos prolongados de calor y sequía, por lo que será importante mantener y fortalecer de manera continua las medidas de prevención, gestión ambiental y adaptación climática. Lo anterior permitirá reducir la vulnerabilidad de la infraestructura y favorecer condiciones adecuadas para la operación segura y estable del proyecto durante su vida útil.

Acciones de atenuación y adaptación

Con el objetivo de reducir las afectaciones del cambio climático en el proyecto y garantizar su operatividad a largo plazo, se proponen diversas estrategias de atenuación y adaptación:

- **Monitoreo de emisiones de GEI:** El monitoreo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) se vincula directamente con las obligaciones establecidas en los instrumentos regulatorios aplicables, como la Licencia Ambiental Única (LAU) y la Cédula de Operación Anual (COA), los cuales establecen la necesidad de cuantificar, registrar y reportar las emisiones generadas durante la operación del proyecto, a fin de asegurar su adecuado control y seguimiento conforme a la normatividad ambiental vigente.

4.4 Capacidad de carga del SA

La capacidad de carga del Sistema Ambiental del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** ha sido evaluada considerando la interacción entre él proyecto y las condiciones actuales del entorno. Se tomó como base la caracterización retrospectiva del sistema antes del inicio del proyecto, así como los cambios observados desde su operación.

El análisis se ha basado en la aplicación de un enfoque sistémico apoyado en indicadores ambientales clave (agua, suelo, vegetación y clima), junto con la revisión de fuentes oficiales como el Atlas Nacional de Riesgos y la carta topográfica. La metodología aplicada considera el modelo de balance de presiones y respuestas (PSR), que evalúa las presiones del proyecto sobre los recursos, el estado actual de los componentes ambientales, y las respuestas de gestión implementadas.

Agua

El proyecto contempla una demanda de agua asociada a las necesidades propias del mismo. El abastecimiento del recurso se realizará mediante fuentes autorizadas, sin contemplar el aprovechamiento directo de aguas subterráneas dentro del área del proyecto. Por lo anterior, la demanda de agua del proyecto no implica un aprovechamiento directo de los recursos hídricos disponibles en el Sistema Ambiental, por lo que no se prevé una afectación significativa a su disponibilidad ni a la capacidad de carga hídrica del sistema.

Suelo

La zona presenta un nivel fuerte de degradación química del suelo, asociado principalmente con la declinación de la fertilidad y la reducción del contenido de materia orgánica, condición preexistente al desarrollo del proyecto y relacionada con las características y usos previos del terreno. Dado que el sitio ya presentaba condiciones de degradación antes de la ejecución del proyecto, las etapas de preparación del sitio y construcción, actualmente concluidas, no representaron una modificación sustancial de dichas condiciones. En este sentido, las actividades desarrolladas no han constituido una fuente adicional de degradación química del suelo y, considerando las características del proyecto y las medidas de manejo ambiental previstas, no se prevén impactos significativos sobre este componente dentro del Sistema Ambiental.

Vegetación y cobertura

Como resultado del desarrollo del proyecto, se prevé una afectación puntual sobre la cobertura asociada al uso de suelo de Agricultura de Temporal Anual y Semipermanente (TAS) presente en el Área del Proyecto (AP). Considerando que las actividades del proyecto concentran la intervención

dentro de los límites del AP, la modificación de esta cobertura se mantendrá delimitada al área destinada para la infraestructura y operación del proyecto. No obstante, la implementación de las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, restauración permitirá controlar y reducir la magnitud de los impactos sobre este componente ambiental, favoreciendo la recuperación de las áreas que no sean requeridas de manera permanente para la operación. En este sentido, las afectaciones sobre la cobertura agrícola permanecerán restringidas al Área del Proyecto (AP), sin comprometer la estructura y funcionalidad del Sistema Ambiental. Por lo anterior, no se prevén afectaciones significativas sobre este componente ambiental a largo plazo.

Clima y atmosfera

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la operación del proyecto, particularmente bajo escenarios no rutinarios como fugas o actividades de mantenimiento, podrían contribuir de manera marginal a la carga atmosférica regional, en un contexto acumulativo. No obstante, en condiciones normales de operación, estas emisiones son reducidas y se mantienen bajo control mediante la adecuada gestión operativa. En cuanto a las condiciones de cambio climático, estas se reflejan en una mayor variabilidad térmica y posibles modificaciones en los patrones de precipitación a escala regional; su interacción con el proyecto se limita a la vulnerabilidad de la zona a la inundación, misma que no es alterada con la presencia del proyecto, por lo cual no representa un factor de amplificación de impactos.

Con base en los elementos analizados, se concluye que el Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto mantiene una capacidad de carga funcional, aunque muestra signos de presión creciente, principalmente en los componentes hídricos y de degradación de suelo por actividad eólica. Ninguna etapa del proyecto contribuye a la superación de los umbrales críticos de carga, pero requiere monitoreo constante, con especial atención a la precipitación de la zona y el fortalecimiento de las medidas de manejo ambiental para evitar que se alcancen puntos de inflexión que comprometan la integridad ecológica.

Se considera que, bajo las condiciones actuales y con la aplicación continua de acciones de prevención, mitigación y adaptación, la operación del proyecto puede mantenerse dentro de los límites de capacidad de carga del SA, sin alterar significativamente la funcionalidad de los ecosistemas involucrados.

Factores climáticos y meteorológicos

El área donde se ubica el proyecto presenta un clima semicálido subhúmedo, caracterizado por temperaturas cálidas y una marcada estacionalidad en la distribución de las precipitaciones, con lluvias concentradas principalmente durante la temporada húmeda. Estas condiciones se complementan con una elevada susceptibilidad a periodos de sequía, identificándose un grado de sequía muy alto en la región, así como la posibilidad de eventos de precipitación intensa que pueden generar escurrimientos superficiales e inundaciones de manera puntual. Si bien el área presenta un peligro alto por inundaciones, el índice de vulnerabilidad asociado es bajo, por lo que estos fenómenos representan principalmente condiciones naturales que deberán considerarse en la planeación y operación del proyecto. En conjunto, estas características climáticas pueden incidir en la

disponibilidad de agua, el comportamiento de los escurrimientos superficiales y las condiciones de humedad del suelo.

Zonas vulnerables y estado de conservación

El proyecto se localiza en un entorno previamente modificado por actividades humanas y productivas, en el que predominan superficies destinadas a cultivos y otros usos del suelo que han generado cambios en las condiciones naturales del territorio. El estado de conservación del Sistema Ambiental se considera medio a bajo, debido principalmente a la transformación de la cobertura natural y al aprovechamiento productivo del suelo. En el área inmediata del proyecto no se identifican zonas de alta fragilidad ecológica ni ecosistemas prioritarios que pudieran verse comprometidos por su desarrollo. No obstante, el Sistema Ambiental presenta condiciones de vulnerabilidad asociadas principalmente a la escasez hídrica, la degradación química del suelo y la variabilidad de los fenómenos hidrometeorológicos, factores que deberán considerarse durante el desarrollo y operación del proyecto. En este contexto, las condiciones actuales del territorio y la implementación de medidas de prevención, mitigación y control ambiental favorecen la compatibilidad del proyecto con las características del Sistema Ambiental.

Biodiversidad y especies indicadoras

El área del proyecto presenta una biodiversidad asociada principalmente a ambientes previamente modificados por actividades humanas, con predominio de superficies agrícolas y presencia de vegetación y fauna adaptadas a estas condiciones. No se identifican ecosistemas prioritarios ni elementos de alta relevancia para la conservación de la biodiversidad en las inmediaciones del proyecto. Asimismo, las especies presentes corresponden principalmente a aquellas con capacidad de adaptación a ambientes intervenidos, por lo que no se prevén afectaciones significativas sobre especies indicadoras o componentes relevantes de la biodiversidad a nivel del Sistema Ambiental.

Capacidad de carga y respuestas ambientales

El Sistema Ambiental presenta una capacidad de carga que permite mantener su funcionalidad actual, aunque existen condiciones de sensibilidad asociadas principalmente a la disponibilidad hídrica y al estado de los suelos. Las características del proyecto, al desarrollarse en un área previamente modificada y concentrar sus actividades dentro del Área del Proyecto, permiten mantener las presiones ambientales dentro de un ámbito puntual. Asimismo, la aplicación de medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental permitirá fortalecer la capacidad de respuesta del sistema y evitar afectaciones adicionales que pudieran comprometer su funcionalidad.

Contribución del proyecto al cambio climático y escenarios de riesgo

La contribución del proyecto al cambio climático se considera limitada y de alcance local, asociada principalmente a las emisiones potenciales de gases de efecto invernadero, particularmente metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), que pudieran presentarse durante el tratamiento y manejo del biogás proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP), principalmente ante condiciones no rutinarias o posibles fugas en los equipos y líneas del sistema. No obstante, el proyecto contempla medidas de operación, mantenimiento y supervisión orientadas a prevenir y minimizar estas

emisiones, por lo que no se considera un factor determinante de modificación del clima a escala local o regional.

Por otra parte, el proyecto se encuentra expuesto a escenarios de riesgo asociados con la variabilidad y el cambio climático, particularmente ante periodos de sequía, incremento de temperaturas y eventos de precipitación intensa. Estas condiciones podrían generar presiones sobre los recursos hídricos, favorecer escurrimientos superficiales y, durante eventos extremos, incrementar la posibilidad de afectaciones puntuales por inundación. En este sentido, las condiciones de sequía muy alta y el peligro alto por inundaciones, aunado al bajo índice de vulnerabilidad por este último fenómeno, constituyen factores que deberán considerarse mediante acciones de prevención, mantenimiento y manejo adecuado de la infraestructura.

Bajo las condiciones actuales del Sistema Ambiental y considerando que el proyecto se desarrolla en un área previamente modificada, se prevé que su contribución a los procesos de cambio climático y su exposición a escenarios de riesgo permanezcan dentro de un ámbito controlable. La aplicación continua de medidas de prevención, mitigación, mantenimiento y adaptación permitirá reducir la vulnerabilidad de las instalaciones y favorecer su operación segura, manteniendo la compatibilidad del proyecto con las condiciones ambientales actuales y las posibles variaciones climáticas durante su vida útil.

4.5 Diagnostico ambiental

El análisis ambiental integra información cuantitativa y cualitativa derivada de la caracterización actual del Sistema Ambiental (SA), considerando las condiciones del medio físico y los factores de riesgo que pueden incidir sobre el territorio. Para la identificación de zonas críticas se empleó un enfoque geoespacial mediante Sistemas de Información Geográfica (SIG), integrando información de peligros y vulnerabilidad disponible en fuentes oficiales, particularmente la proporcionada por CENAPRED, así como características físicas relevantes del entorno, entre ellas la geología, edafología, relieve, pendientes y condiciones hidrometeorológicas identificadas para el área de estudio. La integración de estas variables permitió reconocer espacialmente sectores con diferentes niveles de sensibilidad y vulnerabilidad ambiental.

De manera complementaria, se aplicó el método de interpolación Inversa de la Distancia Ponderada (IDW), mediante el cual se estimó la distribución espacial de los valores asociados a las variables analizadas a partir de puntos de referencia, otorgando mayor peso a los valores correspondientes a las ubicaciones más cercanas. Este procedimiento permitió generar una superficie continua para representar la variación espacial de las condiciones de vulnerabilidad dentro del Sistema Ambiental.

La cartografía resultante se expresa mediante una escala jerárquica de vulnerabilidad, donde el color verde representa niveles bajos, el amarillo niveles medios y el rojo niveles altos. La distribución obtenida permite identificar las variaciones espaciales de las condiciones de vulnerabilidad en el entorno del proyecto y reconocer aquellas áreas donde la combinación de factores físicos y de riesgo puede representar una mayor sensibilidad ambiental.

Las condiciones identificadas corresponden principalmente a las características naturales y al grado de transformación previo del territorio, por lo que no son atribuibles a la ejecución del proyecto. En

particular, factores como las condiciones geológicas y edafológicas, el relieve de baja pendiente, la disponibilidad hídrica y la susceptibilidad ante fenómenos hidrometeorológicos forman parte de la dinámica ambiental existente en el área de estudio. En este contexto, la identificación de zonas con diferentes niveles de vulnerabilidad constituye una herramienta para orientar la aplicación de medidas de prevención, manejo y control ambiental, permitiendo que el proyecto se desarrolle de manera compatible con las condiciones físicas y ambientales del entorno, sin generar incrementos significativos en los niveles de riesgo existentes.

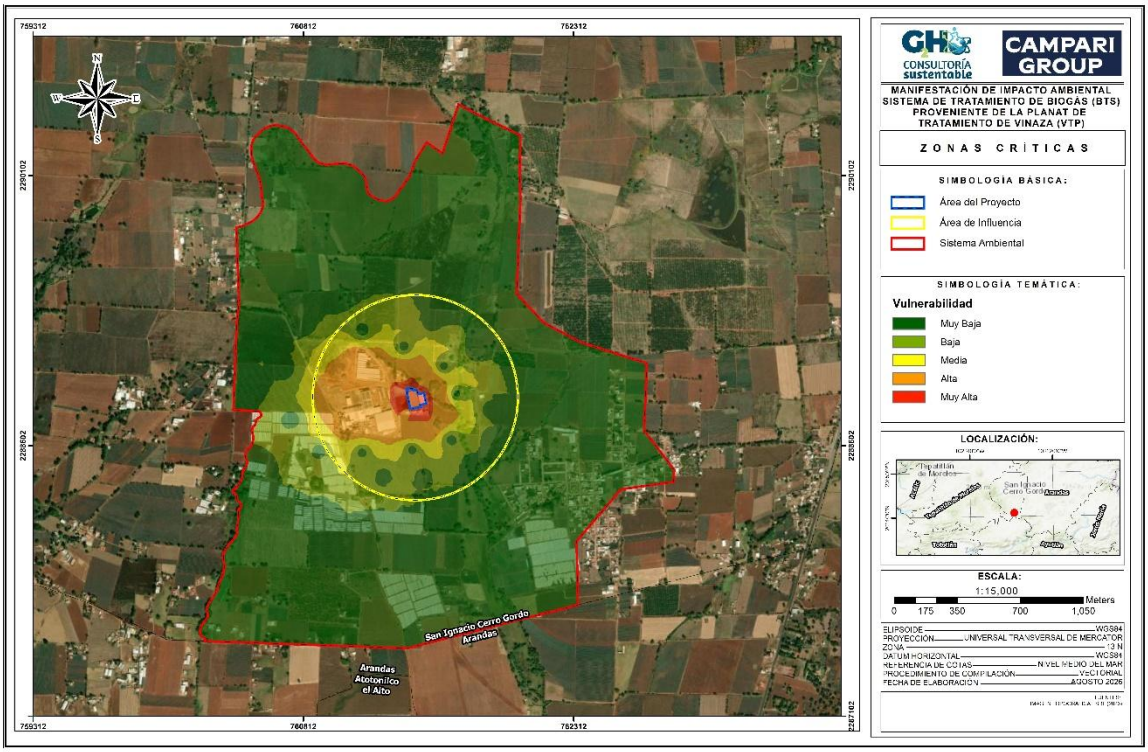


Figura 4-48 Zonas críticas

Conclusiones

El Sistema Ambiental donde se ubica el proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** corresponde a un entorno previamente modificado por actividades humanas y productivas, en el que predominan superficies destinadas a cultivos y otros usos del suelo. Estas condiciones han generado modificaciones en algunos de los componentes ambientales del territorio, particularmente en la cobertura y las características del suelo. Las condiciones climáticas regionales, caracterizadas por un clima semicálido subhúmedo, periodos de estiaje y variabilidad en la distribución e intensidad de las precipitaciones, constituyen factores relevantes en la dinámica ambiental del área de estudio.

Desde el punto de vista de conservación, el Sistema Ambiental presenta un estado de conservación medio a bajo, asociado principalmente con la transformación previa del territorio y el aprovechamiento productivo del suelo. La vegetación y fauna presentes se encuentran condicionadas

por estas características, predominando elementos adaptados a ambientes modificados. En el área inmediata del proyecto no se identifican ecosistemas prioritarios ni zonas de alta fragilidad ecológica que pudieran verse comprometidos por su desarrollo. Asimismo, las condiciones del Área del Proyecto corresponden a un entorno previamente intervenido, por lo que no se prevé una modificación significativa de la estructura y funcionalidad de los componentes bióticos a escala del Sistema Ambiental.

El análisis de la capacidad de carga indica que el Sistema Ambiental mantiene su funcionalidad actual, aunque presenta condiciones de sensibilidad relacionadas principalmente con la disponibilidad hídrica y la degradación química del suelo, así como con la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos. En particular, el grado de sequía muy alto identificado para la región y el peligro alto por inundaciones constituyen condiciones naturales que deberán considerarse durante la operación del proyecto. No obstante, la implementación de medidas de prevención, manejo, mantenimiento y control ambiental, permiten prever que las actividades se mantendrán dentro de un ámbito puntual y controlable, sin comprometer la funcionalidad del Sistema Ambiental.

En cuanto al cambio climático, la contribución del proyecto se considera limitada y de alcance local, asociada principalmente a las emisiones potenciales de gases de efecto invernadero derivadas del tratamiento y manejo del biogás. Estas emisiones serán objeto de medidas de supervisión, mantenimiento y control orientadas a prevenir y minimizar su liberación al ambiente. Por otra parte, el proyecto se encuentra expuesto a escenarios relacionados con el incremento de temperaturas, periodos prolongados de sequía y eventos de precipitación intensa, por lo que será necesario mantener acciones de prevención, adaptación y mantenimiento durante su vida útil.

Se concluye que el proyecto es ambientalmente compatible con las condiciones actuales del Sistema Ambiental, debido a que se desarrolla en un área previamente modificada y sus actividades se mantendrán delimitadas al Área del Proyecto. La aplicación continua de las medidas de prevención, mitigación, manejo y control ambiental permitirá mantener los efectos derivados de la operación dentro de un ámbito puntual, evitando presiones adicionales que pudieran comprometer la estabilidad y funcionalidad de los componentes ambientales del Sistema Ambiental.

5 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales

En este capítulo se identifican, evalúan y describen los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos significativos que puedan presentarse debido a las actividades directas e indirectas del proyecto, en sus diferentes etapas de desarrollo.

La evaluación del impacto ambiental de un proyecto es un estudio dirigido a identificar, predecir e interpretar los probables impactos que éste tenga sobre el medio en sus diferentes posibilidades de localización, tamaño y tecnología, así como a determinar las medidas de mitigación seguimiento y control requeridas para cada caso, "antes de la toma de decisión" para su ejecución. El desarrollo económico no debe traer como consecuencia la degradación del ambiente, se deberán predecir y evaluar los impactos adversos y benéficos en cada proyecto sobre el entorno y sus elementos y esto se logra por medio de la evaluación del impacto ambiental.

Un impacto ambiental es, por tanto, la alteración de la calidad del medioambiente producida por una actividad humana. Sin embargo, hay que considerar que no todas las alteraciones o variaciones medibles de un factor ambiental pueden ser consideradas como un impacto ambiental. Se debe considerar que no todos los impactos ambientales son de consideración.

5.1 Identificación de impactos ambientales

La identificación de impactos ambientales es un proceso fundamental en la evaluación de proyectos, ya que permite valorar cómo este se integra a su entorno y determina las posibles alteraciones que genera en el ambiente. En términos conceptuales, el impacto ambiental se define como una desviación entre las condiciones ambientales existentes y las condiciones que se prevén una vez implementado el proyecto. Esta desviación puede ser positiva, si el proyecto contribuye a la mejora del ambiente, o negativa, si genera afectaciones significativas.

El proceso de identificación de impactos consta de tres pasos clave:

1. **Caracterización del ambiente (línea base)**: La caracterización del ambiente consiste en describir las condiciones actuales del medio físico, biológico y social en el Sistema Ambiental (SA). Esto constituye la línea base, que sirve como punto de referencia para evaluar los cambios que el proyecto ha de generar. En el caso del proyecto de **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, la línea base incluye:
    - ✓ **Medio físico**: Calidad del aire, disponibilidad y calidad del agua, características del suelo, y condiciones climáticas.
    - ✓ **Medio biológico**: Diversidad de flora y fauna, presencia de especies endémicas o en peligro de extinción, y estado de los ecosistemas.
    - ✓ **Medio social:** Características socioeconómicas de las comunidades locales, uso del suelo, infraestructura existente, y percepción del paisaje.

2. **Evaluación de la integración del proyecto**: En esta etapa, se analiza cómo las actividades del proyecto interactúan con el ambiente durante sus diferentes fases: Preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento y cierre y abandono. Para el proyecto de **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, se consideran actividades como:
    - ✓ **Preparación del sitio y construcción**: Excavación, instalación, y construcción de infraestructura asociada.
    - ✓ **Operación y mantenimiento**: Inspección y vigilancia de las instalaciones, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos, y detección y control de fugas.
    - ✓ **Cierre y abandono**: Desmantelamiento de infraestructura y restauración del área.
3. **Determinación de las desviaciones:** Este paso consiste en cuantificar y cualificar los cambios que el proyecto ha generado en el ambiente, comparando las condiciones previas (línea base) con las posteriores a su implementación. Las desviaciones se evalúan en términos de:
    - ✓ **Magnitud**: Grado de afectación.
    - ✓ **Importancia**: Área geográfica afectada.

El análisis de impacto ambiental del proyecto de distribución de gas natural considera los distintos factores del entorno que podrían verse afectados, los cuales se agrupan en dos grandes subsistemas: físico-natural y socioeconómico. A continuación, se abordará cada uno de ellos.

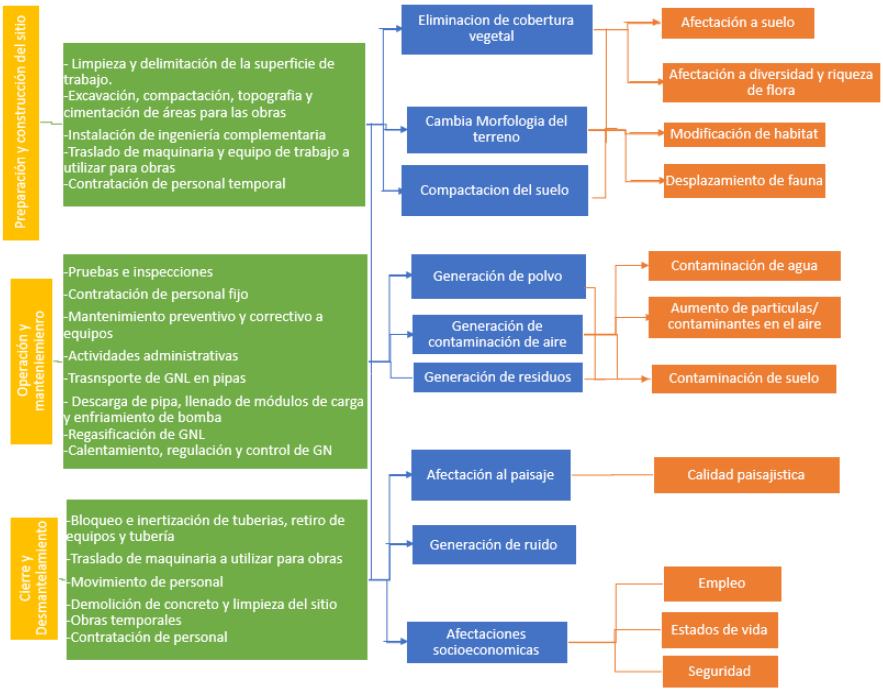


Figura 5-1 Esquema general de impactos ambientales en los subsistemas

5.2 Metodología para identificar y evaluar los Impactos Ambientales

La metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del presente Proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, es la Metodología de Leopold.

La llamada matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental. Realmente es un sistema de información y se preparó para el Servicio Geológico del Ministerio del Interior de los Estados Unidos, como elemento de guía de los informes y de las evaluaciones de impacto ambiental.

La base del sistema es una matriz en que las entradas según columnas son acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las entradas según filas son características del medio (factores ambientales) que pueden ser alteradas. Con estas entradas en filas y columnas se pueden definir las interacciones existentes.

Un primer paso para la utilización de la matriz de Leopold consiste en la identificación de las interacciones existentes, para lo cual se considerarán primero todas las acciones (columnas) que pueden tener lugar dentro del proyecto en cuestión. Posteriormente, y para cada acción, se consideran todos los factores ambientales (filas) que pueden quedar afectados significativamente, trazando una diagonal en la cuadrícula correspondiente a la columna (acción) y fila (factor) considerados. Una vez hecho esto para todas las acciones, tendremos marcadas las cuadrículas que representen interacciones (o efectos) a tener en cuenta.

Después de haberse marcado todas las cuadrículas que representan impactos posibles se procede a una evaluación individual de los más importantes. Cada cuadrícula admite dos valores:

- ✓ **Magnitud:** según un número de 1 a 10, en el que el 10 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado y 1 a la mínima.
- ✓ **Importancia (ponderación):** que da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene dentro del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Los valores de magnitud van precedidos con un signo (+) o con un signo (-), según se trate de efectos positivos o negativos sobre el medio ambiente.

Una vez llenas las cuadrículas, el próximo paso consiste en evaluar o interpretar los números en ellas colocados. En la Figura 5-2 se presenta una representación de lo anteriormente descrito.

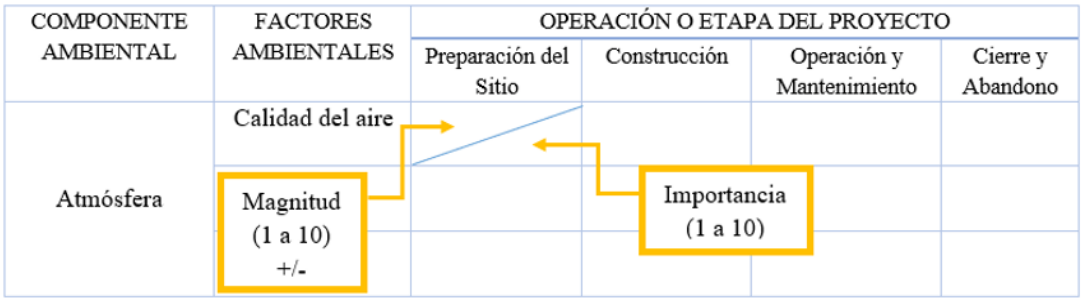


Figura 5-2 Esquema general de la Matriz de Leopold

5.3 Caracterización de los Impactos Ambientales

La caracterización de los impactos ambientales es un proceso sistemático que permite identificar, describir y evaluar los efectos que las obras y actividades del proyecto pueden generar sobre el ambiente. Este proceso es fundamental para determinar cuáles impactos son significativos o relevantes, considerando su magnitud e importancia. En el caso del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, la caracterización de impactos se realiza en las cuatro etapas principales del proyecto: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, y cierre, desmantelamiento y abandono.

La caracterización de impactos se basa en los siguientes pasos:

1. **Identificación de obras y actividades significativas:**
   - ✓ Se identifican las obras y actividades que, por su naturaleza, escala o ubicación, tienen el potencial de generar impactos significativos.
   - ✓ Estas actividades se clasifican según la etapa del proyecto en la que ocurren: preparación del sitio, construcción, u operación y mantenimiento.
2. **Uso de listados de verificación:**
   - ✓ Se emplean listados de verificación para identificar las interacciones entre las obras/actividades del proyecto y los factores ambientales (abióticos, bióticos y socioeconómicos).
   - ✓ Estos listados se basan en la información presentada en el Capítulo II de la MIA-P y en el análisis del entorno del Capítulo IV.
3. **Indicadores de impacto:**
   - ✓ Cada factor ambiental identificado en los listados de verificación se asocia con un indicador de impacto, que describe su situación actual (línea base) y cómo podría cambiar debido al proyecto.
   - ✓ Los indicadores permiten cuantificar y cualificar los impactos, facilitando su evaluación y comparación.

Conforme a los pasos descritos, lo primero es puntualizar las actividades del proyecto. Como se mencionó anteriormente, el proyecto de **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de**

la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) se desarrolla en tres etapas principales, cada una con actividades específicas que pueden generar impactos ambientales.

Estas actividades se presentan en la siguiente tabla, junto con sus posibles implicaciones que corresponden al segundo paso.

Tabla 5-1 Descripción de obras y/o actividades por etapa y sus posibles impactos

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
Preparación del Sitio y Construcción	Delimitación física, señalización y control de accesos al área del proyecto.	• Compactación puntual del suelo por tránsito de personal. • Alteración mínima de la capa superficial del suelo y vegetación en las brechas de delimitación del área del proyecto. • Emisiones mínimas de partículas (polvo) por tránsito de personal y/o vehículos. • Incremento de niveles sonoros por incremento de actividad humana. • Ahuyentamiento temporal de fauna a causa del ruido y presencia humana. • Interrupción temporal de corredores de fauna si la delimitación implica cercado. • Modificación visual del paisaje mínima y temporal por presencia de elementos de delimitación.
	Levantamiento topográfico, trazo y verificación de interferencias.	• Compactación puntual del suelo por tránsito de personal y/o vehículos. • Emisiones mínimas de partículas (polvo) por tránsito de personal y/o vehículos. • Remoción/poda de vegetación. • Incremento del nivel de ruido por presencia humana. • Ahuyentamiento temporal de fauna a causa del ruido y presencia humana. • Impacto positivo: Generación temporal de empleo y adecuada planeación del proyecto.

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
	Rescate, retiro y manejo de vegetación o materiales existentes, cuando aplique. Limpieza, despalme y retiro controlado de residuos del sitio.	• Pérdida de la capa edáfica superficial por despalme de vegetación. • Exposición del suelo a erosión hídrica y eólica por retiro de vegetación. • Compactación puntual del suelo por tránsito de maquinaria de despalme y limpieza. • Riesgo de contaminación del suelo por derrames de combustibles/lubricantes de maquinaria utilizada para limpieza y retiro de vegetación. • Emisión mínima de partículas (polvo) por despalme y movimiento de tierra. • Emisión de gases de combustión de maquinaria utilizada en limpieza y despalme. • Incremento en los niveles de ruido por maquinaria y presencia humana, • Pérdida directa de cobertura vegetal por desmonte y despalme. • Ahuyentamiento de fauna por pérdida de hábitat e incremento de ruido. • Pérdida o alteración temporal o permanente de madrigueras, zonas de alimentación y refugios de fauna. • Modificación visual del paisaje (de suelo con cobertura vegetal a suelo desnudo). • Generación de residuos vegetales (ramas, troncos, biomasa). • Impacto positivo: Generación temporal de empleo.
	Habilitación de accesos temporales, patios de maniobra y zonas de almacenamiento. Instalación de servicios provisionales,	• Compactación puntual del suelo por tránsito constante de vehículos y maquinaria.

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
	iluminación, drenaje y control de escurrimientos.	• Pérdida de estructura del suelo por habilitación de patios de maniobra. • Riesgo de contaminación por fugas/derrames en zonas de almacenamiento. • Emisión de partículas (polvo) por tránsito vehicular. • Emisiones de maquinaria usada en la habilitación de servicios provisionales. • Aumento en los niveles de ruido por uso de maquinaria y presencia de actividad humana. • Aumento ligero en la demanda de energía eléctrica y agua potable. • Riesgo de contaminación por descarga de aguas residuales de servicios provisionales (sanitarios, lavado) mal gestionadas. • Ahuyentamiento de fauna por incremento de actividad humana, perturbación de la actividad de fauna presente por alteración en la iluminación. • Modificación visual del paisaje por instalación de infraestructura provisional. • Generación de residuos de la instalación de servicios provisionales (embalajes, sobrantes de materiales). • Impacto positivo: Generación de empleo temporal y contratación de servicios relacionados con la construcción.
	Movilización de maquinaria, equipo, personal y campamentos de contratistas.	• Compactación puntual del suelo en las rutas de tránsito de maquinaria pesada y el área destinada a campamento. • Riesgo de contaminación por derrames de combustibles/lubricantes durante

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
		el traslado y/o mantenimiento de maquinaria. • Emisiones mínimas de partículas (polvo) por tránsito vehicular. • Emisiones de gases de combustión de maquinaria. • Incremento en los niveles de ruido por actividad humana y tránsito de maquinaria. • Ahuyentamiento de fauna por presencia humana constante, aumento de ruido y actividad en el área del campamento. • Atracción de fauna oportunista (roedores, aves, insectos) como resultado de manejo inadecuado de residuos generados asociados a actividades del personal. • Modificación visual temporal del paisaje por presencia de campamento y maquinaria.
	Construcción de bases, plataformas, y áreas de equipos del sistema de biogás. Montaje de trampa de sedimentos y humedad U31-S1 y trampas de condensado. Montaje de sopladores centrífugos de biogás U31-C1A/B/C. Montaje de venteo de emergencia U31-M1 y antorchas U31-H1/H2. Montaje de scrubbers de desulfurización U32-T1/T2 y medios plásticos. Montaje de bombas, sopladores de aire y dosificación de nutrientes del sistema U32. Montaje de unidades de secado U33, chillers, intercambiadores y demisters. Montaje de sopladores booster U34 y conexión hacia aprovechamiento/calderas.	• Compactación puntual del suelo por construcción de infraestructura adicional (bases y plataformas de equipos del sistema de biogás). • Generación de residuos de montaje (empaques, sobrantes de tubería, cables, cubiertas, material de embalaje, etc.) • Riesgo de contaminación puntual por derrame de aceites o lubricantes utilizados durante el montaje de diversas estructuras. • Emisiones de equipo de izaje utilizado para el montaje de diversas estructuras. • Aumento en los niveles de ruido y vibraciones por instalación de diversas estructuras. • Ahuyentamiento de fauna por presencia humana constante,

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
		aumento de ruido y actividad en el área. • Modificación visual del entorno por la instalación de nueva infraestructura (antorchas, scrubbers, chillers, unidades de secado, sopladores, etc.)
	Instalación de tuberías de recolección y transmisión desde B11A/B11B. Instalación de válvulas, arrestadores de flama, instrumentos y drenaje de biogás. Instalación de drenajes, purgas y trampas automáticas de condensado. Instalación eléctrica, alumbrado, puesta a tierra y clasificación de áreas de biogás. Instalación de analizadores de CH4, H2S, flujo, presión y temperatura.	• Compactación puntual del suelo por construcción de infraestructura adicional (bases y plataformas de equipos del sistema de biogás). • Generación de residuos de montaje (empaques, sobrantes de tubería, cables, cubiertas, material de embalaje, etc.) • Aumento en los niveles de ruido y vibraciones por instalación de tuberías, soldadura y trabajos eléctricos. • Ahuyentamiento de fauna por ruido de instalación de infraestructura. • Modificación del entorno por la instalación de nueva infraestructura.
	Lavado, limpieza y soplado de tuberías de proceso. Pruebas hidrostáticas o neumáticas de tuberías según especificación aprobada. Pruebas de hermeticidad, rotación, fugas, vibración y funcionamiento de equipos.	• Aumento en los niveles de ruido por actividades de pruebas de hermeticidad, fugas y funcionamiento de equipos. • Aumento en la demanda de energía y agua para realizar las actividades de lavado y limpieza de tuberías. • Emisiones puntuales derivadas de las pruebas de hermeticidad. • Ahuyentamiento temporal de fauna por aumento de ruido y presencia de personal.

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
	Pruebas funcionales de antorchas, venteo, desvío y sistemas de seguridad.	• Emisiones de gases de combustión durante el encendido de prueba de antorchas. • Emisiones de gas durante pruebas de sistema de venteo. • Aumento en los niveles de ruido y vibraciones durante las pruebas funcionales. • Ahuyentamiento temporal de fauna por aumento de ruido y vibraciones continuas.
Operación y Mantenimiento	Operación rutinaria de los reactores anaerobios B11A Y B11B. Operación del sistema de manejo, limpieza y aprovechamiento de biogás.	• Emisiones a la atmósfera de biogás no aprovechado. • Emisiones de combustión de sistemas de antorchas cuando operan. • Emisiones puntuales durante los procesos limpieza de los reactores. • Aumento de ruido considerable y continuo por operación del sistema. • Habituación o ahuyentamiento definitivo de la fauna que rodea el entorno a causa del aumento de ruido y actividad humana constante en el sitio. • Impacto positivo: Generación de energía térmica aprovechable dentro de las instalaciones que sustituye el uso de combustibles fósiles.
	Monitoreo de caudal, presión y producción de biogás. Monitoreo de calidad del biogás (CH4, H2S, O2, humedad y temperatura). Monitoreo de parámetros operativos de los reactores (pH, temperatura, alcalinidad, DQO y carga orgánica).	• Impacto positivo: Detección temprana de fugas o mala calidad del biogás. • Generación de residuos menores de insumos necesarios para monitoreo durante toda la etapa de vida útil del proyecto.
	Inspección de tuberías, válvulas y conexiones de biogás.	• Impacto positivo: Detección temprana de fugas en válvulas y/o conexiones antes de representar

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
		una pérdida de biogás o un riesgo de seguridad. • Generación mínima de residuos si las inspecciones detectan que se requiere un reemplazo de empaques, sellos o conexiones menores.
	Detección y corrección de fugas en sistemas de biogás.	• Impacto positivo: Detección temprana de fugas en válvulas y/o conexiones antes de representar una pérdida de biogás o un riesgo de seguridad. • Generación mínima de residuos si las inspecciones detectan que se requiere un reemplazo de empaques, sellos o conexiones menores.
	Limpieza y drenado de trampas de condensados y humedad. Limpieza y mantenimiento preventivo de líneas de conducción de biogás.	• Generación de residuos producto de limpieza de trampas y líneas de conducción de biogás. • Aumento en el consumo de agua durante las actividades de limpieza y mantenimiento de líneas de conducción.
	Mantenimiento preventivo de equipos (sopladores centrífugos U31-C1A/B/B, bombas de alimentación, recirculación y purga de lodos, sistema de venteo de emergencia U31-M1, sopladores de aire, sistemas de dosificación de nutrientes U32, unidades de secado U33, chillers, intercambiadores y demisters, arrestadores de flama y válvulas de seguridad, antorchas U31-H1/H2, mantenimiento preventivo de sopladores booster U34)	• Riesgo de contaminación puntual por derrame de aceites o lubricantes durante el mantenimiento de diversos equipos (chillers, bombas, sopladores, etc.). • Generación de residuos producto de limpieza y sustitución de piezas de diversos equipos (empaques o refacciones sustituidas). • Emisiones puntuales de biogás durante el mantenimiento de equipos como sopladores, arrestadores de flama, antorchas, válvulas de seguridad).
	Lubricación, alineación y revisión de vibraciones en equipos rotativos.	• Riesgo de contaminación puntual por derrame de lubricantes o

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
		grasas durante la aplicación en equipos rotativos. • Generación de residuos producto de la lubricación de equipos rotativos (envases de lubricante, grasa, trapos impregnados, etc.)
	Revisión de la eficiencia de los scrubbers de desulfurización U32-T1/T2. Verificación operativa de PCL, HMI, SCADA y sistemas de control.	• Detección de baja eficiencia de scrubbers de desulfurización, esto provocaría H2S residual mayor en el biogás y mayores emisiones de SO2 durante la combustión. • Generación de residuos puntuales si la revisión detecta necesidad de reemplazo de piezas del sistema de desulfurización. • Impacto positivo: Detección temprana de fallas en el proceso mediante verificación de PCL y HMI.
	Inspección termográfica y mantenimiento preventivo de tableros eléctricos. Calibración de sensores de nivel, temperatura, presión y demás instrumentación de proceso.	• Generación mínima de residuos durante la vida útil del proyecto (componentes electrónicos que requieran sustitución).
Cierre, desmantelamiento y abandono	Paro programado, reducción de carga y aislamiento energético.	• Emisión de biogás remanente durante la reducción de carga. • Emisiones de combustión durante la quema de biogás remanente.
	Vaciado controlado de reactores, manejo de lodos y líquidos residuales.	• Riesgo de contaminación por derrame o infiltración de lodos y líquidos residuales. • Generación de un volumen considerable de lodos residuales acumulados en los reactores. • Emisión de olores durante el manejo de lodos y líquidos residuales a causa de la materia orgánica en descomposición expuesta.
	Desgasificación, inertización y verificación de atmósfera segura.	• Emisión de biogás remanente durante el proceso de desgasificación.

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
		• Uso mínimo de gas inerte durante el proceso de inertización dentro de tuberías y reactores.
	Desconexión de servicios, instrumentación y sistemas de control.	• Generación de residuos electrónicos durante el proceso de desconexión.
	Retiro de equipos, tuberías, válvulas, cables y accesorios. Desmontaje de cubiertas, geomembranas y componentes contaminados.	• Generación de grandes volúmenes de residuos metálicos (tuberías, válvulas, sopladores, etc.). • Generación de grandes volúmenes de residuos de geomembrana contaminada con residuos de los reactores. • Aumento en los niveles de ruido por maquinaria de izaje para desmontaje de componentes de mayor tamaño. • Ahuyentamiento temporal de fauna por aumento en los niveles de ruido y vibraciones producto de las actividades de demolición.
	Demolición selectiva de estructuras, cuando aplique.	• Generación significativa de partículas suspendidas (polvo) por demolición de estructuras de concreto. • Generación de residuos de construcción y demolición. • Incremento de niveles de ruido por maquinaria de demolición. • Ahuyentamiento temporal de fauna por aumento en los niveles de ruido y vibraciones producto de las actividades de demolición.
	Relleno, nivelación, rehabilitación y control de erosión de áreas afectadas. Monitoreo posterior al cierre hasta alcanzar condiciones aceptables y liberación ambiental del sitio.	• Emisión de partículas por manejo de materiales de relleno. • Generación de residuos de limpieza final del sitio. • Movimiento final de tierras, posible mejora de condiciones físicas del suelo con fines de

Etapa	Actividades	Impactos potenciales
		alcanzar condiciones ambientales similares a las iniciales.

Una vez identificados los elementos anteriores, se realiza la selección de los indicadores de impacto. Para ello, se considera que los componentes ambientales se agrupan en tres categorías principales: abióticos, bióticos y socioeconómicos, de los cuales derivan los factores ambientales afectados. La identificación de estos componentes se ha realizado con base en la metodología de evaluación de impacto ambiental, tomando en cuenta las interacciones entre las actividades del proyecto y los factores ambientales susceptibles de alteración.

Cada componente ambiental se asocia con factores específicos que pueden experimentar modificaciones a lo largo de las diferentes etapas del proyecto. Esto se representa en la Tabla 5-2 que se presenta a continuación:

Tabla 5-2 Descripción de los factores ambientales que serán afectados por el proyecto

Componente ambiental	Factor ambiental	Descripción
Atmósfera	Calidad del aire (generación de partículas)	Se refiere a la emisión de partículas suspendidas en el aire debido a actividades como excavaciones, tránsito de maquinaria y movimiento de materiales, lo que puede afectar la salud humana y la calidad del aire local.
	Calidad de aire (emisiones)	Considera la liberación de contaminantes atmosféricos (gases de combustión, compuestos volátiles, entre otros) generados por la operación de maquinaria y vehículos utilizados en el proyecto.
	Ruido	Evalúa la generación de niveles sonoros derivados de actividades del proyecto, los cuales pueden afectar a la avifauna y las condiciones de trabajo del personal.
Agua	Generación de agua residuales	Considera la producción o generación de líquidos derivados de las actividades del proyecto, cuyo manejo inadecuado puede ocasionar alteraciones en la calidad del agua superficial, subterránea y del suelo. Así como afectar ecosistemas y la salud humana.
	Agotamiento del recurso hídrico	Reducción de la disponibilidad de agua debido a su extracción y/o consumo para las actividades durante las distintas etapas del proyecto.
	Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria	Alteración de la calidad del agua debido a la infiltración de aceites, lubricantes y/o combustibles durante la operación de maquinaria y equipo, con potencial de alcanzar mantos acuíferos y generar alteraciones en el agua subterránea.

Componente ambiental	Factor ambiental	Descripción
Suelo	Compactación	Se refiere al incremento de la densidad del suelo debido al tránsito de maquinaria pesada, lo que puede reducir su capacidad de infiltración y afectar el crecimiento de la vegetación.
	Calidad del suelo por generación de residuos.	Considera las afectaciones causadas por los residuos sólidos generados, así como por su manejo y disposición final, tomando en cuenta sí estos ingresan en un circuito de economía circular o no.
Fauna	Modificación de hábitat	Evalúa la pérdida o fragmentación de ecosistemas que puede favorecer la proliferación de especies exóticas o invasoras.
	Movilidad (patrones de distribución, efecto barrera)	Evalúa la fragmentación, ocupación o modificación del territorio que puede generar un efecto barrera que limite el desplazamiento o movilidad de las especies y reduzca la conectividad entre poblaciones.
Paisaje	Cobertura	Evalúa la proporción de suelo cubierta por vegetación y cómo esta se modifica con el desarrollo del proyecto
	Diversidad, Riqueza, Abundancia	Analiza la variedad de especies presentes en la zona, la cantidad total de organismos y su distribución en el ecosistema.
	Perturbación del paisaje natural	Considera los cambios en la estructura visual del entorno debido a la construcción de infraestructura.
Socioeconómico	Desarrollo económico	Considera la capacidad del proyecto para generar actividad económica directa e indirecta mediante contratación de mano de obra, adquisición de bienes y servicios, generación de ingresos, entre otros. Contribuye al dinamismo económico de la población y localidades cercanas al área del proyecto.
	Empleo	Evalúa la generación de oportunidades laborales directas e indirectas en las distintas etapas del proyecto.
	Factores de riesgo (protección civil).	Considera los riesgos asociados a la operación del proyecto, incluyendo la seguridad de trabajadores y comunidades aledañas.
	Conflictos sociales	Identifica posibles tensiones derivadas de la percepción del proyecto por parte de la población, como disputas por el uso del territorio o preocupaciones ambientales.

5.4 Valorización de los impactos ambientales

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio

ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra. A continuación, se incluyen unos cuantos que suelen estar entre los más utilizados en los estudios de impacto ambiental:

- ✓ **Dimensión:** se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor. Esta magnitud se suele expresar cualitativamente, aunque puede intentar cuantificarse.
- ✓ **Signo:** muestra si el impacto es positivo (+), negativo (-) o neutro (o).
- ✓ **Desarrollo:** considera la superficie afectada por un determinado impacto.
- ✓ **Permanencia:** este criterio hace referencia a la escala temporal en que actúa un determinado impacto.
- ✓ **Certidumbre:** este criterio se refiere al grado de probabilidad de que se produzca el impacto bajo análisis.
- ✓ **Reversibilidad:** bajo este criterio se considera la posibilidad de que, una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial.
- ✓ **Sinergia:** el significado de la aplicación de este criterio considera la acción conjunta de dos o más impactos, bajo la premisa de que el impacto total es superior a la suma de los impactos parciales.
- ✓ **Viabilidad de adoptar medidas de mitigación:** dentro de este criterio se resume la probabilidad de que un determinado impacto se pueda minimizar con la aplicación de medidas de mitigación.

Como se mencionó anteriormente, la identificación de impactos ambientales por medio de la utilización de una Matriz de Leopold permite una evaluación cualitativa del Proyecto, mediante la interpretación de cada interacción entre las actividades del proyecto y los factores del medio ambiente natural y social en los que se desarrolla, con el objetivo principal de implementar medidas de prevención y mitigación. Con la finalidad de caracterizar los impactos, se utilizó una escala de codificación del 1 al 10, la cual capta tanto la magnitud como la importancia. Indicando su sentido (benéfico o adverso) se empleará un signo positivo o negativo frente a los valores de la escala de magnitud. Lo anterior se ilustra en de la Tabla 5-3 y Tabla 5-4.

Tabla 5-3 Escala de Magnitud de los impactos

ESCALA DE MAGNITUD		+	-
Puntual: dentro del área del proyecto	1-2		
Parcial: hasta 20m alrededor	3-4		
Intermedia: 20 a 50m (área influencia)	5-6		
Extensa: de 50 hasta 500m	7-8		
Total: más de 500m (todo el Municipio)	9-10		

Tabla 5-4 Escala de importancia de los impactos

ESCALA DE IMPORTANCIA		+	-
Muy Baja: No se afecta casi nada el factor	1-2		
Baja: hay una afectación leve del factor	3-4		
Moderada: hay afectación importante en las principales características del factor	5-6		
Alta: el factor cambia completamente sus principales características	7-8		
Total: todo el factor se ve severamente impactado	9-10		

Información propiedad de G2H, su contenido es confidencial y de uso exclusivo de la persona y/o grupo a quien va dirigido. Su copia, uso y/o distribución sin la autorización por escrito de G2H, está prohibida. COPIA CONTROLADA. Una vez impreso se convierte en COPIA NO CONTROLADA

Matriz de Leopold para la Evaluación de Impactos Ambientales

Fecha de emisión: 08/07/2026
Código / Versión: G2H-GT-FO-19 / v.2.0

MATRIZ DE LEOPOLD																								
COMPONENTE AMBIENTAL		FACTOR AMBIENTAL	Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)																TOTAL		
			ETAPA DEL PROYECTO																				
			PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN																				
			Delimitación física, señalización y control de accesos al área de proyecto	Levantamiento topográfico, trazo y verificación de interferencias	Rescate, retiro y manejo de vegetación o materiales existentes, cuando aplique. Limpieza, despalme y retiro controlado de residuos del sitio.	Habilitación de accesos temporales, patios de maniobra y zonas de almacenamiento. Instalación de servicios provisionales, iluminación, drenaje y control de escurrimientos.	Movilización de maquinaria, equipo, personal y campamentos de contratistas.	Construcción de bases, plataformas y áreas de equipos del sistema de biogás. Montaje de trampa de sedimentos y humedad U31-S1 y trampas de condensado. Montaje de sopladores centrífugos de biogás U31-C1A/B/C. Montaje de venteo de emergencia U31-M1 y antorchas U31-H1/H2. Montaje de scrubbers de desulfurización U32-T1/T2 y medios plásticos. Montaje de bombas, sopladores de aire y dosificación de nutrientes del sistema U32. Montaje de unidades de secado U33, chillers, intercambiadores y demister. Montaje de sopladores booster U34 y conexión hacia aprovechamiento/caldera.	Instalación de tuberías de recolección y transmisión desde B11A/B118. Instalación de válvulas, arrestadores de flama, instrumentos y drenaje de biogás. Instalación de drenajes, purgas y trampas automáticas de condensado. Instalación eléctrica, alumbrado, puesta a tierra y clasificación de áreas de biogás. Instalación de analizadores de CH4, H2S, flujo, presión y temperatura.	Limpieza final, flushing, soplado y purga de líneas de biogás. Pruebas de hermeticidad, rotación, fugas, vibración y funcionamiento de equipos.	Pruebas funcionales de antorchas, venteo, drenaje y sistemas de seguridad.	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	TOTAL ARITMÉTICO
FACTOR ABIÓTICO	ATMÓSFERA	Calidad del aire (generación de partículas)	-2 / 1	0 / 0	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0	7	-54
		Calidad del aire (emisiones)	-2 / 1	0 / 0	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0	7	-54
		Ruido	-1 / 4	0 / 0	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0	7	-56
	AGUA	Generación de aguas residuales	-1 / 5	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	0	5	-11
		Agotamiento del recurso hídrico	0 / 1	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	0	4	-3
		Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria	-1 / 2	0 / 0	0 / 0	-2 / 2	-2 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	0	7	-13
	SUELO	Compactación	-1 / 4	0 / 0	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-28
		Morfología del terreno	-1 / 4	0 / 0	-1 / 1	-2 / 4	-2 / 4	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-21
		Composición del suelo	-1 / 1	0 / 0	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-25
		Generacion de residuos	-1 / 5	0 / 0	-2 / 2	-2 / 4	-2 / 4	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-25
		Erosión	-1 / 5	0 / 0	-2 / 4	-2 / 4	-2 / 4	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-29
FACTOR BIÓTICO	FAUNA	Modificación de hábitat (espacio para especies invasoras)	-2 / 6	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-48
		Perturbación de ciclo de vida.	-1 / 1	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-37
		Importancia biológica y socioeconómica	-1 / 1	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-37
	FLORA	Densidad	-1 / 4	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-40
		Cobertura	-1 / 2	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-38
		Diversidad, abundancia, riqueza	-1 / 4	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	4	-40
FACTOR SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	PAISAJE	Perturbación del paisaje natural	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Visibilidad	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
	SOCIO-ECONÓMICO	Desarrollo económico	6 / 6	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	9	0	106
		Empleo	6 / 6	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	9	0	106
		Factores de riesgo (protección civil)	1 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 1	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	9	0	47
		Conflictos sociales	0 / 0	0 / 0	0 / 0	1 / 2	1 / 2	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	2	0	4
TOTAL	ASPECTOS POSITIVOS		3	3	3	4	4	3	3	3	3		29		
	ASPECTOS NEGATIVOS		16	0	11	15	15	6	6	6	6			81	
	TOTAL ARITMÉTICO		20	22	-59	-108	-100	-10	-10	14	-10				-296

Presentación de resultados

Actividad que representa el mayor impacto negativo en esta etapa del proyecto: Llenado de módulos de guarda operativa
Actividad que representa el mayor impacto positivo en esta etapa del proyecto: Revisiones periódicas a los equipos y a las instalaciones
Factor ambiental con mayor impacto negativo: Factores de riesgo
Factor ambiental con mayor impacto positivo: Desarrollo Económico.

Figura 5-3 Matriz de Leopold etapa de Preparación del Sitio y Construcción.

Información propiedad de G2H, su contenido es confidencial y de uso exclusivo de la persona y/o grupo a quien va dirigido. Su copia, uso y/o distribución sin la autorización por escrito de G2H, está prohibida. COPIA CONTROLADA. Una vez impreso se convierte en COPIA NO CONTROLADA

Matriz de Leopold para la Evaluación de Impactos Ambientales

Fecha de emisión: 08/07/2026
Código / Versión: G2H-GT-FO-19 / v. 2.0

MATRIZ DE LEOPOLD			Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)									TOTAL		
			ETAPA DEL PROYECTO											
			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											
COMPONENTE AMBIENTAL		FACTOR AMBIENTAL	Operación rutinaria de los reactores anaerobios B11A Y B11B. Operación del sistema de manejo, limpieza y aprovechamiento de biogás.	Monitoreo de caudal, presión y producción de biogás. Monitoreo de calidad del biogás (CH4, H2S, O2, humedad y temperatura). Monitoreo de parámetros operativos de los reactores (pH, temperatura, alcalinidad, DQO y carga orgánica).	Inspección de tuberías, válvulas y conexiones de biogás.	Detección y corrección de fugas en sistemas de biogás.	Limpieza y drenado de trampas de condensados y humedad. Limpieza y mantenimiento preventivo de líneas de conducción de biogás.	Mantenimiento preventivo de equipos (sopladores centrífugos L01-C1A/B/B, bombas de alimentación, recirculación y purga de lodos, sistema de venteo de emergencia L01-H1, sopladores de aire, sistemas de dosificación de nutrientes L02E, unidades de secado L03, chillers, intercambiadores y atemperadores, arrestadores de flama y válvulas de seguridad, antirrochas L01-H1/H2, mantenimiento preventivo de sopladores booster L04)	Lubricación, alineación y revisión de vibraciones en equipos rotativos.	Revisión de la eficiencia de los scrubbers de desulfurización L02-T1/T2. Verificación operativa de PCL, HMI, SCADA y sistemas de control.	Inspección termográfica y mantenimiento preventivo de tableros eléctricos. Calibración de sensores de nivel, temperatura, presión y demás instrumentación de proceso.	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	TOTAL ARITMÉTICO
FACTOR ABIÓTICO	ATMÓSFERA	Calidad del aire (generación de partículas)	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	0	9	-17
		Calidad del aire (emisiones)	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	0	9	-17
		Ruido	-1 / 4	-1 / 4	-1 / 4	-1 / 4	-1 / 4	-1 / 4	-1 / 4	-1 / 4	-1 / 4	0	9	-35
	AGUA	Generación de aguas residuales	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	0	9	-17
		Agotamiento del recurso hídrico	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	0	9	-8
		Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	0	9	-8
	SUELO	Compactación	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Morfología del terreno	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Composición del suelo	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Erosion	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Generación de residuos	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
FACTOR BIÓTICO	FAUNA	Modificación de hábitat	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Generación de fauna nociva	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Movilidad (patrones de distribución, efecto barrera)	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
	FLORA	Densidad	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Cobertura	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Diversidad, abundancia, riqueza	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
FACTOR SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	PAISAJE	Perturbación del paisaje natural	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Visibilidad	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
	SOCIO-ECONÓMICO	Desarrollo económico	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	9	0	109
		Empleo	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	9	0	109
		Factores de riesgo (protección civil)	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	9	0	109
		Conflictos sociales	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
TOTAL	ASPECTOS POSITIVOS		3	3	3	3	3	3	3	3	3	27		
	ASPECTOS NEGATIVOS		6	6	6	6	6	6	6	6	6		54	
	TOTAL ARITMÉTICO		18	18	18	18	18	18	18	18	18			225

Figura 5-4 Matriz de Leopold etapa de Operación y mantenimiento.

Información propiedad de G2H, su contenido es confidencial y de uso exclusivo de la persona y/o grupo a quien va dirigido. Su copia, uso y/o distribución sin la autorización por escrito de G2H, está prohibida. COPIA CONTROLADA. Una vez impreso se convierte en COPIA NO CONTROLADA

Matriz de Leopold para la Evaluación de Impactos Ambientales

Fecha de emisión: 08/07/2026
Código / Versión: G2H-GT-FO-19 / v.2.0

MATRIZ DE LEOPOLD																
COMPONENTE AMBIENTAL		FACTOR AMBIENTAL	Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)							TOTAL		
			ETAPA DEL PROYECTO									
			CIERRE, DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO									
			Paro programado, reducción de carga y aislamiento energético.	Vaciado controlado de reactores, manejo de lodos y líquidos residuales.	Desgasificación, inertización y verificación de atmósfera segura.	Desconexión de servicios, instrumentación y sistemas de control.	Retiro de equipos, tuberías, válvulas, cables y accesorios. Desmontaje de cubiertas, geomembranas y componentes contaminados	Demolición selectiva de estructuras, cuando aplique.	Relleno, nivelación, rehabilitación y control de erosión de áreas afectadas. Monitoreo posterior al cierre hasta alcanzar condiciones aceptables y liberación ambiental del sitio	ASPECTOS POSITIVOS	ASPECTOS NEGATIVOS	TOTAL ARITMÉTICO
FACTOR ABIÓTICO	ATMÓSFERA	Calidad del aire (generación de partículas)	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0	5	-60
		Calidad del aire (emisiones)	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0	5	-60
		Ruido	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	0 / 0	-2 / 6	-2 / 6	-2 / 6	0	5	-60
	AGUA	Generación de aguas residuales	-1 / 2	-1 / 5	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 5	-1 / 5	-1 / 5	0	7	-26
		Agotamiento del recurso hídrico	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 1	0	7	-7
		Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria	-1 / 1	-1 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-1 / 2	-1 / 2	-1 / 2	0	7	-11
	SUELO	Compactación	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Morfología del terreno	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Composición del suelo	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Erosion	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Generación de residuos	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
FACTOR BIÓTICO	FAUNA	Modificación de hábitat	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Generación de fauna nociva	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Movilidad (patrones de distribución, efecto barrera)	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
	FLORA	Densidad	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Cobertura	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Diversidad, abundancia, riqueza	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
FACTOR SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL	PAISAJE	Perturbación del paisaje natural	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
		Visibilidad	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
	SOCIO-ECONÓMICO	Desarrollo económico	0 / 0	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	6	0	60
		Empleo	0 / 0	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	2 / 5	6	0	60
		Factores de riesgo (protección civil)	0 / 0	-2 / 5	-2 / 5	-2 / 5	-2 / 5	-2 / 5	-2 / 5	0	6	-60
		Conflictos sociales	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0	0	0
TOTAL	ASPECTOS POSITIVOS		0	2	2	2	2	2	2	12		
	ASPECTOS NEGATIVOS		3	7	7	4	7	7	7		42	
	TOTAL ARITMÉTICO		-4	-34	-30	6	-34	-34	-34			-164

Figura 5-5 Matriz de Leopold etapa de Cierre, desmantelamiento y abandono.

ANEXO V. METODOLOGÍA EIA. Se adjunta formato PDF con la metodología completa

Para un análisis más detallado, se desarrolló una matriz individual para cada etapa del proyecto, cuyos resultados fueron sumados para obtener el impacto total. Asimismo, se identificaron las actividades con mayor impacto positivo y negativo, así como los factores ambientales más afectados en ambos sentidos. Estos resultados se representan en las Figura 5-3, Figura 5-4, y Figura 5-5.

Interpretación de la matriz de Leopold

De acuerdo con la Matriz de Leopold, la etapa de Preparación del Sitio y la etapa de Construcción generan el mayor impacto negativo sobre el área del proyecto.

Tabla 5-5 Actividades y factores con mayor impacto positivo y/o negativo por etapa

Etapa	Actividad con mayor impacto negativo	Actividad con mayor impacto positivo	Factor con mayor impacto negativo	Factor con mayor impacto positivo	Total aritmético
Preparación del Sitio y Construcción	Delimitación física, señalización y control de accesos al área del proyecto. Habilitación de accesos temporales, patios de maniobra y zonas de almacenamiento. Instalación de servicios provisionales, iluminación, drenaje y control de escurrimientos. Movilización de maquinaria, equipo, personal y campamentos de contratistas. Rescate, retiro y manejo de vegetación o materiales	Habilitación de accesos temporales, patios de maniobra y zonas de almacenamiento. Instalación de servicios provisionales, iluminación, drenaje y control de escurrimientos. Movilización de maquinaria, equipo, personal y campamentos de contratistas.	Calidad del aire (generación de partículas) Calidad del aire (emisiones) Ruido Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria.	Desarrollo económico. Empleo. Factores de riesgo (protección civil).	-296

Etapa	Actividad con mayor impacto negativo	Actividad con mayor impacto positivo	Factor con mayor impacto negativo	Factor con mayor impacto positivo	Total aritmético
	existentes, cuando aplique. Limpieza, despalme y retiro controlado de residuos del sitio.				
Operación y Mantenimiento	Operación rutinaria de los reactores anaerobios B11A Y B11B. Operación del sistema de manejo, limpieza y aprovechamiento de biogás. Detección y corrección de fugas en sistemas de biogás. Limpieza y drenado de trampas de condensados y humedad. Limpieza y mantenimiento preventivo de líneas de conducción de biogás. Revisión de la eficiencia de los scrubbers de desulfurización U32-T1/T2. Verificación	Operación rutinaria de los reactores anaerobios B11A Y B11B. Operación del sistema de manejo, limpieza y aprovechamiento de biogás. Inspección de tuberías, válvulas y conexiones de biogás. Detección y corrección de fugas en sistemas de biogás. Limpieza y drenado de trampas de condensados y humedad. Limpieza y mantenimiento preventivo de líneas de conducción de biogás.	Calidad del aire (generación de partículas). Calidad del aire (emisiones). Ruido. Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria. Generación de aguas residuales. Agotamiento del recurso hídrico. Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria.	Desarrollo económico. Empleo. Factores de riesgo (protección civil)	225

Etapa	Actividad con mayor impacto negativo	Actividad con mayor impacto positivo	Factor con mayor impacto negativo	Factor con mayor impacto positivo	Total aritmético
	operativa de PCL, HMI y sistemas de control.	Revisión de la eficiencia de los scrubbers de desulfurización U32-T1/T2. Verificación operativa de PCL, HMI y sistemas de control. Los aspectos positivos que se encuentran asociados a esta etapa se relacionan principalmente con la dinámica de los factores socioeconómicos y generación de empleo ya que representan aumento en el desarrollo económico y el nivel de empleo en la región, particularmente en la etapa de construcción de las diferentes estructuras durante esta etapa del proyecto.			
Cierre y Abandono	Vaciado controlado de reactores, manejo de lodos	Vaciado controlado de reactores, manejo de lodos	Calidad del aire (emisiones).	Empleo Desarrollo económico	-164

Etapa	Actividad con mayor impacto negativo	Actividad con mayor impacto positivo	Factor con mayor impacto negativo	Factor con mayor impacto positivo	Total aritmético
	y líquidos residuales. Desgasificación, inertización y verificación de atmósfera segura. Retiro de equipos, tuberías, válvulas, cables y accesorios. Desmontaje de cubiertas, geomembranas y componentes contaminados. Demolición selectiva de estructuras, cuando aplique.	y líquidos residuales. Desgasificación, inertización y verificación de atmósfera segura. Retiro de equipos, tuberías, válvulas, cables y accesorios. Desmontaje de cubiertas, geomembranas y componentes contaminados. Relleno, nivelación, rehabilitación y control de erosión de áreas afectadas. Monitoreo posterior al cierre hasta alcanzar condiciones aceptables y liberación ambiental del sitio.	Calidad del aire (generación de partículas). Ruido. Generación de aguas residuales. Agotamiento del recurso hídrico. Infiltración por derrames de aceite por uso de maquinaria. Factor de riesgo (protección civil).		
Total					**-235**

De manera global, los resultados obtenidos indican que el proyecto presenta un balance ambiental predominantemente negativo (-235), asociado principalmente a las actividades de preparación del sitio y construcción, etapa en la que se concentran las mayores interacciones sobre el medio físico. En particular, actividades como la delimitación física, señalización y control de accesos al área del

proyecto, la habilitación de accesos temporales, patios de maniobra y zonas de almacenamiento, instalación de servicios provisionales, iluminación, drenaje y control de escurrimientos, movilización de maquinaria, equipo, personal y campamentos de contratistas, rescate, retiro y manejo de vegetación o materiales existentes, y limpieza, despalme y retiro controlado de residuos del sitio, así como la generación de partículas (polvo) y las emisiones a la atmósfera provenientes de la maquinaria utilizada durante la etapa de construcción, mientras que el ruido constituye uno de los factores ambientales más afectados, derivado del uso de maquinaria y ejecución de las obras. No obstante, estos impactos se consideran principalmente temporales, localizados y mitigables mediante la aplicación de medidas de manejo adecuadas.

Por otra parte, los impactos positivos más relevantes se relacionan con el desarrollo económico y la generación de beneficios asociados a la construcción y operación de la infraestructura. En las etapas de construcción, operación y mantenimiento, así como en cierre y abandono, los principales impactos negativos se vinculan a factores de riesgo relacionados con protección civil y actividades operativas específicas, como la identificación y clasificación de fugas o la demolición de obra civil; sin embargo, dichos impactos presentan una magnitud considerablemente menor respecto a la etapa constructiva.

En este sentido, el análisis integral muestra que, aunque el proyecto genera impactos adversos inherentes a la instalación y operación de un Sistema de Tratamiento de Biogás proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza, estos son controlables y compatibles con las condiciones actuales del Sistema Ambiental, mientras que los beneficios socioeconómicos asociados al desarrollo económico contribuyen positivamente a la viabilidad del proyecto.

- **Etapa de Preparación del Sitio y Construcción**

La etapa constructiva representa la fase con mayor incidencia ambiental del proyecto, registrando un balance de impactos de -296 debido principalmente a actividades como la delimitación física, señalización y control de accesos al área del proyecto, la habilitación de accesos temporales, patios de maniobra y zonas de almacenamiento, instalación de servicios provisionales, iluminación, drenaje y control de escurrimientos, movilización de maquinaria, equipo, personal y campamentos de contratistas, rescate, retiro y manejo de vegetación o materiales existentes, y limpieza, despalme y retiro controlado de residuos del sitio, las cuales generan modificaciones sobre el suelo, incremento en los niveles de ruido, emisiones atmosféricas y afectaciones puntuales a la cobertura vegetal, además de alterar de manera significativa el paisaje. Entre los componentes más impactados destaca el ruido, asociado a la operación de maquinaria, equipo y circulación de vehículos durante el desarrollo de las obras, así como la generación de partículas como polvo y emisiones a la atmósfera provenientes de la maquinaria que se empleará durante la etapa constructiva.

Por otra parte, esta etapa también genera efectos favorables vinculados al dinamismo económico y a la creación de empleo temporal, derivados de la demanda de mano de obra y servicios relacionados con la construcción. En conjunto, los impactos identificados corresponden a afectaciones localizadas y de duración limitada, susceptibles de ser controladas mediante la implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental.

- **Etapa de Operación y Mantenimiento**

Durante la etapa de operación y mantenimiento se registra un balance positivo de 225, lo que refleja que los beneficios asociados al funcionamiento del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) son mayores que las afectaciones ambientales identificadas. Las actividades con mayor incidencia negativa corresponden a las actividades de operación rutinaria de los reactores anaerobios B11A Y B11B, operación del sistema de manejo, limpieza y aprovechamiento de biogás, inspección de tuberías, válvulas y conexiones de biogás, detección de fugas y mantenimiento preventivo de equipo, debido a los riesgos potenciales relacionados con la operación del sistema; por ello, el factor ambiental más relevante en esta etapa es el asociado a protección civil, considerando la importancia de mantener medidas adecuadas de seguridad y atención ante contingencias.

Por otra parte, el principal impacto positivo se relaciona con el desarrollo económico y la generación de empleos de personal capacitado. En términos generales, las afectaciones ambientales de esta etapa son reducidas, localizadas y controlables mediante la aplicación de procedimientos operativos, mantenimiento preventivo y medidas de seguridad establecidas.

- **Etapa de Cierre, Desmantelamiento y Abandono**

Durante la etapa de cierre, desmantelamiento y abandono se presenta un balance negativo moderado de -164, asociado principalmente a actividades como el vaciado controlado de reactores, manejo de lodos y líquidos residuales, la desgasificación, inertización y verificación de atmósfera segura, el retiro de equipos, tuberías, válvulas, cables y accesorios. Desmontaje de cubiertas, geomembranas y componentes contaminados, la demolición selectiva de estructuras y el relleno, nivelación, rehabilitación y control de erosión de áreas afectadas. En esta etapa, el factor ambiental con mayor incidencia negativa continúa siendo el relacionado con protección civil, debido a la naturaleza de las actividades y a la necesidad de mantener condiciones adecuadas de control y seguridad. En términos generales, los impactos de esta etapa son temporales, localizados y de baja magnitud, por lo que pueden ser manejados adecuadamente mediante la aplicación de procedimientos operativos y medidas de seguridad correspondientes.

No obstante, también se identifican efectos positivos asociados a las actividades de relleno, nivelación, rehabilitación y control de erosión de áreas afectadas, así como el monitoreo posterior al cierre hasta alcanzar condiciones aceptables y liberación ambiental del sitio, con las cuales se busca promover la regeneración ambiental, así como el restablecimiento de las condiciones ambientales lo más similares posible en términos de composición y estructura de la vegetación a las que presentaba el sitio previo a la intervención y desarrollo del proyecto, favoreciendo con ello el restablecimiento de hábitat adecuado para el retorno de las especies de fauna ahuyentadas durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

5.5 Impactos Ambientales Residuales (IAR)

Características de los Impactos Residuales:

- ✓ **Persistencia**: Pueden ser de corto, mediano o largo plazo.

- ✓ **Irreversibilidad**: Algunos impactos residuales pueden ser irreversibles, especialmente aquellos que afectan recursos no renovables o ecosistemas frágiles.
- ✓ **Localización**: Pueden manifestarse en áreas específicas o tener un alcance regional.

En este proyecto, se identificaron los siguientes IAR:

- ➢ **Atmósfera:** Las afectaciones residuales sobre la atmósfera se consideran poco significativas y están relacionadas principalmente con la generación temporal de polvo, emisiones por maquinaria y tránsito vehicular durante las obras, así como con posibles emisiones fugitivas asociadas a la operación de la planta. Los efectos más notorios se presentan durante la etapa constructiva; sin embargo, su alcance es puntual, temporal y susceptible de control mediante medidas de manejo y mantenimiento de los equipos.
- ➢ **Agua:** Los efectos residuales sobre el recurso hídrico son reducidos, ya que el proyecto no implica consumos elevados de agua ni descargas continuas. Las posibles afectaciones se limitan a eventos aislados vinculados al uso de maquinaria, generación puntual de aguas residuales o derrames accidentales, los cuales pueden prevenirse y atenderse mediante procedimientos operativos y acciones de control adecuadas.
- ➢ **Suelo:** En el componente suelo, los impactos residuales corresponden principalmente a alteraciones localizadas derivadas de excavaciones, tránsito de maquinaria y manejo de materiales durante la instalación de la infraestructura. Asimismo, existe la posibilidad de contaminación puntual por derrames accidentales; no obstante, este tipo de afectaciones son controlables mediante medidas de contención, limpieza y disposición adecuada de residuos.
- ➢ **Fauna:** Los efectos residuales sobre la fauna se consideran bajos debido a que el proyecto se localiza en un entorno previamente transformado, donde predominan especies adaptadas a ambientes perturbados. Aunque las actividades constructivas pueden ocasionar molestias temporales por ruido o presencia de maquinaria, no se prevén modificaciones relevantes en la disponibilidad de hábitat ni en la movilidad de las especies presentes.
- ➢ **Flora:** Las afectaciones residuales sobre la vegetación son limitadas y se concentran principalmente en áreas intervenidas durante las actividades de preparación y excavación. La cobertura vegetal presente corresponde en gran medida a vegetación secundaria y especies tolerantes al disturbio, sin registrarse durante el levantamiento de campo especies incluidas en categorías de riesgo dentro del área directamente intervenida.
- ➢ **Paisaje:** Los efectos residuales sobre el paisaje son de baja magnitud. Las modificaciones visuales más perceptibles ocurren durante las actividades constructivas por la presencia temporal de maquinaria y frentes de trabajo; sin embargo, estas condiciones disminuyen una vez concluidas las obras y restablecidas las condiciones del sitio.
- ➢ **Socioeconómico:** En el componente socioeconómico se identifican efectos residuales favorables, principalmente relacionados con la generación de empleos temporales y la contratación de servicios asociados. Los impactos positivos vinculados al desarrollo económico y empleo representan los beneficios más relevantes del proyecto, manteniéndose un balance general favorable durante la operación y mantenimiento del proyecto.

Los impactos ambientales residuales del proyecto son de baja magnitud, localizados y compatibles con el entorno industrial, sin representar riesgos ambientales significativos ni afectaciones

irreversibles a los componentes ambientales. En conjunto, estos impactos, se mantienen bajo control mediante las medidas establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental y no comprometen la viabilidad ambiental del proyecto.

5.6 Conclusiones

Con base en la identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** , realizada mediante la aplicación de la matriz de Leopold, se determinó que las actividades correspondientes a las distintas etapas del proyecto —preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, así como cierre, desmantelamiento y abandono— generan interacciones con diversos componentes del medio físico, biótico, y socioeconómico del sistema ambiental donde se pretende desarrollar el proyecto.

Los resultados del análisis indican que la mayoría de los impactos identificados presentan magnitud baja a moderada y carácter temporal, principalmente asociados a las etapas de preparación del sitio y construcción, los cuales pueden ser prevenidos, mitigados o controlados mediante la implementación de las medidas ambientales propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. En cuanto a los impactos residuales, se determinó que éstos no representan afectaciones significativas, al mantenerse dentro de niveles aceptables o corresponder a modificaciones inherentes al desarrollo de infraestructura en el sitio del proyecto.

En este sentido, considerando la correcta implementación de las medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental, se concluye que los impactos residuales derivados de la ejecución del proyecto no representan una afectación significativa, por lo que el desarrollo del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** se considera ambientalmente viable bajo las condiciones actuales del sitio.

6 Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

6.1 Jerarquía de mitigación

En el marco de la jerarquía de mitigación, se priorizan las acciones para gestionar los impactos ambientales del proyecto. En primer lugar, se busca evitar los impactos mediante la modificación del diseño o la selección de alternativas menos impactantes. Cuando no es posible evitarlos, se implementan medidas para minimizar su magnitud, como el uso de tecnologías limpias o prácticas operativas mejoradas. Para los impactos residuales, se proponen acciones de reparación o restauración de los ecosistemas afectados. Finalmente, en casos excepcionales, se establecen medidas de compensación para equilibrar los impactos inevitables. Estas estrategias se alinean con las características del Sistema Ambiental, garantizando la protección de los recursos naturales y la biodiversidad.

En los últimos años, la jerarquía de mitigación se ha convertido en una buena práctica aceptada para gestionar los impactos a la biodiversidad. La jerarquía de mitigación describe la secuencia en la que se aplican los diferentes tipos de acciones de manejo, comenzando con acciones para evitar impactos a la biodiversidad y terminando con compensaciones de biodiversidad.

Según lo definido por la Iniciativa de Biodiversidad Intersectorial (CSBI por sus siglas en inglés) (CSBI, 2013a), la jerarquía de mitigación es: “La secuencia de acciones para anticipar y evitar impactos sobre la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas; y cuando no sea posible evitarlo, minimizar; y, cuando ocurran impactos, rehabilitar o restaurar; y donde permanezcan impactos residuales significativos, compensarlos. Dichas acciones a continuación se definen:

- ✓ **Evitar:** acciones tomadas para prevenir completamente los impactos a los valores de la biodiversidad, como cambiar el diseño espacial de un proyecto para prevenir impactos en ubicaciones específicas;
- ✓ **Minimizar:** acciones tomadas para reducir la duración, intensidad y/o extensión de los impactos que no se pueden evitar por completo;
- ✓ **Restaurar:** acciones tomadas para devolver áreas a un uso beneficioso y (si es posible) ayudar en la recuperación del ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido;
- ✓ **Compensaciones de biodiversidad:** inversiones en compensaciones de biodiversidad fuera del sitio para abordar los impactos residuales de un proyecto después de implementar los pasos anteriores de la jerarquía de mitigación;

Con esta jerarquía se refuerza el objetivo de tratar de evitar o minimizar los impactos potenciales desde el diseño del proyecto e implementación de este. La meta es identificar las mejores alternativas del proyecto que cumplan con un propósito y necesidad, pero hacerlo con el menor impacto ambiental posible.

6.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Se entiende por mitigación cualquier proceso, actividad o diseño para evitar, reducir o remediar cualquier impacto adverso al ambiente causado por el desarrollo de un proyecto. Asimismo, se entiende por estrategia como la técnica y conjunto de actividades destinadas a conseguir un objetivo.

En este sentido, de acuerdo con la metodología aplicada para la evaluación de los impactos ambientales, éstos se agruparon conforme a los factores ambientales en los que inciden (ver Matriz de Leopold). Los resultados del análisis indican que los impactos asociados al proyecto de red de distribución de gas natural son, en su mayoría, de carácter temporal y se concentran principalmente en la etapa de construcción, afectando de manera directa únicamente las áreas donde se desarrollan las actividades de instalación de la infraestructura. Durante la etapa de operación, los impactos son predominantemente de carácter puntual y de baja magnitud, asociados a la presencia y funcionamiento de la red dentro de un entorno previamente urbanizado e intervenido, por lo que no se prevén afectaciones significativas a escala regional ni modificaciones sustanciales en la dinámica del Sistema Ambiental.

De acuerdo con los impactos ambientales identificados y evaluados en el Capítulo V, se presenta la Tabla 6-1 con las medidas de mitigación mostrando componente ambiental y factor.

Para la definición de las medidas de prevención (PRE), mitigación (MIT) y compensación (COM), se considera la interrelación existente entre los componentes ambientales, particularmente suelo, agua y aire, los cuales forman parte de procesos biogeoquímicos integrados; por lo tanto, cualquier alteración en uno de estos elementos puede generar efectos indirectos sobre los demás. En este contexto, a continuación, se presenta la Tabla 6-1 que integra las medidas propuestas para el presente proyecto:

Tabla 6-1 Descripción de medidas de mitigación, prevención, compensación y restauración

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
Abiótico	Atmósfera	Calidad del aire (generación de partículas)	X				x	x		x	x	x			-Planeación y estimación adecuada de las actividades para evitar al máximo posible exceso de levantamiento de partículas. -Se harán riegos de forma constante en las áreas de movimiento de maquinaria y el equipo de transporte en horas de trabajo, para evitar la generación de polvos, adicionalmente los camiones que transporten escombros se cubrirán con lonas para evitar la dispersión de estos. -Se establecerán límites de velocidad en el tránsito de los caminos, para minimizar la generación del polvo durante los recorridos de los vehículos. -Supervisión de las áreas de trabajo para tener orden y limpieza de los equipos, maquinaria y materiales necesarios para la correcta ejecución del proyecto.	Debido a que este impacto es inherente al proyecto y que la etapa en las que será generado es por periodos relativamente cortos, se estima que con las presentes medidas de prevención y mitigación pueda verse reducido al mínimo el impacto en la calidad del aire por generación de polvos. Se estima una reducción de hasta un 70 %.
		Calidad del aire (emisiones)	x				x	x	x	x	x	x			-Se solicitará a los contratistas que ofrecen servicios de prestación de maquinaria y vehículos	Se plantean medidas de prevención, mitigación y restauración lo cual puede llevar a reducir dicho impacto de forma significativa y

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															que cuenten con mantenimientos calendarizados con la finalidad de reducir las emisiones por el uso de estos. -Se dará total atención y cumplimiento a las medidas que la autoridad en los tres niveles de gobierno establezca durante todas las etapas del proyecto. -Se presentará ante la autoridad Licencia Funcionamiento y la Cédula de Operación Anual (cada año) conforme a la legislación ambiental aplicable al proyecto con la finalidad de cumplir cabalmente. -En la etapa de operación y mantenimiento que es la etapa con el periodo de tiempo mayor en todo el desarrollo del proyecto, se dará cumplimiento a emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, para que éstas no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas	contribuir con las acciones de los tres niveles de gobierno para combatir el cambio climático.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															técnicas ecológicas correspondientes, tal como es mencionado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.	
		Ruido	x				x	x		x	x	x			-La maquinaria, vehículos y equipo contarán con un programa de mantenimiento preventivo, manteniendo los registros actualizados. -Dar cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, estableciendo los métodos de seguridad en ambientes laborales en donde se genere ruido, con la finalidad de garantizar la salud de los trabajadores. -Se concientizará y/o capacitará al personal en el uso de equipo de protección personal. -Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horarios de actividad normal en las instalaciones. -Los niveles de ruido generados cumplirán con los Límites Máximos Permisibles (LMP's), establecidos en la NOM-	Debido a que este impacto es inherente al proyecto y que la etapa en las que será generado es por periodos relativamente cortos, se estima que con las presentes medidas de prevención y mitigación pueda verse reducido dicho impacto. Se estima que los efectos de dicho impacto sobre el personal sean mínimos al contar con el EPP correspondiente, mismo que será proporcionado a todo trabajador y externo que visite las instalaciones por parte de CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															081-SEMARNAT-1994.	
	Agua	Generación de aguas residuales	x				x	x	x	x	x	x			-Se establecerá un programa de capacitaciones para concientizar al personal de la importancia del medio ambiente y de las obligaciones ambientales adquiridas por el desarrollo del Proyecto con la finalidad del uso consciente del recurso hídrico. -Impartición de pláticas de inducción en materia de protección ambiental para todo el personal externo e interno que labore en cada una de las actividades del proyecto. -En la etapa de preparación de sitio y construcción se considera la renta de baños portátiles, con una empresa que se encargue totalmente de la disposición de los residuos generados. -En la etapa de operación y mantenimiento la vinaza se utiliza como sustrato orgánico para la generación de biogás en digestores anaerobios, por lo que las aguas residuales	Se ha establecido que por el tipo de giro y las actividades contempladas para el desarrollo del proyecto la generación de aguas residuales será moderada, aunado a lo anterior con las medidas de prevención y mitigación planeadas, el impacto puede reducir en un 50%. En la etapa de operación y mantenimiento, específicamente en la disposición de aguas, se procurará llevar a cabo ciertas buenas prácticas como programas específicos de control de calidad, mantenimiento y monitoreo ambiental de la laguna de oxidación.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															generadas provendrán solamente de las actividades de oficina y/o cocina.	
		Agotamiento del recurso hídrico	X				x	x	x	x	x	x			-Se establecerá un programa de capacitaciones para concientizar al personal de la importancia del medio ambiente y de las obligaciones ambientales adquiridas por el desarrollo del proyecto con la finalidad del uso consciente del recurso hídrico. -Impartición de pláticas de inducción en materia de protección ambiental para todo el personal externo e interno que labore en cada una de las actividades del proyecto.	Se ha establecido que por el tipo de giro y las actividades contempladas para el desarrollo del proyecto el uso del recurso hídrico será moderado, aunado a lo anterior con las medidas de prevención y mitigación planeadas el impacto puede reducir en un 50%.
		Infiltración por derrames de aceite (uso de maquinaria)	x				x	x		x	x				-Se solicitará a los contratistas que ofrecen servicios de prestación de maquinaria y vehículos que cuenten con mantenimientos calendarizados con la finalidad de reducir los derrames y eviten limpiar o filtrar estos con algún cuerpo de agua. -En cuanto a la actividad de	Debido a que las etapas en las que pudiera presentarse dicho impacto son por periodos relativamente cortos, se estima que con las presentes medidas de prevención pueda verse reducido.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															generación de biometano, no se contempla la contaminación del agua con estos residuos.	
	Suelo	Compactación	X				x				x				-Solo se harán nivelaciones y rellenos en las áreas previamente delimitadas, por ningún motivo se realizarán fuera de las áreas delimitadas previamente. -Evitar compactaciones innecesarias que conlleven a la pérdida de infiltración fuera del área del proyecto. -No existirá la apertura de nuevos caminos, se utilizarán los caminos existentes para mover al personal y maquinaria estrictamente necesaria para el proyecto.	Es importante mencionar que dicho impacto es mínimo ya que se dará por un periodo corto de tiempo, solo maquinaria y trabajos muy específicos podrían generarlo.
		Morfología del terreno	x				x			x	x				-Las actividades relacionadas con el Proyecto se realizarán dentro del predio y actualmente perteneciente a CAMPARI MÉXICO S.A de C.V, y actualmente es un sitio cuya morfología original ya ha sido modificada, por lo que no existirán mayores afectaciones.	Es importante mencionar que dicho impacto es mínimo ya que se dará por un periodo corto de tiempo, solo maquinaria y trabajos muy específicos podrían generarlo.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
		Composición del suelo	X				x	x		x	x	x			- Para evitar el ingreso de químicos industriales, se realizará un monitoreo diario en la maquinaria empleada en las etapas de preparación del sitio y construcción, con el propósito de evitar derrames provenientes de dichos equipos - Los materiales empleados para la cimentación estarán libres de cualquier tipo de aditivo que pudiese representar un riesgo para el suelo.	Debido a que este impacto es inherente al proyecto, se estima que los efectos de dicho impacto sobre el suelo son muy puntuales, no se prevén afectaciones fuera de las instalaciones por parte de CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V.
		Generación de residuos	x				x	x		x	x	x			-Los materiales pétreos que se generen serán reutilizados en las actividades de conformación, nivelación y compactación de las obras del proyecto. -Se capacitará al personal para la correcta clasificación de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos. -El almacenamiento temporal de los residuos peligrosos se realizará en contenedores de acero, resguardados en un área segura, supervisada y de acceso restringido, con	Debido a que este impacto es inherente al proyecto y que las etapas en las que serán mayormente generado son por periodos relativamente cortos, se estima que con las presentes medidas de prevención y mitigación pueda verse reducido al mínimo el impacto en la calidad del suelo. Se estima una reducción de hasta un 90 % siempre y cuando se cumpla con la clasificación y disposición adecuada de dichos residuos.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															piso de concreto, canales perimetrales de contención y señalización preventiva. -El manejo y disposición de los distintos tipos de residuos que serán generados por las actividades propias del proyecto, se sujetarán a un plan interno de control y manejo, así como a los planes que establece la normatividad ambiental. -Se contratarán empresas que se encargarán de la recolección de residuos generales (peligros, manejo especial y en su caso, residuos sólidos urbanos) -Se establecerá un programa de capacitaciones para concientizar al personal de la importancia del medio ambiente y de las obligaciones ambientales adquiridas por el desarrollo del proyecto. -Dentro del predio se asignarán sitios exclusivos para el almacenamiento de los materiales y equipos a utilizar, para así evitar la	

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															mínima afectación al suelo. -Supervisión de las áreas de trabajo para tener orden y limpieza de los equipos, maquinaria y materiales necesarios para la correcta ejecución del proyecto. -Los residuos peligrosos como estopas, aceites gastados y similares, se separarán y almacenarán temporalmente en un almacén especialmente diseñado para ese efecto, previa a su envío al sitio de disposición final, mediante la contratación del servicio de una empresa especializada que cuente con la autorización de la autoridad ambiental para su recolección y transporte a sitios de disposición final autorizados. -Se llevará una bitácora de control en donde se registrarán los residuos generados y se llevará un archivo con los comprobantes de la disposición final. -Una vez terminada la etapa de construcción, se tendrá que contar con un	

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), aplicable a las actividades consideradas como altamente riesgosas, donde se describan las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental (que será el Estudio de Riesgo que se presenta junto con esta MIA, pero actualizado a la ingeniería as-built).	
		Erosión	x				x	x		x	x	x			-Las actividades de desmonte y despalme se realizarán únicamente en el área requerida para el desarrollo del proyecto. -No existirá la apertura de nuevos caminos, se utilizarán los caminos existentes para mover al personal y maquinaria estrictamente necesaria para el proyecto. -Las actividades de despalme y desmonte se efectuarán de manera programada, gradual y direccional, para disminuir los riesgos de erosión.	Es importante mencionar que dicho impacto será mayor en las etapas con periodos corto de tiempo, se consideró que en la etapa de operación y mantenimiento será mínimo y solo por causas muy específicas y de tipo natural. Se hará uso consiente de dichas actividades.
Biótico	Fauna	Modificación de hábitat (espacios			x		x				x	x			-Las actividades de	Es importante mencionar que dicho impacto será

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
		para especies invasoras)													desmonte y despalme se realizarán únicamente en el área requerida para el desarrollo del proyecto. -No existirá la apertura de nuevos caminos, se utilizarán los caminos existentes para mover al personal y maquinaria estrictamente necesaria para el proyecto.	generado solo al inicio del. Aunado a lo anterior se hace relevante mencionar que las actividades se realizarán dente del predio propiedad de CAMPARI MÉXICO, S.A. de C.V. el cual ya había sido impactado, por lo cual la cobertura tanto de flora y fauna es poca.
		Perturbación de ciclo de vida	x					x		x	x	x				
		Importancia biológica y socioeconómica	x					x	x	x	x				-Se establecerá un programa de capacitaciones para concientizar al personal de la importancia del medio ambiente y de las obligaciones ambientales adquiridas por el desarrollo del proyecto. -Quedará estrictamente prohibida cualquier acción que se pueda considerar como maltrato hacia la fauna silvestre, por lo que se realizarán platicas de concientización hacia el personal durante las diferentes etapas del proyecto. -Se ejecutará un programa de rescate, reubicación y ahuyentamiento de fauna silvestre, con el propósito de prevenir al máximo	Pese a las actividades que realiza actualmente CAMPARI MÉXICO.A de C.V, se han reportado varias especies de vertebrados silvestres en zonas aledañas al sitio, lo cual se puede interpretar como una baja o nula alteración a las actividades de dichos organismos, por lo que las medidas de prevención reducirán al mínimo dicho impacto.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															cualquier afectación.	
	Flora	Densidad	x				x				x	x	x		-Las actividades de desmonte y despalme se realizarán únicamente en el área requerida para el desarrollo del proyecto. -No existirá la apertura de nuevos caminos, se utilizarán los caminos existentes para mover al personal y maquinaria estrictamente necesaria para el proyecto. -Se permitirá la regeneración natural de la vegetación. Está medida contribuirá a compensar parcialmente las áreas desmontadas.	Actualmente, el sitio en el que se pretenden llevar a cabo las actividades del proyecto presenta cierto grado de impactación, y la cobertura de flora es muy baja, por lo que este factor ambiental se verá con un mínimo de impactos.
		Cobertura	x				x				x	x	x		-Las actividades de desmonte y despalme se realizarán únicamente en el área requerida para el desarrollo del proyecto. -No existirá la apertura de nuevos caminos, se utilizarán los caminos existentes para mover al personal y maquinaria estrictamente necesaria para el proyecto. -Se permitirá la regeneración natural de la vegetación. Está medida contribuirá a compensar	Es importante mencionar que dicho impacto será generado solo al inicio del proyecto y en una mínima área, con respecto al área total del predio. Aunado a lo anterior se hace relevante mencionar que previo a la adquisición del predio por parte de CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V. este ya había sido impactado por el arrendatario, por lo cual la cobertura tanto de flora es poca.

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															parcialmente las áreas desmontadas.	
		Diversidad, abundancia, riqueza	x				x				x	x	x		-Las actividades de desmonte y despalme se realizarán únicamente en el área requerida para el desarrollo del proyecto. No existirá la apertura de nuevos caminos, se utilizarán los caminos existentes para mover al personal y maquinaria estrictamente necesaria para el proyecto. -Quedará estrictamente prohibida la extracción de cualquier ejemplar de flora susceptible para ser reubicado. -Se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, con el propósito de prevenir al máximo cualquier afectación.	Es importante mencionar que dicho impacto será generado solo al inicio del proyecto y en una mínima área, con respecto al área total del predio. Aunado a lo anterior se hace relevante mencionar que previo a la adquisición del predio por parte de CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V. este ya había sido impactado por el arrendatario, por lo cual la cobertura tanto de flora es poca.
	Paisaje	Perturbación del paisaje natural	x				x				x	x	x		-Las actividades de desmonte y despalme se realizarán únicamente en el área requerida para el desarrollo del proyecto. -No existirá la apertura de nuevos caminos, se utilizarán los caminos existentes para mover al personal y maquinaria	Es importante mencionar que dicho impacto será generado solo al inicio del proyecto y en una mínima área dentro de las instalaciones. Aunado a lo anterior, se hace relevante mencionar que previo a la adquisición del predio por parte de CAMPARI
		Visibilidad	x				x				x	x	x			

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															estrictamente necesaria para el proyecto. -Se permitirá la regeneración natural de la vegetación. Está medida y la inclusión o reproducción de algunas especies originarias dentro del área del proyecto, contribuirá a restaurar parcialmente las áreas desmontadas y a disminuir la afectación al paisaje. -Se establecerá un programa de capacitaciones para concientizar al personal de la importancia del medio ambiente y de las obligaciones ambientales adquiridas por el desarrollo del proyecto.	MÉXICO, S.A. DE C.V. este ya había sido impactado por el arrendatario, por lo cual el elemento paisaje no se verá afectado.
Socioeconómico y cultural	Socioeconómico	Desarrollo económico	Impactos positivos				x	x	x	x	N/A				-Se contratará personal calificado específico para cada actividad a desarrollar. -Se buscará contratar personal y prestadores de servicios propios de la zona, con el objetivo de aumentar el desarrollo económico. -Materiales utilizados en la construcción serán de las	Resulta muy relevante mencionar que este impacto positivo se dará durante todas las etapas, el proyecto contribuirá al desarrollo económico de la zona.
		Empleo					x	x	x	x						

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															casas contratistas de las zonas aledañas. -Se buscará el bienestar del personal contratado ofreciendo sueldos justos y servicio médico según aplique.	
		Factores de riesgo (protección civil)			x		x	x	x	x	x				-Capacitación constante al personal en temas de seguridad, durante todas las etapas del proyecto. -Una vez terminada la etapa de construcción, se tendrá que contar con un Programa para la Prevención de Accidentes (PPA), aplicable a las actividades consideradas como altamente riesgosas, donde se describan las medidas y acciones de prevención contra los riesgos analizados en el Estudio de Riesgo Ambiental (que será el Estudio de Riesgo que se presenta junto con esta MIA, pero actualizado a la ingeniería as-built).	Debido a las características del proyecto y al tratarse de una actividad altamente riesgosa se dará particular atención a las recomendaciones y medidas de prevención que arrojen los distintos estudios que serán elaborados. Aunado a lo anterior se dará capacitación constante al personal en las distintas etapas del proyecto lo cual permitirá mantener los niveles de riesgo en un nivel tolerable.
		Conflictos sociales			x		x	x	x	x	x				-Se buscará contratar personal y prestadores de servicios propios de la zona, con el objetivo de aumentar el desarrollo económico.	Resulta muy relevante mencionar que este impacto positivo se dará durante todas las etapas, el proyecto contribuirá al desarrollo económico de la

Factor ambiental	Subfactor	Impacto Ambiental	Tipo de impacto				Etapa de ocurrencia				Tipo de medida				Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
			*	**	***	****	+	++	+++	++++	°	°°	°°°	°+		
															-Materiales utilizados en la construcción serán de las casas contratistas de las zonas aledañas. -Se buscará el bienestar del personal contratado ofreciendo sueldos justos y servicio médico según aplique.	zona, por lo que se espera que no existan Conflictos sociales de algún tipo durante cualquiera de las etapas del Proyecto.

***Impacto Ambiental Acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

****Impacto Ambiental Sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

*****Impacto Ambiental Significativo o Relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

******Impacto Ambiental Residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

+ Preparación del sitio
+ Construcción
+++ Operación y mantenimiento
++++ Abandono
° Prevención
°° Mitigación
°°° Restauración
°+ Compensación

6.3 Medidas en materia de Cambio Climático

Las medidas propuestas por **CAMPARI MÉXICO, S.A. DE C.V**. contemplan todas las etapas de desarrollo del proyecto, teniendo especial atención en la etapa operativa y de mantenimiento, ya que es la etapa más larga y se pretende tener continuidad en la operación durante la el tiempo de vida del Proyecto, por lo que se dará cabal cumplimiento a emplear equipos y sistemas que controlen las emisiones a la atmósfera, con el propósito de no rebasen los niveles máximos permisibles establecidos en las normas técnicas ecológicas correspondientes tal como se establece en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, en donde se establecerán metas y acciones, se realizará un diagnóstico de emisiones, se implementará un programa de detección y reparación a fugas, posterior al inicio de operación del proyecto, contribuyendo así en gran medida a la diminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

De igual forma, se contempla la formulación de un plan de contingencias ambientales e hidrometeorológicas, que incluya estrategias de respuesta, evacuación y abandono del sitio en caso de presentarse eventos extraordinarios.

6.4 Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) contempla medidas o acciones de control, prevención, mitigación o compensación propuestas en el presente estudio de impacto ambiental, así como aquellas que deriven de la autorización emitida por la SEMARNAT y las que pudieran establecerse durante el desarrollo del proyecto. Para tal efecto, se llevará a cabo una supervisión ambiental continua en todas las etapas del proyecto, con el objetivo de verificar la correcta implementación y efectividad de las medidas, así como detectar oportunamente cualquier desviación o riesgo ambiental

El cumplimiento de dichas medidas será documentado mediante registros, bitácoras, reportes, evidencias fotográficas y demás documentos de soporte, los cuales formarán parte de los informes de seguimiento correspondientes.

En este sentido, el proyecto, bajo la aplicación de las medidas de protección ambiental para los componentes aire, agua, suelo y paisaje, así como las acciones previstas para la etapa de cierre, desmantelamiento y abandono, se considera ambientalmente viable, al no generar impactos distintos a los previamente evaluados y al contar con medidas suficientes para su prevención, mitigación y control.

Ver ANEXO VI Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

6.5 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

En su momento se realizará lo correspondiente al trámite de los seguros, tomando en cuenta lo que se indique en este Manifiesto de Impacto Ambiental y su correspondiente Estudio de Riesgo Ambiental. En cuanto a los seguros por responsabilidad civil y responsabilidad a terceros será determinado conforme a los lineamientos aplicables.

6.6 Conclusiones

Derivado del análisis de las medidas preventivas, de mitigación y de control ambiental aplicables al proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP), se concluye que dichas medidas mantienen su vigencia, pertinencia y aplicabilidad.

En este sentido, las medidas establecidas resultan suficientes para prevenir, mitigar y/o controlar los impactos asociados a las distintas etapas del proyecto, garantizando la protección de los componentes ambientales y el cumplimiento de la normatividad aplicable en materia de equilibrio ecológico y protección al ambiente.

Asimismo, el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) constituye un instrumento eficaz para el seguimiento, control y verificación del cumplimiento de las medidas propuestas, permitiendo la detección oportuna de desviaciones y la implementación de acciones correctivas, en caso de ser necesario.

De igual forma, las medidas en materia de cambio climático contribuyen a la reducción y control de emisiones de gases de efecto invernadero, mediante la implementación de tecnologías y programas de monitoreo acordes con la naturaleza del proyecto.

En conjunto, se concluye que el proyecto, es ambientalmente viable, en tanto que los impactos generados son los previamente evaluados, no se identifican afectaciones adicionales al sistema ambiental y se cuenta con medidas adecuadas para su prevención, mitigación y control, sin que se prevea la generación de desequilibrios ecológicos.

7 Pronósticos ambientales, y en su caso evaluación de alternativas

El presente capítulo tiene como objetivo establecer los pronósticos ambientales del proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** a partir del análisis integral de los impactos ambientales identificados y evaluados en los capítulos anteriores de la Manifestación de Impacto Ambiental. Para la evaluación del comportamiento de los componentes ambientales, se considera la aplicación de medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación, definidas en función de la etapa del proyecto (operación y mantenimiento, así como cierre, desmantelamiento y abandono). Dichas medidas están orientadas al control de emisiones, manejo adecuado de residuos, mantenimiento de las condiciones operativas y atención de posibles interacciones con el entorno, lo que permite prever que los impactos se mantendrán en niveles bajos y controlados a lo largo del tiempo.

El análisis se desarrolla mediante la construcción y comparación de distintos escenarios ambientales, los cuales permiten evaluar la evolución del sistema ambiental bajo tres condiciones: escenario sin proyecto, escenario con proyecto, y escenario con proyecto incorporando la implementación de las medidas ambientales propuestas. Esta metodología permite identificar las diferencias entre cada escenario, estimar la magnitud de los impactos remanentes y valorar la viabilidad ambiental del proyecto en el tiempo.

De esta manera, el presente capítulo integra la información técnica desarrollada en los apartados anteriores y constituye un elemento clave para sustentar que el proyecto puede llevarse a cabo bajo un esquema de gestión ambiental controlado, responsable y compatible con las condiciones del entorno.

7.1 Descripción y análisis del escenario sin Proyecto

El escenario sin proyecto representa la condición ambiental que prevalecería en el Sistema Ambiental en ausencia del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** considerando únicamente las dinámicas naturales del medio y las actividades antrópicas existentes. Este escenario constituye la línea base prospectiva contra la cual se comparan los cambios ambientales derivados de la ejecución y operación del proyecto, permitiendo evaluar su influencia real sobre el sistema ambiental.

Sistema Ambiental (SA). En el escenario sin proyecto, el área de estudio mantendría su estado actual, ya que se encuentra en un entorno urbano de actividades industriales, comerciales y residenciales, con un grado de modificación previo y sin la presencia de ecosistemas de alta fragilidad ambiental. Bajo esta condición, no se presentarían modificaciones derivadas de actividades de preparación del sitio, construcción, operación o abandono asociadas a la planta de biometano, por lo que la estructura y funcionamiento del medio físico y biótico continuarían desarrollándose conforme a sus procesos naturales. La cobertura vegetal, la composición del suelo y las interacciones ecológicas entre especies permanecerían bajo la dinámica ambiental existente, sin alteraciones directas inducidas por el proyecto.

De igual forma, los procesos ambientales como la infiltración, la escorrentía superficial, la erosión y la regeneración natural de la vegetación seguirían respondiendo principalmente a factores climáticos y a la variabilidad natural del ecosistema. El paisaje mantendría su configuración actual, sin cambios en la fisonomía del terreno ni en la percepción visual del entorno. En este contexto, la evolución del sistema ambiental estaría determinada por las condiciones regionales y las actividades externas al predio, manteniéndose en términos generales la continuidad de las condiciones ambientales presentes en el sitio.

Aire. El escenario sin proyecto representa la condición ambiental que prevalecería en ausencia del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** considerando únicamente las dinámicas naturales del medio y las actividades antrópicas ya existentes en la región. Bajo esta condición, la calidad del aire se mantendría con las características actuales de una zona con baja densidad de fuentes emisoras, sin la incorporación de emisiones adicionales asociadas a actividades de preparación del sitio, construcción u operación del proyecto.

En este contexto, el comportamiento de la atmósfera continuaría regulado principalmente por factores meteorológicos como la velocidad del viento, la temperatura y la baja humedad, así como por la resuspensión natural de partículas del suelo y las emisiones provenientes de actividades regionales ya establecidas. En conjunto, estas condiciones constituyen la línea base prospectiva que permite identificar el estado de referencia del aire para la evaluación de posibles cambios asociados a la implementación del proyecto.

Agua: El escenario sin proyecto considera las condiciones hidrológicas e hidrogeológicas que prevalecerían en ausencia del **"Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)",** atendiendo únicamente a los procesos naturales del ciclo del agua y a las actividades humanas ya establecidas en la región. El área se localiza dentro de la Región Hidrológica Lerma-Santiago, la cual presenta importante diversidad de condiciones fisiográficas, climáticas y de uso del territorio, por lo que sus recursos hídricos tienen relevancia para el abastecimiento público, las actividades agropecuarias y otros usos productivos, además de contribuir al mantenimiento de los ecosistemas asociados a los sistemas hidrológicos superficiales.

Bajo este escenario, las corrientes y cuerpos de agua identificados conservarían su dinámica actual, determinada principalmente por los patrones de precipitación y escurrimiento superficial característicos de la región. Asimismo, de acuerdo con la información oficial publicada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), el acuífero Ocotlán una condición de déficit y no dispone de volumen disponible para el otorgamiento de nuevas concesiones, situación que continuaría prevaleciendo en ausencia del proyecto, en función de las condiciones actuales de aprovechamiento y recarga del recurso hídrico subterráneo.

- **Cantidad:** La disponibilidad de agua en la región se mantendría en condiciones de escasez propias de una zona árida, donde la recarga natural es limitada y los aprovechamientos existentes ejercen una presión constante sobre el recurso. Los volúmenes de agua superficial asociados a corrientes intermitentes continuarían dependiendo exclusivamente de eventos de

precipitación esporádicos, sin presentarse variaciones atribuibles a la incorporación del proyecto, por lo que la oferta hídrica permanecería prácticamente constante en términos de su limitada disponibilidad.

- **Calidad:** En cuanto a la calidad del agua, en ausencia del proyecto no se generarían aportes adicionales de contaminantes asociados a actividades de construcción u operación, por lo que las condiciones actuales de los cuerpos y corrientes de agua se mantendrían determinadas por las aportaciones naturales y por las actividades antrópicas ya existentes en la región. La calidad del recurso hídrico superficial y subterráneo continuaría sujeta a procesos naturales de dilución, arrastre de sedimentos y posibles aportes difusos provenientes del entorno, sin modificaciones derivadas de la implementación del proyecto.

Suelo: En el escenario sin proyecto, las características edafológicas del área de estudio se mantendrían bajo las condiciones naturales propias de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico, dentro de la Subprovincia Altos de Jalisco, donde predominan procesos de formación y evolución del suelo asociados a un clima Semicálido subhúmedo y a una baja disponibilidad de humedad. En este contexto, los suelos conservarían su distribución y propiedades físicas y químicas determinadas por los factores formadores del medio, sin alteraciones derivadas de actividades de preparación del sitio, construcción u operación del proyecto.

De acuerdo con la información geológica y edafológica de la zona, continuarían predominando la presencia de suelo de tipo residual. Este tipo de suelo se encuentra asociado con la alteración y meteorización de los materiales geológicos subyacentes, dando lugar a una acumulación de materiales que permanecen en el sitio donde se originaron. En este escenario, los procesos naturales de erosión, intemperismo y transporte de sedimentos seguirían siendo los principales factores de cambio del suelo, sin modificaciones atribuibles al proyecto.

- **Calidad:** La calidad del suelo se mantendría determinada por las condiciones naturales propias de la región y por los usos del suelo ya establecidos en el entorno. El Área del Proyecto (AP) se encuentra completamente comprendida dentro de una unidad de Vertisol, suelo caracterizado por presentar un contenido importante de arcillas que pueden experimentar procesos de expansión y contracción ante variaciones en su contenido de humedad. Estas características pueden generar cambios en el volumen del suelo, por lo que constituyen un aspecto a considerar en relación con las condiciones de estabilidad del terreno y la infraestructura del Proyecto.
- **Relieve:** El relieve del área de estudio conservaría sus formas naturales asociadas a la Provincia Eje Neovolcánico y a la Subprovincia Altos de Jalisco, caracterizadas por un relieve compuesto principalmente por altiplanicies, mesetas, lomeríos y valles, con variaciones en la elevación y pendiente del terreno. Su configuración se encuentra relacionada con procesos de origen volcánico que han intervenido en la formación y evolución del relieve, dando lugar a diversas formas topográficas y a la presencia de materiales de origen volcánico. En términos generales, presenta una topografía variable, conformada por superficies elevadas que se intercalan con zonas de menor pendiente y áreas de valle.

Flora: En ausencia del proyecto, la vegetación mantendría las condiciones actuales, dominadas por Agricultura de riego permanente (RP), Agricultura de temporal anual (TA) y Agricultura de temporal anual y semipermanente (TAS). La composición y estructura de la cobertura vegetal continuarían respondiendo a la dinámica natural de estos ecosistemas, sin prever cambios significativos en el corto o mediano plazo.

Asimismo, el análisis florístico registró una baja biodiversidad y no identificó especies endémicas, exóticas ni incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010; no obstante, se registraron algunas especies incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Y en alguna categoría de la UICN. En este sentido, el escenario sin proyecto mantendría las condiciones actuales de la vegetación, sin modificaciones relevantes en su composición o estructura.

Fauna: La fauna mantendría las condiciones actuales del área, representada por especies de aves, mamíferos y reptiles adaptadas al entorno. Los resultados del análisis faunístico indican una baja biodiversidad, por lo que, en ausencia del proyecto, no se prevén modificaciones relevantes en la composición y dinámica de las comunidades registradas, las cuales permanecerían sujetas a las condiciones ambientales existentes. En cuanto al estado de conservación, se identificaron 3 especies especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como algunas especies incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, por lo que los programas de conservación de fauna silvestre estarán enfocados principalmente en estos organismos.

Cambio Climático: En el escenario sin proyecto, la contribución del área de estudio al cambio climático se mantendría baja, asociada únicamente a actividades antrópicas dispersas en la región. En el entorno inmediato se presentan condiciones de muy baja ocupación humana, sin asentamientos consolidados cercanos y con presencia muy dispersa de elementos antrópicos aislados en la región, incluyendo infraestructura vial y algunas actividades productivas de carácter puntual, ubicadas a considerables distancias del sitio. Estas fuentes representan aportes limitados de emisiones de gases de efecto invernadero, sin generar una presión significativa sobre las condiciones ambientales del sitio.

En este contexto, al no incorporarse nuevas fuentes de emisión asociadas al **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)**, la dinámica actual de contribución climática permanecería sin cambios atribuibles al proyecto. Las emisiones continuarían dependiendo de las actividades existentes en la región y de los patrones de movilidad e infraestructura ya establecidos, manteniéndose en general una baja intensidad de generación de gases de efecto invernadero en el área de estudio.

7.2 Descripción y análisis del escenario con Proyecto

El escenario con proyecto describe las condiciones ambientales que prevalecerían en el Sistema Ambiental derivadas de la operación, mantenimiento y posibles ampliaciones del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** considerando que la infraestructura se localiza dentro de un entorno previamente modificado por

actividades urbanas, agrícolas y de servicios, que actualmente se encuentra en funcionamiento. Este escenario permite analizar la interacción del proyecto con los distintos componentes ambientales y evaluar los cambios potenciales que podrían generarse respecto a las condiciones actuales del Sistema Ambiental, considerando únicamente los efectos inherentes a la operación de la red de distribución y sin incorporar las medidas de prevención, mitigación y control ambiental propuestas.

Sistema Ambiental (SA): La implementación del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** implicaría la transformación progresiva del área de estudio a través de sus tres etapas de desarrollo, incorporando infraestructura especializada para el proceso de biodigestión y aprovechamiento de biomasa. Esto significaría la sustitución parcial de las condiciones naturales del sitio por elementos constructivos asociados a la preparación del terreno, instalación de biodigestores, áreas operativas y estructuras auxiliares, lo que modificaría la configuración física del espacio y su relación con los componentes naturales presentes.

Como resultado, el funcionamiento del medio natural se vería alterado por la presencia de actividades industriales de tipo energético, cambiando la dinámica actual del uso del suelo y la interacción entre la vegetación, el suelo, la fauna y los procesos ambientales existentes. En este escenario, el sistema pasaría de una condición predominantemente natural a una de carácter intervenido, donde la operación del proyecto se integraría como un nuevo elemento estructurante dentro del entorno.

Aire: El desarrollo del proyecto generaría nuevas fuentes de emisión atmosférica a lo largo de sus distintas etapas, desde la preparación del sitio y construcción, hasta la operación de los biodigestores y el manejo de biomasa orgánica. Estas actividades involucrarían el uso de maquinaria, transporte de materiales y procesos de transformación biológica, lo que daría lugar a emisiones de gases de combustión y partículas suspendidas que no se presentan en la condición sin proyecto. En este sentido, la calidad del aire se vería modificada al incorporarse estas aportaciones adicionales, las cuales se integrarían a la dinámica natural de dispersión atmosférica de la zona, influenciada por condiciones climáticas como la velocidad del viento, la temperatura y la baja humedad, características de la región.

Agua: El proyecto no generaría modificaciones en la dinámica hidrológica e hidrogeológica del área de estudio derivadas de sus tres etapas de desarrollo, ya que las actividades no interactuar con los procesos naturales de escurrimiento e infiltración, así como con las condiciones propias de la Región Hidrológica Lerma-Santiago, ya que las corrientes y cuerpos de agua identificados conservarían su dinámica actual, determinada principalmente por los patrones de precipitación y escurrimiento superficial característicos de la región.

En cuanto a la cantidad y calidad del agua, el proyecto implicaría el uso de volúmenes de agua para sus procesos operativos, por lo que incrementa la demanda del recurso se cubrirá mediante el abastecimiento de pipas de agua provenientes de localidades aledañas al sitio del proyecto. Asimismo, se prevé la generación de aguas residuales únicamente en las etapas de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de abandono y desmantelamiento, cuyo manejo dependerá de la infraestructura y disposición que se establezca conforme a la normatividad aplicable. En este contexto las corrientes y cuerpos de agua identificados conservarían su dinámica actual, determinada principalmente por los patrones de precipitación y escurrimiento superficial característicos de la región.

Suelo: Las actividades asociadas a la instalación y operación del **"Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)",** se mantendrían bajo las condiciones naturales propias de la Provincia Fisiográfica Eje Neovolcánico dentro de la Subprovincia Altos de Jalisco, donde predominan procesos de formación y evolución del suelo asociados a un clima Semicálido Subhúmedo del grupo C. En este contexto, los suelos conservarían su distribución y propiedades físicas y químicas determinadas por los factores formadores del medio, sin alteraciones derivadas de actividades de preparación del sitio, construcción u operación del proyecto.

En relación con el relieve del área de estudio, conservaría sus formas naturales asociadas a la Provincia Eje Neovolcánico y a la Subprovincia Altos de Jalisco, caracterizadas por un relieve compuesto principalmente por altiplanicies, mesetas, lomeríos y valles, con variaciones en la elevación y pendiente del terreno. Su configuración se encuentra relacionada con procesos de origen volcánico que han intervenido en la formación y evolución del relieve, dando lugar a diversas formas topográficas y a la presencia de materiales de origen volcánico. En términos generales, presenta una topografía variable, conformada por superficies elevadas que se intercalan con zonas de menor pendiente y áreas de valle.

Flora: La implementación del no implicaría la remoción de la cobertura vegetal natural en el Área del Proyecto, ya que el proyecto se encuentra dentro de una zona perturbada, y en la que se realizan actividades de Agricultura de riego permanente (RP), Agricultura de temporal anual (TA) y Agricultura de temporal anual y semipermanente (TAS). La composición y estructura de la cobertura vegetal continuarían respondiendo a la dinámica natural de estos ecosistemas, sin prever cambios significativos en el corto o mediano plazo, por lo que la intervención no modifica de manera significativa la cobertura vegetal regional, limitándose los efectos a la reducción puntual de la superficie vegetada en el Área del Proyecto.

Fauna: La ejecución del proyecto no implicará la modificación significativa de las condiciones actuales del Área del Proyecto debido al deshierbe de la zona de Proyecto, y la instalación de infraestructura. La fauna mantendría las condiciones actuales del área, representada por especies de aves, mamíferos y reptiles adaptadas al entorno. Los resultados del análisis faunístico indican una baja biodiversidad, por lo que, en ausencia del proyecto, no se prevén modificaciones relevantes en la composición y dinámica de las comunidades registradas, las cuales permanecerían sujetas a las condiciones ambientales existentes. En cuanto al estado de conservación, se identificaron 3 especies especies incluidas en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como algunas especies incluidas en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, por lo que los programas de conservación de fauna silvestre estarán enfocados principalmente en estos organismos.

Cambio Climático: Durante la operación del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** se generarían emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las etapas de construcción, funcionamiento de los biodigestores, manejo de biomasa y operación de maquinaria, incorporando nuevas fuentes de emisión a la dinámica atmosférica regional. No obstante, el proyecto también contempla el aprovechamiento de residuos

orgánicos mediante procesos de biodigestión, lo que permite capturar y aprovechar el biogás que, en condiciones convencionales de descomposición, se liberaría directamente a la atmósfera como metano. En este sentido, la contribución del proyecto al cambio climático se relaciona con el equilibrio entre las emisiones generadas por sus actividades y la reducción potencial de gases de efecto invernadero derivados del aprovechamiento energético de la biomasa en un entorno con baja presión antrópica.

7.3 Descripción y análisis del escenario con Proyecto considerando las medidas de prevención, mitigación y compensación

Este escenario considera la operación de **"Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)."** bajo la aplicación oportuna y adecuada de las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensaciones propuestas, así como de aquellas orientadas al control de impactos residuales derivados de las distintas etapas del proyecto. Se prevé que la implementación de estas acciones permitirá no solo contener y reducir los efectos adversos sobre los componentes del Sistema Ambiental (SA), sino también mantener condiciones ambientales estables e incluso generar beneficios puntuales, particularmente en términos de control de emisiones, manejo adecuado de residuos y uso eficiente de los recursos dentro de un entorno previamente intervenido.

Sistema Ambiental (SA): La incorporación del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** junto con la aplicación de medidas de prevención, mitigación y restauración, permitiría que la dinámica del medio mantenga en mayor medida su equilibrio respecto a las condiciones del escenario sin proyecto, aunque con la presencia de infraestructura y actividades de carácter industrial. En este contexto, el sistema natural experimentaría una transformación controlada del uso del suelo, en la que la ocupación del terreno se concentraría únicamente en las áreas estrictamente necesarias para la instalación y operación de los biodigestores y estructuras asociadas, reduciendo la alteración de los componentes físicos y bióticos del entorno. De esta manera, la interacción entre el proyecto y el medio ambiente se daría bajo un esquema de control y manejo ambiental que busca conservar, en lo posible, las características generales del entorno regional, minimizando la fragmentación del hábitat y la alteración de los procesos naturales del sitio.

Aire: Con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación previstas, los efectos sobre la calidad del aire se reducirán de manera importante durante las etapas del proyecto. La implementación de acciones para controlar la generación y dispersión de partículas, el mantenimiento preventivo de la maquinaria, vehículos y equipos, la regulación de la velocidad de circulación, así como el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable en materia de emisiones atmosféricas y ruido, permitirá disminuir la emisión de contaminantes y mantener los niveles de calidad del aire dentro de parámetros aceptables. De igual manera, la adopción de medidas de control operacional y el seguimiento de las obligaciones ambientales favorecerán que los impactos asociados al funcionamiento del proyecto sean puntuales, de alcance local y compatibles con las condiciones ambientales del entorno, sin generar un deterioro significativo de la calidad del aire en el Sistema Ambiental.

Agua: El desarrollo del proyecto incorpora acciones orientadas a preservar la calidad y el aprovechamiento del recurso hídrico durante las etapas del proyecto. La implementación de programas de capacitación y sensibilización ambiental promoverá el uso responsable del agua y el cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte del personal. Durante la preparación del sitio y la construcción, el empleo de sanitarios portátiles con un servicio autorizado para el manejo de los residuos sanitarios evitará la generación de descargas al suelo o al agua. En la etapa de operación, el efluente líquido generado en el proceso será aprovechado para riego de las instalaciones, siempre que cumpla con la normatividad aplicable, o bien, será reincorporado al sistema de biodigestión, favoreciendo un uso eficiente del recurso. De manera complementaria, el mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos disminuirá la probabilidad de derrames accidentales que pudieran afectar este componente. Bajo estas condiciones, y considerando que el proyecto no contempla descargas directas de contaminantes a cuerpos de agua, se prevé que las condiciones hidrológicas del Sistema Ambiental se mantengan sin alteraciones significativas durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Suelo: La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento, cierre, desmantelamiento y abandono permitirá mantener bajo control las afectaciones al componente suelo a lo largo del desarrollo del proyecto. La delimitación de las áreas de trabajo, el aprovechamiento de los materiales producto de las excavaciones, el manejo integral de los residuos conforme a la normatividad ambiental, el almacenamiento temporal de materiales y residuos en áreas acondicionadas, así como la supervisión y capacitación del personal, contribuirán a prevenir procesos de contaminación y a reducir las alteraciones en las propiedades físicas del suelo. De igual forma, la utilización de los caminos existentes, la restricción de las actividades de desmonte, despalme, nivelación y tránsito de maquinaria exclusivamente a las áreas autorizadas permitirá minimizar la compactación, la erosión y la pérdida de la capacidad de infiltración. Durante las etapas de cierre, desmantelamiento y abandono, el retiro controlado de la infraestructura, el manejo adecuado de los residuos generados y la aplicación de las acciones previstas para la prevención de accidentes favorecerán que las condiciones del suelo no presenten deterioros adicionales. En conjunto, estas medidas permitirán que los efectos residuales sobre el componente edáfico permanezcan limitados al Área del Proyecto, conservándose las condiciones del suelo en el resto del Sistema Ambiental.

Flora y fauna: La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación permitirá limitar la intervención al Área del Proyecto, reduciendo la afectación sobre la flora y la fauna presentes. La delimitación de las áreas de trabajo, el uso de los caminos existentes, el manejo adecuado de los residuos, la supervisión de las actividades y la capacitación del personal contribuirán a disminuir la alteración de los hábitats y la perturbación de las comunidades biológicas durante todas las etapas del proyecto. Asimismo, en caso de identificarse especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se aplicarán las medidas de protección correspondientes para garantizar su conservación. En conjunto, estas acciones permitirán que los efectos residuales sobre el medio biótico permanezcan localizados en el Área del Proyecto, sin comprometer la estabilidad ecológica del Sistema Ambiental.

Cambio Climático: La operación de la planta está orientada a mantener un desempeño ambiental que favorezca la reducción de emisiones asociadas al cambio climático durante todo el ciclo de vida del proyecto. Para ello, se prevé el uso de equipos y sistemas de control que permitan un manejo eficiente de los gases generados en el proceso, particularmente durante la etapa de operación y mantenimiento, la cual representa el periodo de mayor duración. De manera complementaria, se llevarán a cabo diagnósticos de emisiones y acciones de seguimiento para la identificación y corrección oportuna de posibles fugas, con el fin de optimizar el funcionamiento de las instalaciones y asegurar el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. Bajo este esquema de gestión, se espera limitar la liberación de gases de efecto invernadero a la atmósfera y contribuir a la disminución de la huella de carbono asociada al proyecto, favoreciendo la compatibilidad de sus actividades con los objetivos de mitigación del cambio climático.

7.4 Pronóstico Ambiental

Con base en el análisis de los escenarios sin proyecto, con proyecto y con la aplicación de las medidas de prevención y mitigación, se prevé que los impactos derivados del desarrollo del **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP),** sean, en su mayoría, de baja magnitud y de alcance local, manteniéndose bajo control mediante la implementación de las acciones de manejo ambiental establecidas.

Sistema Ambiental (SA)

El análisis integrado del Sistema Ambiental indica que el proyecto se localiza en un entorno urbano, se prevé que, durante el desarrollo de las distintas etapas del proyecto, las modificaciones ambientales se mantengan concentradas dentro de las áreas destinadas para su ejecución. Considerando que el predio donde se pretende desarrollar la infraestructura necesaria para el funcionamiento del "Sistema de Tratamiento de Biogás proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza" se localiza en un área que actualmente se encuentra destinada a actividades de industria pesada, y que en consecuencia, presenta condiciones ambientales modificadas previamente, la cobertura vegetal en el sitio se encuentra considerablemente perturbada como resultado de las actividades antropogénicas asociadas a la operación de la planta tequilera y sin la presencia de ecosistemas de alta fragilidad ambiental. Derivado de lo anterior, se prevé que la construcción y operación del proyecto no generarán afectaciones significativas al entorno natural, ya que las actividades se realizarán en un entorno que ya ha perdido, en gran medida, sus atributos ecológicos originales. La composición biológica y las condiciones físicas del sitio permiten prever que los impactos ambientales identificados se limitarán principalmente a la fase de construcción, siendo reversibles y de baja magnitud, sin generar afectaciones permanentes a elementos ambientales sensibles, ni a la conectividad ecológica del entorno. La aplicación de las medidas de prevención, mitigación y restauración permitirá reducir la magnitud de los impactos y favorecer la recuperación de las áreas temporalmente intervenidas. En consecuencia, se estima que el Sistema Ambiental conservará su funcionalidad y equilibrio ecológico, sin generar alteraciones significativas en los procesos ambientales del entorno.

Área de Influencia (AI)

En el Área de Influencia, se prevé que las condiciones de los componentes ambientales asociados al proyecto se mantengan dentro de rangos compatibles con la normatividad aplicable, considerando la implementación de las medidas de prevención, mitigación y restauración durante las distintas etapas del proyecto. La incorporación progresiva de la infraestructura al entorno permitirá una integración con las condiciones actuales del uso del suelo, sin generar modificaciones relevantes en la dinámica del área. Asimismo, no se prevén afectaciones significativas sobre la biodiversidad local ni alteraciones que impliquen desplazamientos de comunidades humanas, manteniéndose una relación compatible entre las actividades del proyecto y las condiciones ambientales existentes.

Área del Proyecto (AP)

En el Área del Proyecto, se prevé que las condiciones ambientales se modifiquen de forma gradual conforme avance el desarrollo del proyecto. El desarrollo y ejecución de las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento y cierre, desmantelamiento y abandono) darán lugar a cambios propios de las obras y de la operación del Sistema de Tratamiento de Biogás; sin embargo, éstos permanecerán dentro del área destinada para el proyecto y serán acordes con las actividades previstas. De esta manera, se prevé que las modificaciones ambientales permanezcan limitadas al Área del Proyecto y se mantengan dentro de los niveles previstos durante la evaluación ambiental.

Análisis Integral

El análisis integral de los escenarios evaluados permite establecer que los efectos derivados del desarrollo del proyecto presentan un comportamiento diferenciado de acuerdo con la escala de análisis. En el Área del Proyecto, las modificaciones ambientales estarán asociadas principalmente a la construcción y desarrollo de la infraestructura necesaria para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Biogás, en las superficies destinadas para la instalación y operación. En el Área de Influencia, los efectos permanecerán limitados al entorno inmediato del proyecto, sin generar cambios relevantes en las condiciones ambientales predominantes. Por su parte, en el Sistema Ambiental se prevé que la estructura y funcionamiento de los componentes ambientales se mantengan estables, debido a que los impactos identificados son, en su mayoría, de carácter local y no comprometen la dinámica ambiental del entorno. En conjunto, la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y restauración permitirá mantener los impactos dentro de niveles ambientalmente aceptables, favoreciendo que el desarrollo del proyecto sea compatible con las condiciones ambientales existentes.

7.5 Evaluación de alternativas

La evaluación de alternativas de ubicación se realizó considerando los requerimientos técnicos y operativos del proyecto. El sitio seleccionado representa la opción más viable, debido a que se encuentra en las inmediaciones de la Planta Arandas, lo que permite la conducción directa del biogás generado hacia el sistema de tratamiento, acondicionamiento, y finalmente hacia la caldera U35, sin requerir trayectos de conducción del biogás prolongados, infraestructura adicional de transporte, o interconexiones fuera del predio. Asimismo, esta condición reduce significativamente los riesgos

operativos asociados al manejo de biogás, al minimizar la longitud de las líneas de conducción y facilitar la integración del sistema de biogás con infraestructura ya existente en la planta. Adicionalmente, esta ubicación resulta congruente con el objetivo principal del proyecto, consistente en aprovechar de manera eficiente en biogás generado en el tratamiento de vinaza para sustituir parcialmente el consumo de combustibles fósiles en las calderas. De manera consistente con los objetivos específicos del proyecto, la cercanía entre el sistema de tratamiento de biogás y la caldera U35 permite una operación más controlada, criterio que difícilmente podría cumplirse en un sitio que implicara mayor distancia respecto a la fuente de generación de biogás o al punto de consumo. En este sentido, no se identificaron alternativas que ofrecieran ventajas técnicas, operativas o ambientales superiores a las del sitio seleccionado, por lo que se determinó que éste constituye la opción más adecuada para el desarrollo del proyecto.

7.6 Conclusiones

A partir del análisis integral del Área del Proyecto, Área de Influencia y Sistema Ambiental, se concluye que la ejecución del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) no ocasionará modificaciones que representen un desequilibrio ambiental significativo, considerando la aplicación de las acciones de prevención, mitigación y restauración previstas durante el desarrollo del proyecto. Los resultados obtenidos del análisis de los escenarios sin proyecto, con proyecto y con la implementación de las acciones de manejo ambiental muestran que los impactos identificados se concentran principalmente en el Área del Proyecto y corresponden a las modificaciones asociadas al desarrollo de la infraestructura y operación de la planta.

Los pronósticos ambientales indican que las modificaciones esperadas permanecerán localizadas y no generarán alteraciones significativas en las condiciones ambientales del Área del Proyecto, Área de Influencia y Sistema Ambiental. Asimismo, la evaluación de alternativas permitió determinar que el sitio seleccionado representa la opción más viable desde el punto de vista técnico y operativo, debido a su cercanía con la caldera U35 de la Planta Arandas, en donde el biogás tratado será utilizado como combustible alternativo para la generación de energía térmica/vapor, reduciendo de esta manera el uso de combustibles fósiles, contribuyendo a la reducción de costos energéticos y emisiones de CO_2, sin la necesidad de construcción de infraestructura complementaria y posibles impactos asociados.

En este sentido, se concluye que el **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** presenta viabilidad ambiental, ya que los cambios previstos corresponden a las actividades evaluadas y no representan modificaciones relevantes en la dinámica ambiental del entorno.

8 Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental

8.1 Formatos de presentación

8.1.1 Documentos

Se presentará ante SEMARNAT DGIRA de forma física y digital los documentos que a continuación se enlistan.

- ✓ Manifiesto de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P) y Estudio de Riesgo (ER) impreso por ambos lados y 4 memorias USB con toda la información que complementa el estudio, mismo que será incluido en formato PDF.
- ✓ Versión pública de la MIA-P en versión digital.
- ✓ Resumen de la MIA-P y ER en formato PDF e impreso.
- ✓ Documentos de ingreso a trámite, enlistados en la carta de presentación

En lo que respecta a la documentación legal, en el ANEXO I se presenta la siguiente documentación legal:

- ✓ Acta Constitutiva de la Empresa (original o copia certificada, para su cotejo y copia simple).
- ✓ Copia Certificada del Poder del Representante Legal (original o copia certificada, para su cotejo y copia simple).
- ✓ Identificación del Representante Legal (copia simple).
- ✓ Cédula de Situación Fiscal del Representante Legal

8.1.2 Memorias

Se incluye Memoria técnico descriptiva (MTD) en el ANEXO II. Información del Proyecto, la cual se presentará tanto impresa como en una memoria USB.

8.1.3 Videos

No se incluyeron videos

8.1.4 Cartografía

ANEXO VII. Cartografía, la cual se presentará tanto impresa como en una memoria USB.

8.1.5 Fotografías

ANEXO VIII. Reporte fotográfico, el cual se presentará tanto impreso, como en una memoria USB.

8.2 Bibliografía consultada en la elaboración de la MIA-P

Se ha recopilado la bibliografía consultada, organizada por temas. Entre las fuentes destacan publicaciones oficiales del INEGI, CONABIO, CONANP y SEMARNAT, así como el Diario Oficial

de la Federación. Además, se incluye la legislación ambiental vigente a nivel estatal y municipal, detallada en la sección de vinculación jurídica:

Capítulo II

Comisión Reguladora de Energía. (2014). Parte 1. Disposiciones administrativas de carácter general en materia de medición aplicable al servicio de almacenamiento de petrolíferos (Emitidas por el entonces CRE; hoy CNE). https://www.cre.gob.mx/estudios/7parte1DACGenmateriademedici%C3%B3naplicablealservicio de almacenamientodepetrol%C3%ADf.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Panorama censal 2020. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/tableros/panorama/

Capítulo III

Comisión Nacional de Áreas Protegidas. Sitios Ramsar - CONANP. (n.d.). Gob.Mx. Consultado en Septiembre 4, 2026, de https://conanp.gob.mx/conanp/dominios/ramsar/la_conanp_y_los_humedales.php

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves. (n.d.). Gob.Mx. Consultado en Septiembre 4, 2026, de https://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Mapa Digital de México. https://gaia.inegi.org.mx/mdm6/

Diario Oficial de la Federación (última reforma 11 de diciembre de 2025). Ley de Aguas Nacionales. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

Diario Oficial de la Federación (18/03/2025). Ley de Biocombustibles. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBio.pdf

Diario Oficial de la Federación (última reforma 11/05/2022). Ley De La Agencia Nacional De Seguridad Industrial Y De Protección Al Medio Ambiente Del Sector Hidrocarburos. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LANSI.pdf

Diario Oficial de la Federación (18 de marzo de 2025). Ley De Planeación Y Transición Energética. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LPTE.pdf

Diario Oficial de la Federación (2025, última reforma 18 de marzo). Ley del Sector Hidrocarburos. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LSH.pdf

Diario Oficial de la Federación (última reforma 1 de abril de 2024). Ley General de Cambio Climático. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

Diario Oficial de la Federación (última reforma 1 de abril de 2024). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Diario Oficial de la Federación (última reforma 16 de julio de 2025). Ley General de Vida Silvestre. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf

Diario Oficial de la Federación (s.f.). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Reglamento en materia de impacto ambiental.

Diario Oficial de la Federación (última reforma 8 de mayo de 2023). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Diario Oficial de la Federación (9 de diciembre 2020). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

Diario Oficial de la Federación (Ultima Reforma publicada 31/10/2014). Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Diario Oficial de la Federación (Ultima Reforma publicada 31/10/2014). 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. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MPCCA_311014.pdf

Diario Oficial de la Federación (Ultima Reforma publicada 31/10/2014). Reglamento De La Ley General Del Equilibrio Ecológico Y La Protección Al Ambiente En Materia De Registro De Emisiones Y Transferencia De Contaminantes. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MRETC_311014.pdf

Diario Oficial de la Federación (03 de octubre de 2025). Reglamento De La Ley De Planeación Y Transición Energética. https://www.cenace.gob.mx/Docs/16_MARCOREGULATORIO/Leyes/(DOF%202025-10-03%20Presidencia)%20Reglamento%20de%20la%20Ley%20de%20Planeación%20y%20Transición%20Energética.pdf

Diario Oficial de la Federación (Ultima Reforma publicada 31/10/2014). Reglamento De La Ley General Para La Prevención Y Gestión Integral De Los Residuos. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Gobierno de México (28 de febrero de 2025). Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. /https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/981072/PND_2025-2030_v250226_14.pdf

Gobierno del Estado de Jalisco. Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Jalisco. (n.d.). Gob.mx. Consultado en septiembre 4, 2026, de https://info.jalisco.gob.mx/gobierno/documentos/3089

Gobierno del Estado de Jalisco. Ley del Agua para el Estado de Jalisco y sus Municipios. (n.d.). Gob.mx. Consultado en septiembre 4, 2026, de https://info.jalisco.gob.mx/gobierno/documentos/9112

Gobierno del Estado de Jalisco. Ley de Protección y Cuidado de los Animales del Estado de Jalisco. (n.d.). Gob.Mx. Consultado en septiembre 4, 2026, de

https://info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/leyes/ley_de_proteccion_y_cuidado_de_los_animales_del_estado_de_jalisco.pdf

Gobierno del Estado de Jalisco. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial de Jalisco. (n.d.). Gob.Mx. Consultado en Septiembre 4, 2026, de https://siga.jalisco.gob.mx/moet/

Gobierno del Estado de Jalisco. *SEMADET - ordenamientos, Región Cuenca Río Zula*. (n.d.). Gob.Mx. Consultado en Septiembre 4, 2026, de https://ordenamientoterritorial.jalisco.gob.mx/riozula

Gobierno del Estado de Jalisco. Código Urbano para el Estado de Jalisco. Gob.Mx. Consultado en Septiembre 4, 2026, de https://info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/leyes/codigo_urbano_para_el_estado_de_jalisco_1.pdf

Gobierno de San Ignacio Cerro Gordo. Plan Municipal de Desarrollo Urbano (San Ignacio Cerro Gordo). (n.d.). Gob.Mx. Consultado en Septiembre 4, 2026, de https://sanignaciocg.gob.mx/durbano/pmdu/

Naciones Unidas. (1989). Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. https://www.basel.int/default.aspx

Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. https://www.cbd.int/convention/text/

Secretaría de Energía. (2012, 29 de noviembre). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas (utilización). Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría de Desarrollo Social. (1994). NOM-081-SEMARNAT-1994, Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2012). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010). 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. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015). 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. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2005). 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. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales. (1995). NOM-045-SEMARNAT-1995, Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría de Gobernación. (1990). Decreto de promulgación del Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Gobernación. (1993, 7 de mayo). Decreto por el que se promulga el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2001). NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (1999, 31 de mayo). Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (1998). NOM-005-STPS-1998, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2010). NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad—Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2011, 6 de mayo). Norma Oficial Mexicana NOM-009-STPS-2011, Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008, 8 de noviembre). Norma Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2008, Actividades de soldadura y corte—Condiciones de seguridad e higiene. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2008). NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2015, 31 de agosto). Norma Oficial Mexicana NOM-033-STPS-2015, Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2015). NOM-022-STPS-2015, Electricidad estática en los centros de trabajo—Condiciones de seguridad. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2024). NOM-017-STPS-2024, Equipo de protección personal—Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2011). NOM-020-STPS-2011, Recipientes sujetos a presión, recipientes criogénicos y generadores de vapor o calderas—Funcionamiento—Condiciones de seguridad. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2015). NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/

Capítulo IV

Alsop III, F. J. (2001). Smithsonian handbooks: Birds of North America — Eastern Region. DK Publishing

Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. CONABIO, Instituto de Ecología A.C. 212 pp.

Biodiversidad mexicana. (s.f.). Biodiversidad mexicana. Gobierno de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/

Centro Nacional de Prevención de Desastres | Gobierno (s.f.). Atlas Nacional de Riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. 2026. https://cites.org/sites/default/files/esp/app/2026/S-Appendices-2026-03-05.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2026). EncicloVida. CONABIO. https://enciclovida.mx/

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. 2026

FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.

iNaturalistMX. Disponible en https://www.naturalist.mx. Acceso [2026].

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). Conociendo Jalisco. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825095727

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). Panorama de estadísticas de gobierno, seguridad pública y justicia. Jalisco. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463927631

Narváez, V. & G. Zapata-Ríos. 2020. Manual para el muestreo de fauna silvestre con transectos lineales. Wildlife Conservation Society. Quito. 18 pp.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). Mapas. https://inegi.org.mx/app/mapas/

Peterson, R. T. (2020). *Peterson field guide to birds of North America* (2nd ed.). Mariner Books.

Powell, R., Conant, R., & Collins, J. T. (2016). Peterson Field Guide to reptiles and amphibians of eastern and central North America (4th ed.).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s. f.). Subsistema de Información para el Ordenamiento Ecológico (SIORE). Gobierno de México. https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. (s.f.). SNIB–CONABIO. https://geoportal.conabio.gob.mx/

Capítulo V

Ortiz Camargo, J. L. (2014). Potencial del gas natural en México: sustitución de combustible [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información.

Capítulo VI

Banco Centroamericano de Integración Económica. (2015). Medidas ambientales de mitigación y control. BCIE. Obtenido de: https://www.bcie.org/fileadmin/bcie/projects/501061/150620%20MEDIDAS%20AMBIENTALES%20MEJORAMIENTO%20Y%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DE%20INFRAESTRUCTURA%20VIAL.PDF.pdf

Banco Mundial. (s.f.). Environmental and social framework. https://www.worldbank.org/en/projects-operations/environmental-and-social-framework

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (s.f.). OECD: Better policies for better lives. https://www.oecd.org/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s.f.). Forestry. https://www.fao.org/forestry/en/

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (s.f.). UNEP - United Nations Environment Programme. https://www.unep.org/

Capítulo VII

Leopold, L. B., F. E. Clarke, B. B. Hanshaw, and J. E. Balsley. 1971. A procedure for evaluating environmental impact. U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.

León Peláez, J. D. (s.f.). Evaluación del impacto ambiental de proyectos de desarrollo. Recuperado de https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001413.pdf

Loyola Avilés, E. A. (2019). Evaluación de escenarios de mitigación del cambio climático en Chile con respecto al objetivo establecido en el acuerdo de París [Tesis de pregrado, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/174965

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). Resumen del proyecto 10DU2013G0001. Recuperado de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/dgo/resumenes/2013/10DU2013G0001.pdf

8.3 Glosario de términos

Alcance: (Scoping): fase siguiente al Sondeo (screening) en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

Anaerobio: La palabra anaerobio significa "sin oxígeno". Las bacterias anaerobias son microorganismos que son capaces de sobrevivir y multiplicarse en ambientes que no tienen oxígeno. Además de las bacterias, algunos protozoarios y gusanos también son anaerobios. Anaerobio (anaeróbico) es lo contrario de aerobio. Aprovechamiento de residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materia secundados o de energía.

Área de influencia: espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

Bacterias: Las bacterias microorganismos unicelulares procariontes; es decir, que carece de núcleo y organelos rodeados por membrana. Su material genético, conformado por ADN, ARN se dispone en forma de cromosoma circular y bicatenario. Bajo un microscopio, se ven como pelotas, varas o espirales.

Son vitales para los ecosistemas del planeta. Se encuentran en todos los hábitats terrestres y acuáticos. Algunas especies pueden vivir en condiciones realmente extremas de temperatura y presión. El cuerpo humano está lleno de bacterias, de hecho, se estima que contiene más bacterias que células humanas. La mayoría de las bacterias que se encuentran en el organismo no producen ningún daño, al contrario, algunas son beneficiosas. Una cantidad relativamente pequeña de especies son las que causan enfermedades. Las bacterias también son muy importantes para la biotecnología.

Las bacterias son imprescindibles para el reciclaje de los elementos, pues muchos pasos importantes de los ciclos biogeoquímicos dependen de estas. En la industria, las bacterias son importantes en procesos tales como el tratamiento de aguas residuales, en la producción de mantequilla, queso, vinagre, yogur, etc., y en la fabricación de medicamentos y de otros productos químicos.

Biocombustible: Los combustibles gaseosos, líquidos o sólidos producidos a partir del aprovechamiento energético directo de la Biomasa o los obtenidos a partir de su procesamiento. No se consideran las mezclas de Biocombustibles con petrolíferos como Biocombustible;

Biodigestor: Elemento que permite la descomposición anaeróbica de la materia orgánica y la formación de biogás.

Biogás: Gas producto de la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno por acción directa de bacterias metanogénicas. Está compuesto básicamente de gas metano, bióxido de carbono, ácido sulfhídrico, nitrógeno e hidrogeno, entre otros.

Biomasa: La materia renovable de origen orgánico cuyo contenido energético es susceptible de ser aprovechado como Biocombustible. Se excluye a la materia de origen orgánico contenida en yacimientos y formaciones geológicas fosilizadas conocida como hidrocarburos;

Digestato: Es el material que queda después de la digestión anaeróbica de una materia prima biodegradable, tal como: lodos de aguas residuales, desechos de alimentos, desechos animales u otros productos de desecho orgánicos.

La digestión anaeróbica (DA) produce dos productos principales: el digestato fibroso que se compone de formas sólidas y líquidas, y el biogás de origen natural que se emite durante el proceso de DA; ambos productos pueden reutilizarse. Cuando se produce una descomposición adicional de estos productos por separado, se pueden extraer residuos valiosos de cada uno de ellos, lo que hace que la digestión anaeróbica sea una forma eficiente y rentable de producir combustible limpio, también de reciclar y reducir los materiales de desecho.

Eficiencia energética: El proceso de DA se basa en proporcionar calor constante al digestor, sin embargo, el nivel de energía necesario para esto es a menudo menor que la energía total emitida por las unidades CHP (calor y energía combinados) del sistema. Al capturar el exceso de energía, esta se puede utilizar para impulsar otros procesos térmicos en la planta de DA, como la evaporación y pasteurización del digestato. El calor del motor de cogeneración está disponible en dos formas: agua de refrigeración del motor (normalmente agua a 90-70 °C) y gases de escape (salidas entre 450-500 °C). En caso de que la cantidad total de cogeneración sea insuficiente para cubrir todos los procesos, se requerirán otras fuentes de energía térmica como calderas de vapor o agua, que pueden funcionar con biomasa, gas natural u otros. Decidir cómo y qué fuente de energía debe usarse para qué proceso dentro de un sistema de DA, dependerá de varios factores.

Digestión Anaerobia: La digestión anaerobia es el proceso en el cual microorganismos descomponen material biodegradable en ausencia de oxígeno. Este proceso genera diversos gases, entre los cuales el dióxido de carbono y el metano son los más abundantes (dependiendo del material degradado). En biodigestores se aprovecha esta liberación de gases para luego ser usados como combustible. La intensidad y duración del proceso anaeróbico varían dependiendo de diversos factores, entre los que se destacan la temperatura y el pH del material biodegradado.

Entorno: es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

Emisión: Sustancia en cualquier estado físico liberada de forma directa o indirecta al aire, agua, suelo y subsuelo:

Escenario: descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Evaluación ambiental: predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Evaluación ambiental estratégica: es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

Fermentación: Es un proceso catabólico de oxidación incompleta, que no requiere oxígeno, cuyo producto final es un compuesto orgánico. Es propio del metabolismo de muchos microrganismos y según los productos finales, existen diversos tipos de fermentación.

Indicador: la palabra indicador viene del verbo latín indicare, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

Indicador de impacto ambiental: expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

Índice: es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

Medidas correctivas: el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

Medio ambiente: sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

Metano: Es un hidrocarburo saturado de cadena más corta que existe. Su fórmula química es CH_4, en la que los átomos de hidrogeno están unidos a un átomo de carbono a través de enlaces covalentes. Es una sustancia incolora y no polar, que se presenta en forma de gas a temperaturas y presiones ordinarias, y se caracteriza por su baja solubilidad en fase liquida y elevada persistencia en la atmosfera.

MRU: Sistema (fijo o portátil) para análisis de la composición del biogás, con mediciones de; CH4, CO_2, H_2S, O_2 y N_2, Permitiéndonos dar seguimiento a la pureza del gas en diversos puntos del proceso.

Oxidación: reacción química donde un elemento pierde electrones, y por lo tanto aumenta su estado de oxidación.

PH: Concentración de iones Hidrógeno expresada como logaritmo negativo que representa la acidez o alcalinidad del agua

Programa de vigilancia ambiental: consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

Sistema ambiental: Espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socio-económico de la región donde se pretende establecer el proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento.

Sustentabilidad: es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

Consultoría Sustentable G2H presenta a:

CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V.

El siguiente:

Estudio de Riesgo

Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)

Septiembre 2026

Contenido:

1 Datos generales 8
2 Propósito y Alcance del ER 9
2.1 Objetivos y Alcance 9
2.2 Breve descripción del proceso 9
2.3 Antecedentes 10
2.4 Documentos de Referencia 10
2.5 Terminología y abreviaciones 10
3 Descripción del proyecto 15
3.1 Localización del proyecto 15
3.2 Criterios, Normas, Códigos para el diseño del proyecto 18
3.3 Características de los equipos de proceso 18
3.4 Descripción de obra civil 24
3.5 Descripción de obra mecánica 29
3.6 Descripción de obra eléctrica 42
3.7 Sistemas de seguridad 47
3.8 Instrumentación, medición y sistemas de control 51
4 Descripción del proceso 54
4.1 Estimación de la producción de Biogás 55
4.2 Descripción de componentes, equipos, infraestructura e instalaciones 56
4.3 Descripción de proceso de limpieza de biogás 57
4.4 Captación y manejo inicial de biogás (U31) 59
4.5 Desulfurización de biogás (U32) 60
4.6 Secado y Remoción de condensados (U33) 62
4.7 Compresión y acondicionamiento de presión (U34) 63
4.8 Aprovechamiento energético en la caldera U35 64
4.9 Características de los productos 65
4.10 Uso/Destino del Biogás 65
4.11 Diagramas de flujo 66
4.12 Sustancias involucradas 68
4.13 Características de biogás 69
4.14 Peligros del biogás 70

5 Descripción del entorno 72
5.1 Ubicación de la planta 72
5.2 Características del entorno 72
5.3 Colindancias de la instalación 73
5.4 Susceptibilidad de la zona 75
6 Evaluación y análisis de riesgos 95
6.1 Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgos 95
6.2 Análisis cualitativo de riesgo 102
6.3 Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos 103
6.4 Ocurrencia de desviaciones y valoración de consecuencias 107
6.5 Índice de riesgo 108
6.6 Matriz de Jerarquización de los Riesgos Inherentes 109
6.7 Escenarios potenciales de riesgo 111
7 Análisis de consecuencia 114
7.1 Análisis de Frecuencias 114
7.2 Análisis de consecuencias 114
7.3 Determinación de las zonas de riesgo y amortiguamiento 115
7.4 Criterios para la simulación de eventos 117
8 Representación de radios potenciales de afectación 120
9 Análisis de Vulnerabilidad e Interacciones de Riesgo 126
10 Sistemas de seguridad y medidas para administrar el riesgo 141
10.1 Sistemas de seguridad 141
11 Observaciones y recomendaciones 147
11.1 Generales del Estudio de Riesgo 147
11.2 Recomendaciones Técnico – Operativas 149
12 Conclusiones 153
13 Referencias 155
14 ANEXOS 156
ANEXO I. DOCUMENTOS BASE 156
ANEXO II. ANÁLISIS HAZOP 156
ANEXO III. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS Y SIMULACIONES 156
ANEXO IV. RESUMEN EJECUTIVO 156

Índice de tablas.

Tabla 3. 1 Coordenadas geográficas del Área del Proyecto 15
Tabla 3. 2 Coordenadas geográficas del Áreas Funcionales del Proyecto 16
Tabla 3. 3 Áreas del Proyecto 17
Tabla 3. 4 Características de equipos principales del sistema de Reactores Anaerobios B11A 18
Tabla 3. 5 Características de equipos auxiliares del sistema de Reactores Anaerobios B11A 19
Tabla 3. 6 Características de equipos principales del sistema de Reactores Anaerobios B11B 20
Tabla 3. 7 Características de equipos auxiliares del sistema de Reactores Anaerobios B11B 20
Tabla 3. 8 Características de equipos principales del sistema de Manejo de biogás (U31) 21
Tabla 3. 9 Características de equipos principales del sistema de Desulfurización de biogás (U32) 22
Tabla 3. 10 Características de equipos auxiliares del sistema de Desulfurización de biogás (U32) 22
Tabla 3. 11 Características de equipos principales del sistema de Secado y remoción de condensados (U33) 23
Tabla 3. 12 Características de equipos auxiliares del sistema de Secado y remoción de condensados (U33) 23
Tabla 3. 13 Características de equipos principales del sistema de Compresión y acondicionamieno de presión (U34) 24
Tabla 3. 14 Características de equipos principales del sistema de Aprovechamiento energético en la caldera (U35) 24
Tabla 3. 15 Equipos de proceso 29
Tabla 3. 16 Características de equipos mecánicos de Reactor principal B11A 30
Tabla 3. 17 Características de equipos mecánicos de Reactor principal B11B 32
Tabla 3. 18 Características de tuberías del influente 33
Tabla 3. 19 Características de equipos mecánicos de Sistema de manejo de Biogás (U31) 34
Tabla 3. 20 Características de tuberías del sistema de manejo de biogás (U31) 36
Tabla 3. 21 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Desulfurización) 38
Tabla 3. 22 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Secado) 39
Tabla 3. 23 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Compresión) 40
Tabla 3. 24 Características de equipos mecánicos de Caldera 41
Tabla 3. 25 Sistemas de seguridad del proyecto 47
Tabla 3. 26 Instrumentación del proyecto 52

Tabla 4. 1 Producción Máxima esperada de Biogás 56
Tabla 4. 2 Componentes, equipos, infraestructura e instalaciones 56
Tabla 4. 3 Condiciones de operación de los sistemas 58
Tabla 4. 4 Condiciones típicas de operación del sistema de Captación y manejo inicial de biogás (U31) 59
Tabla 4. 5 Condiciones típicas de operación del sistema de Desulfurización de biogás (U32) 60
Tabla 4. 6 Condiciones típicas de operación del sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33) 62
Tabla 4. 7 Condiciones típicas de operación del sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34) 63
Tabla 4. 8 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35) 64
Tabla 4. 9 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35) 65

Tabla 4. 10 Resumen de Sustancias Peligrosas 68
Tabla 4. 11 Composición de biogás 69
Tabla 4. 12 Propiedades físicas del biogás 70
Tabla 4. 13 Clasificación de riesgos a la salud de acuerdo con ECHA. 71

Tabla 5. 1 Climatología por municipio 72
Tabla 5. 2 Datos meteorológicos a 90 días (09/05/2026 al 07/08/2026) 73
Tabla 5. 3 Climatología promedio de la EMA 14040 (1991-2020) 73
Tabla 5. 4 Servicios en el área de influencia evaluada (500 m) (Mapa Digital INEGI v6.3.0) 73
Tabla 5. 5 Fenómenos Geológicos 75
Tabla 5. 6 Fenómenos Hidrometeorológicos 78
Tabla 5. 7 Fenómenos Químico – Tecnológicos 85
Tabla 5. 8 Fenómenos Socio - Organizativos 87
Tabla 5. 9 Proximidades y Cruzamientos 88

Tabla 6. 1 Antecedentes de accidentes e incidentes 96
Tabla 6. 3 Descripción de nodos seleccionados para el análisis HazOp. 106
Tabla 6. 4 Palabras guía y propiedades seleccionadas para realizar el análisis HazOp. 106
Tabla 6. 5 Índice de frecuencia para la evaluación de ocurrencia de fallas. 107
Tabla 6. 6 Índice de severidad para la evaluación de consecuencias a la Población. 107
Tabla 6. 7 Índice de severidad para la evaluación de consecuencias al Ambiente. 108
Tabla 6. 8 Regiones de Riesgo. 109
Tabla 6. 9 Jerarquización de riegos. 109
Tabla 6. 10 Escenarios potenciales de riesgo identificados del análisis HazOp. 111
Tabla 6. 11 Escenarios potenciales de riesgo identificados del análisis HazOp. 112

Tabla 7. 1 Criterios para determinación de las zonas de riesgo y amortiguamiento. 115
Tabla 7. 2 Efectos de la radiación calórica incidente. 115
Tabla 7. 3 Estimado de daños por sobrepresión en explosiones. 116
Tabla 7. 4 Criterios para determinación de las categorías de Pasquill. 118
Tabla 7. 5 Diámetro equivalente de fuga (DEF) 118

Tabla 8. 1 Tabla de resultados de la simulación de consecuencias de los escenarios de riesgo identificados en el análisis. 125

Tabla 9. 1 Descripción de los posibles receptores de Riesgo. 126
Tabla 9. 2 Interacciones de Riesgos y descripción de los posibles receptores de Riesgo 136

Tabla 10. 1 Dispositivos, equipos y sistemas de administración de riesgos. 141

Tabla 11. 1 Recomendaciones de la evaluación y estudio de riesgo..... 149

Índice de figuras

Figura 2. 1 Diagrama de Proceso / Producción de Biogás..... 10

Figura 3. 1 Representación visual del área del proyecto y ubicación de los principales componentes 17
Figura 3. 2 Vista de referencia del área de intervención del proyecto..... 27
Figura 3. 3 Referencia visual de la infraestructura mecánica y vista topográfica..... 27
Figura 3. 4 Plano estructural de referencia de los biodigestores anaerobios B11A y B11B..... 28
Figura 3. 5 Plano estructural referencia de los biodigestores anaerobios B11A y B11B..... 28
Figura 3. 6 Layout del sistema de emergencia y clasificación de áreas..... 43
Figura 3. 7 Layout de alumbrado y canalización eléctrica del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). 44
Figura 3. 8 Diagrama unifilar del sistema eléctrico del sistema de tratamiento de biogás. 45
Figura 3. 9 Plano del sistema de puesta a tierra del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS)..... 46
Figura 3. 10 Layout del sistema de pararrayos del Proyecto 47
Figura 3. 11 Plano general de rutas de evacuación 51
Figura 3. 12 Diagrama de Seguridad operacional y destino del biogás en bloques..... 51

Figura 4. 1 Planta general de ubicación de equipos de biogás..... 55
Figura 4. 2 Diagrama de Tubería e Instrumentación de los digestores anaerobios B11A y B11B 58
Figura 4. 3 Diagrama de Tubería e Instrumentación de Captación y manejo inicial de biogás (U31) 60
Figura 4. 4 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Desulfurización (U32) 61
Figura 4. 5 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33)..... 63
Figura 4. 6 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34) 64
Figura 4. 7 Flujo general del proceso en bloques..... 66
Figura 4. 8 Tren de tratamiento de biogás en bloques 67
Figura 4. 9 Balance de Materia por corriente de proceso 67
Figura 4. 10 Pictogramas del GHS (Biogás)..... 70

Figura 5. 1 Área del Proyecto 72
Figura 5. 2 Área de Influencia 74
Figura 5. 3 Colindancias Inmediatas al Área de Influencia del Proyecto 75
Figura 5. 4 Regionalización Sísmica de la zona de estudio. (CENAPRED) 76
Figura 5. 5 Presencia de Hundimientos o Agrietamientos..... 77
Figura 5. 6 Susceptibilidad de Laderas 77
Figura 5. 7 Índice de Vulnerabilidad por Inundaciones..... 79
Figura 5. 8 Índice de Peligro por Inundación..... 79
Figura 5. 9 Índice de Peligro por Sequía..... 80
Figura 5. 10 Índice de vulnerabilidad por sequía..... 80

Figura 5. 11 Número de días con Heladas 81
Figura 5. 12 Índice de días con Heladas 81
Figura 5. 13 Índice de Peligro por Tormentas de Granizo 82
Figura 5. 14 Número de días con Tormentas de Granizo 82
Figura 5. 15 Índice de Peligro por presencia de ciclones tropicales 83
Figura 5. 16 Índice de Peligro por presencia de Tormentas Eléctricas 83
Figura 5. 17 Número de días con Tormentas Eléctricas 84
Figura 5. 18 Presencia de Tornados 84
Figura 5. 19 Ductos en operación 85
Figura 5. 20 Infraestructura Industrial 86
Figura 5. 21 Gaseras 86
Figura 5. 22 Susceptibilidad a Fenómenos Socio-Organizativos 87
Figura 5. 23 Fauna - Aves 90
Figura 5. 24 Fauna - Peces 90
Figura 5. 25 Fauna - Mamíferos 91
Figura 5. 26 Fauna – Reptiles 91
Figura 5. 27 Flora 92
Figura 5. 28 Proximidades Con Zonas Vulnerables De Población 92
Figura 5. 29 Uso de suelo y vegetación 93
Figura 5. 30 Vialidades 93
Figura 5. 31 Corrientes de agua 94
Figura 5. 32 Cuerpos de agua 94

Figura 6. 1 Diagrama de flujo para realizar un análisis HazOp (adaptación de Dowell III, 1998). 103
Figura 6. 2 Grafico de Riesgo Inherente por Receptores de Riesgo. 110
Figura 6. 3 Grafico de Riesgo Total Inherente. 110

Figura 8. 1 Radios Potenciales de Afectación ER-01 (Jet Fire) 121
Figura 8. 2 Radios Potenciales de Afectación ER-02 (Jet Fire) 122
Figura 8. 3 Radios Potenciales de Afectación ER-03 (Jet Fire) 123
Figura 8. 4 Radios Potenciales de Afectación ER-04 (Jet Fire) 124

1 Datos generales

Datos generales del solicitante:

Nombre o razón social de la empresa u organismo:

CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V.

Actividad productiva principal de la instalación:

Producción y aprovechamiento de biogás

Domicilio del establecimiento:

[redacted]

Domicilio para oír y recibir notificaciones:

[redacted]

Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación:

_____
Nombre, Firma y Puesto

Datos generales del responsable técnico de la elaboración del estudio:

Nombre o razón social de la empresa u organismo:

CONSULTORÍA SUSTENTABLE G2H, S.A.S. DE C.V.

Registro Federal de Contribuyentes de la empresa:

CSG171027376

Nombre completo, puesto y firma de las personas responsables de la elaboración del estudio.

[redacted]
alista de Riesgos
dula: 14461473

Coordinadora de Estudios Técnicos/Líder de Análisis de Riesgos
FS Engineer (TÜV Rheinland) Certificate #27378/23
EC-0889: D-0010137522

[redacted]

Vinculación de Proyectos G2H/Líder de Análisis de Riesgos
FS Engineer (TÜV Rheinland) Certificate #17983/19
EC-0889: D-0001600321

2 Propósito y Alcance del ER

2.1 Objetivos y Alcance

El presente "Estudio de Riesgo" tiene como objetivo identificar los peligros y riesgos asociados al medioambiente y a la población que puedan surgir en el desarrollo del proceso del proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) dentro de las instalaciones de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. y establecer las medidas de seguridad apropiadas que mitiguen la ocurrencia y consecuencias de tales riesgos.

Por lo que, para la identificación de peligros, evaluación y análisis de los riesgos de este proyecto, se tomara la información proporcionada por CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., así como la información considerada en el Manifiesto de Impacto Ambiental.

Así mismo declara a través de la información proporcionada, que toda la ingeniería diseño, equipos, accesorios y materiales, fueron elaborados y/o seleccionados con base en los lineamientos establecidos en la Normatividad Mexicana Aplicable y que con ello garantiza la seguridad operacional, pieza clave para el control de los riesgos asociados con el medioambiente y la población, conforme a lo relacionado al proceso.

Como parte de su compromiso con la salud, seguridad, protección ambiental y normatividad aplicable CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. establecerá procedimientos para identificar y mitigar los riesgos que puedan comprender la seguridad e integridad del entorno socioambiental, a través de un respectivo programa de prevención de accidentes (PPA) y un protocolo de respuesta a emergencias (PRE).

Para ello, se realiza un análisis del entorno donde se ubican la instalación, y se incluye un análisis preliminar de riesgos a fin de identificar accidentes previos en instalaciones similares. Posteriormente, se realiza un análisis de riesgos y operabilidad (HazOp) de las instalaciones, a fin de identificar los riesgos inherentes al proyecto. La siguiente etapa consiste en realizar el análisis de vulnerabilidad con base en la simulación de consecuencias de los eventos identificados durante el HazOp.

2.2 Breve descripción del proceso

El proyecto desarrollado por CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. comprende una serie de procesos que inician a partir de la recepción de vinaza, como resultado directo del proceso de destilación de tequila desarrollado en Planta Arandas, previo a su alimentación a los reactores anaerobios, pasa por las etapas internas de recepción, conducción y ecualización previstas para homogenizar caudal y carga orgánica. La transformación principal ocurre mediante digestión anaerobia en los reactores BVF B11A y B11B, en ausencia de oxígeno, donde microorganismos degradan la materia orgánica contenida en la vinaza. Como resultado de este proceso se genera biogás que posteriormente será enviado al BTS.

El proceso en el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS), inicia con la separación de humedad y sedimentos, seguida por el manejo mediante sopladores y la disponibilidad de antorchas o venteo de emergencia para condiciones no rutinarias. Posteriormente, la corriente pasa por la etapa de desulfurización U32, donde se remueve H_2S para reducir corrosividad, toxicidad y riesgos asociados al uso energético. Después, el biogás se seca en el equipo U33 mediante enfriamiento y separación de condensados, y finalmente se acondiciona en presión mediante los sopladores booster U34 para garantizar las condiciones requeridas de suministro hacia la caldera.

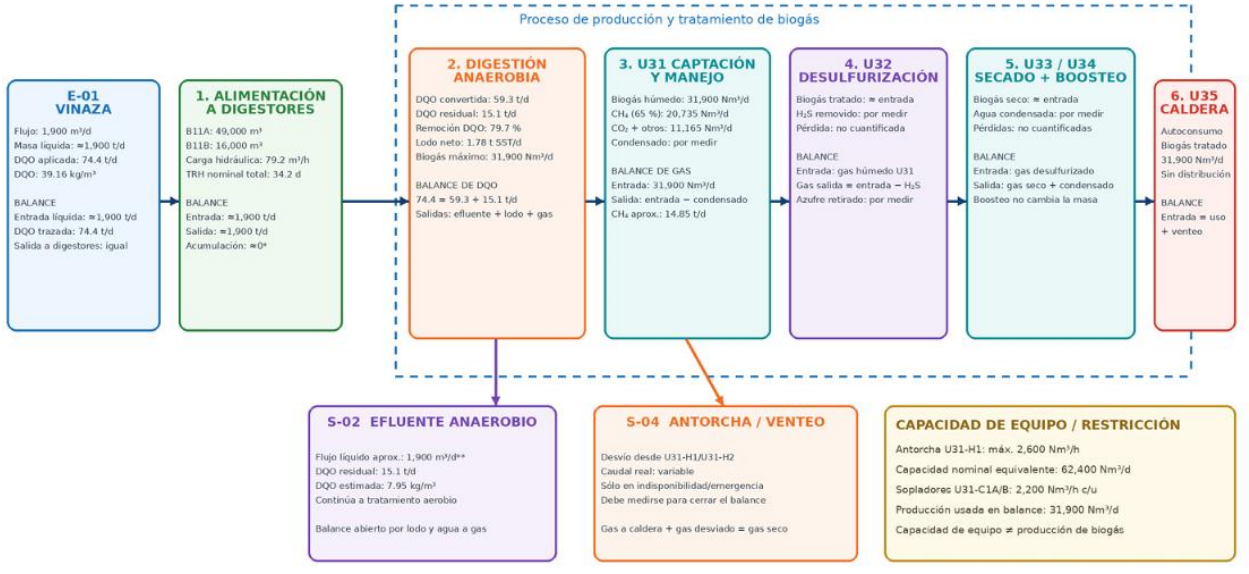


Figura 2. 1 Diagrama de Proceso / Producción de Biogás

2.3 Antecedentes

El proyecto **Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP)** cuenta con autorización en materia de impacto ambiental en el ámbito estatal ante la Dirección de Protección y Gestión Ambiental, de la Dirección de Evaluación de Impacto Ambiental, mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Especifica (MIA-E), ingresados el 07 de octubre del 2022, quedando registrados con No de Oficio SEMADET DGPGA/DEIA No. 692/0823/2023. en el que se establecieron los términos y condicionantes para el desarrollo del proyecto en el ámbito de competencia federal.

2.4 Documentos de Referencia

- Fichas técnicas (26)
- Planos (39)
- MTD_Campari

En el ANEXO I. DOCUMENTOS BASE, se encuentra la lista de cotejo de la información proporcionada para elaborar el Estudio de Riesgo.

2.5 Terminología y abreviaciones

Amenaza: Es el acto que por sí mismo o encadenado a otros, puede generar un daño o afectación al personal, población, medio ambiente, Instalación, producción, otro.

Análisis de Riesgo de Proceso (ARP): Aplicación sistemática de una o más metodologías específicas para identificar Peligros y evaluar Riesgos de un proceso o sistema, con el fin de determinar los Escenarios de Riesgo y verificar la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras suficientes ante las posibles Amenazas que propiciarían la materialización de algún Escenario de Riesgo identificado.

Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos (ARSH): Documento que integra la identificación de peligros, evaluación y Análisis de Riesgos de Procesos, con el fin de determinar metodológica, sistemática y consistentemente los Escenarios de Riesgo generados por un Proyecto y/o Instalación, así como la existencia de dispositivos, Sistemas de Seguridad, Salvaguardas y barreras apropiadas y suficientes para reducir la probabilidad y/o consecuencias de los Escenarios de Riesgo identificados; incluye el análisis de las interacciones de Riesgo y vulnerabilidades hacia el personal, población, medio ambiente, Instalaciones y producción, así como las recomendaciones o medidas de prevención, control, mitigación y/o compensación para la reducción de Riesgos a un nivel Tolerable.

Análisis Preliminar de Peligros: Es el resultado de realizar un primer intento para identificar en forma general los posibles Riesgos que pueden originar los Peligros en un Diseño o Instalaciones en operación, para ubicar la situación actual que se tiene respecto de la Administración de los Riesgos.

Ácido sulfhídrico (H_2S): Gas corrosivo, tóxico y oloroso presente en el biogás, generado principalmente por la reducción de sulfatos y sulfitos en el digestor anaerobio. Su remoción mediante desulfurización es necesaria antes de enviar el biogás a calderas.

Biogás: Mezcla gaseosa generada durante la digestión anaerobia de la vinaza en los digestores BVF B11A/B11B. Está compuesta principalmente por CH_4, CO_2, vapor de agua y trazas de gases como H_2S, O_2, N_2 e H_2. Después del BTS, el producto utilizado en caldera es biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado.

BTS: Conjunto de equipos e instalaciones destinados a recibir el biogás crudo procedente de los biodigestores y someterlo a separación de humedad y sedimentos, desulfurización, secado y acondicionamiento de presión, para obtener biogás tratado apto para su aprovechamiento en la caldera.

Caso Alterno: Es el evento creíble de una liberación accidental de una Sustancia Peligrosa que es simulado, pero que no corresponde al Peor Caso ni al Caso Más Probable.

Caso Más Probable: Con base a la experiencia operativa, es el evento de liberación accidental de una Sustancia Peligrosa, que tiene la mayor probabilidad de ocurrir.

Dióxido de carbono (CO_2): Componente no combustible presente en el biogás generado durante la degradación anaerobia de la biomasa. Para efectos del permiso, forma parte de la composición del biogás tratado y no constituye un producto independiente.

Digestión anaerobia: Proceso biológico sin oxígeno en el que microorganismos degradan la materia orgánica de la vinaza utilizada como biomasa, generando biogás que posteriormente se capta, trata, desulfuriza, seca y presuriza para su aprovechamiento energético.

Efecto Dominó: También conocido como encadenamiento de eventos, es un evento asociado a un incendio o explosión en una Instalación, que multiplica sus consecuencias por efecto de la sobrepresión, proyectiles o la radiación térmica que se generan sobre elementos próximos y vulnerables, tales como otros recipientes, tuberías o equipos de la misma Instalación o Instalaciones próximas, de tal forma que puedan ocurrir nuevas fugas, derrames, incendios o explosiones que a su vez, pueden nuevamente provocar efectos similares.

Escenario de Riesgo: Determinación de un evento hipotético derivado de la aplicación de la metodología de identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos, en el cual se considera la probabilidad de ocurrencia

y severidad de las consecuencias y, posteriormente, determinar las zonas potencialmente afectadas mediante la aplicación de modelos matemáticos para la Simulación de consecuencias.

Estudio de Riesgo (ER): Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente, tomando en cuenta las afectaciones sobre la integridad funcional de los ecosistemas, donde se pretende desarrollar un Proyecto. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales, o aquellas que se van a implementar para prevenir las causas o mitigar las afectaciones al medio ambiente. Se incorpora a la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).

Estudio de Riesgo Ambiental (ERA): Documento que indica los Escenarios de Riesgo identificados y evaluados con posibles afectaciones al medio ambiente, de tal manera que mediante el uso de metodologías y herramientas tecnológicas se cuantifiquen los probables daños al medio ambiente de un Proyecto en Operación. Tiene por objetivo determinar las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, verificar las vulnerabilidades que probablemente se presenten en caso de materialización de algún Escenario de Riesgo, así como las medidas de prevención, control, y mitigación de Riesgos ambientales.

Exposición: Contacto de las personas o elementos que constituyen el medio ambiente con Sustancias Peligrosas o contaminantes químicos, biológicos o físicos o la posibilidad de una situación peligrosa derivado de la materialización de un Escenario de Riesgo.

IDLH ("Immediately Dangerous to Life or Health", por sus siglas en inglés) Inmediatamente Peligroso para la vida o la salud: Es la concentración máxima en el aire de una Sustancia Peligrosa, a la que una persona podría escapar durante un periodo de treinta minutos sin experimentar efectos irreversibles para la salud o síntomas graves que le impidan evacuar.

Peor Caso: Corresponde a la liberación accidental del mayor inventario de Sustancia Peligrosa contenida en un recipiente, línea de proceso o ducto, sin necesidad de conocer las causas ni su probabilidad de ocurrencia.

Proyecto: Actividad del Sector Hidrocarburos que se desarrolla o se pretende desarrollar en una o varias Instalaciones, y que se encuentra vinculada a un permiso o autorización emitido por la Secretaría de Energía o la Comisión Reguladora de Energía o bien, a un Plan de Exploración o de Desarrollo para la Extracción, aprobados por la Comisión Nacional de Hidrocarburos.

Riesgo Inherente: Es propio del trabajo o proceso, que no puede ser eliminado del sistema, es decir, en todo trabajo o proceso se encontrarán Riesgos para las personas o para la ejecución de la actividad en sí misma. Es el Riesgo intrínseco de cada actividad, sin tener en cuenta los controles y medidas de reducción de Riesgos.

Riesgo Residual: Es el Riesgo remanente después del tratamiento de Riesgo, es decir, una vez que se han implementado controles y medidas de reducción de Riesgos para mitigar el Riesgo Inherente; el Riesgo Residual puede contener Riesgos no identificados, también puede ser conocido como Riesgo retenido.

Riesgo Tolerable: Es el Riesgo que se acepta en un contexto dado basado en los valores actuales de la sociedad.

Salvaguarda: Dispositivo, sistema, procedimientos o programas, entre otros, destinados a proteger la seguridad física integral de las personas, el medio ambiente o la Instalación.

Sistemas de Seguridad: Conjunto de equipos y componentes que se interrelacionan y responden a las alteraciones del desarrollo normal de los procesos o actividades en la Instalación y previenen situaciones que normalmente dan origen a Accidentes o emergencias.

Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS): Es un Sistema de Seguridad que tiene implementadas una o más funciones de cualquier combinación de sensores (elementos primarios), controlador lógico y elementos finales.

Simulación: Representación de un Escenario de Riesgo o fenómeno mediante la utilización de sistemas o herramientas de cómputo, modelos físicos o matemáticos u otros medios, que permite estimar las consecuencias de dichos escenarios a partir de las propiedades físicas y químicas de las sustancias o componentes de las mezclas de interés, en presencia de determinadas condiciones y variables atmosféricas.

Sustancia Explosiva: La que genera una gran cantidad de calor y ondas de sobrepresión de manera espontánea o por acción de alguna energía.

Sustancia Inflamable: Aquella capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una fuente de ignición.

Sustancia Peligrosa: Cualquier sustancia que, al ser emitida, puesta en ignición o cuando su energía es liberada (fuego, explosión, fuga tóxica) puede causar daños al ambiente, a las personas y a las Instalaciones debido a sus características de toxicidad, inflamabilidad, explosividad, corrosión, inestabilidad térmica, calor latente o compresión.

Sustancia Tóxica: Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético o muerte.

TLV (15 min, STEL): ("Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit", por sus siglas en inglés) Valor umbral límite-Limite de Exposición a corto plazo: Exposición para un periodo de 15 minutos, que no puede repetirse más de 4 veces al día con al menos 60 minutos entre periodos de Exposición.

TLV (8 h. TWA): ("Threshold Limit Value-Time Weighted Average", por sus siglas en inglés). Valor umbral límite-Promedio ponderada en el tiempo. Concentración ponderada para una jornada normal de trabajo de ocho horas y una semana laboral de cuarenta horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos.

Vulnerabilidad: Es la mayor o menor facilidad de la ocurrencia de una Amenaza en virtud de las condiciones que imperan; puede decirse que son los puntos o momentos de debilidad que se tienen y pueden favorecer la ocurrencia de un acto negativo o el aumento de las consecuencias de este.

Zona de Amortiguamiento para el Análisis de Riesgo: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de Salvaguardar a la población y al ambiente.

Zona de Alto Riesgo para el Análisis de Riesgo: Área de restricción total en la que no se deben permitir actividades distintas a las del Proyecto.

Abreviaciones

ASME: American Society of Mechanical Engineers.

BTU's: British Thermal Units

DFP: Diagrama de flujo de proceso

DTI: Diagrama de tubería e instrumentación

HAZOP: Análisis de riesgo y operabilidad

NFPA: National Fire Proteccion Association.

PQS: Polvo Químico Seco.

3 Descripción del proyecto

3.1 Localización del proyecto

El Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) propiedad de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., se encuentra ubicado en Camino Real a Atotonilco número 1081, localidad La Trinidad. C.P. 47195, San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco. El área del proyecto se encuentra delimitado por las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla 3. 1 Coordenadas geográficas del Área del Proyecto

Área del Proyecto		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761406.358000	2288805.390000
2	761463.428000	2288817.623000
3	761461.096963	2288828.261300
4	761494.042000	2288835.818000
5	761481.683000	2288895.528000
6	761448.018870	2288887.946630
7	761443.597000	2288908.127000
8	761437.429000	2288912.044000
9	761425.437441	2288909.476680
10	761424.397000	2288916.155000
11	761416.672000	2288915.775000
12	761415.474000	2288921.485000
13	761407.583000	2288919.829000
14	761407.377000	2288920.699000
15	761394.947000	2288917.754000
16	761394.067000	2288921.668000
17	761385.123000	2288919.845000
18	761386.113000	2288914.737000
19	761388.673000	2288915.358000
20	761391.412801	2288902.192200
21	761385.592000	2288900.946000
22	761406.358000	2288805.390000
Superficie total = 8,259.91 m^2		

Tabla 3. 2 Coordenadas geográficas del Áreas Funcionales del Proyecto

Biogás		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761391.412801	2288902.192200
2	761425.437441	2288909.476680
3	761424.397000	2288916.155000
4	761416.672000	2288915.775000
5	761415.474000	2288921.485000
6	761407.583000	2288919.829000
7	761407.377000	2288920.699000
8	761394.947000	2288917.754000
9	761394.067000	2288921.668000
10	761385.123000	2288919.845000
11	761386.113000	2288914.737000
12	761388.673000	2288915.358000
13	761391.412801	2288902.192200
Superficie total = 489.94 m^2		
Laguna B11-B		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761461.096963	2288828.261300
2	761494.042000	2288835.818000
3	761481.683000	2288895.528000
4	761448.018870	2288887.946630
5	761461.096963	2288828.261300
Superficie total = 2,084.47 m^2		
Laguna B11-A		
Vértices	Coordenadas	
	X	Y
1	761406.358000	2288805.390000
2	761463.428000	2288817.623000
3	761443.597000	2288908.127000
4	761437.429000	2288912.044000
5	761385.592000	2288900.946000
6	761406.358000	2288805.390000
Superficie total = 5,685.50 m^2		

Las coordenadas presentadas en este apartado corresponden a coordenadas planas proyectadas en el sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 13N, con datum geodésico WGS84, expresadas mediante valores X y Y en metros. La unidad utilizada para la representación de las coordenadas es el metro (m), mientras que las superficies derivadas de los polígonos se expresan en metros cuadrados (m^2). Con base en

este sistema de referencia, se delimitan los vértices de los polígonos correspondientes al área general del proyecto y a sus áreas funcionales, permitiendo su interpretación técnica, verificación cartográfica y comparación con las superficies declaradas.

Tabla 3. 3 Áreas del Proyecto

Área funcional	TAG / Componente	Descripción	Superficie estimada (m^2)
B11A y B11B	B11A / B11B	Digestores BVF. B11A- B11B	7,769.97 m^2
Biogás	U31 / U32 / U33 / U34 / U35	BTS (Manejo, venteo y flare, desulfurización, secado y boosteo de biogás para uso en caldera).	489.94 m^2
Servicios / Edificios	U60 / U61, cuarto técnico, laboratorio/control, oficinas, taller y sanitarios	Compresores de aire de servicio, sistema de agua de servicios, tableros, control y áreas de apoyo, cuarto químico, cuarto de sopladores, laboratorio/control, cuarto eléctrico, oficina, sanitarios y sala de reunión.	No incluida en la superficie del polígono principal

La superficie total del proyecto corresponde a 8,259.91 m², integrada por el área funcional de B11A y B11B, con 7,769.97 m², y el área funcional de Biogás, con 489.94 m². La suma de ambas superficies declaradas es 8,259.91 m², por lo que se homologa con la superficie total indicada en el polígono general del proyecto. Las áreas de servicios, edificios, cuartos técnicos, laboratorio/control, oficinas, taller, sanitarios y demás áreas de apoyo se consideran infraestructura auxiliar de referencia y no se adicionan a la superficie total del polígono principal, debido que estas forman parte de instalaciones existentes de otros procesos productivos.



Figura 3. 1 Representación visual del área del proyecto y ubicación de los principales componentes

3.2 Criterios, Normas, Códigos para el diseño del proyecto

El presente proyecto de producción de biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado a partir de vinaza generada internamente en el proceso de destilación de tequila se desarrolla bajo el marco establecido por la Ley de Biocombustibles, particularmente sus artículos 1, 4, 5, 21, 22, 25, 30, 32, 37 y 41, que regulan la producción de biocombustibles, el aprovechamiento de residuos orgánicos como biomasa, las atribuciones de la Secretaría de Energía (SENER) y el régimen de permisos aplicable a las actividades de producción.

Asimismo, resulta aplicable el Reglamento de la Ley de Biocombustibles, especialmente los artículos 1, 2, 3, 27 y 37, que establecen los requisitos técnicos, de ingeniería, seguridad, trazabilidad de biomasa, calidad del producto, capacidad de producción, sistemas de control y documentación requerida para la obtención del permiso de producción de biocombustibles.

Así como la normativa aplicable en materia de impacto social, incluyendo las Disposiciones Administrativas de Carácter General sobre Evaluación de Impacto Social en el Sector Energético; en materia ambiental, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, la legislación aplicable en materia de aguas nacionales, emisiones atmosféricas y residuos; y en materia de seguridad industrial y salud ocupacional, las Normas Oficiales Mexicanas vigentes relacionadas con instalaciones eléctricas, atmósferas potencialmente explosivas, manejo de sustancias químicas, recipientes sujetos a presión, protección contra incendios, protección civil, señalización y seguridad laboral.

Los códigos y estándares internacionales citados, tales como ASME, ASTM, API, NFPA, ISA, IEC, ISO, ATEX, ACI o equivalentes, se utilizan exclusivamente como referencias técnicas de diseño, construcción, integridad mecánica, instrumentación, automatización, clasificación de áreas, confiabilidad y seguridad de proceso, sin sustituir las obligaciones establecidas por la legislación mexicana aplicable.

3.3 Características de los equipos de proceso

Los principales equipos y sus características se enlistan a continuación:

Tabla 3. 4 Características de equipos principales del sistema de Reactores Anaerobios B11A

Equipo	Cantidad	Características principales
Reactor principal B11A	1	**Condiciones de operación** • Flujo de biogás: hasta 1,716 Nm³/h • Temperatura: 30-40°C • Presión / Vacio: -2 a -20 mbar **Instrumentación y componentes** • Sistema de distribución de afluentes • Mezcladores sumergidos • Geomembrana • Bombas centrifugas • Trampilla de acceso • Puertos/Respiraderos de muestreo • Drenajes de agua de lluvia

Tabla 3. 5 Características de equipos auxiliares del sistema de Reactores Anaerobios B11A

Equipo	Cantidad	Características principales
Mezclador sumergible (B11-A1, B11-A2, B11-A3, B11-A4)	4	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30 a 35°C • Temperatura máxima de diseño: 40°C • Nivel de operación: 6 a 8 m **Instrumentación y componentes** • Potencia aproximada: 22 kW (30 HP) • Velocidad nominal: 435 rpm • Controlador de tiempo
Bomba RANS de recirculación de lodos (B11-P1A, B11-P1B)	2	**Condiciones de operación** • Caudal nominal: 132 m^3/h • Presión de descarga: 1.5 a 2.5 bar(g) • Temperatura de operación: 30 a 35°C **Instrumentación y componentes** • Frecuencia: 60 Hz • RPM: 1,780 • Indicador de presión • Controlador de tiempo
Bomba de extracción de lodos WANS (B11-P2A, B11-P2B)	2	**Condiciones de operación** • Caudal de diseño: 50 m^3/h • Presión de descarga: 2.0 bar(g) • Temperatura de operación: 30 a 35°C **Instrumentación y componentes** • Frecuencia: 60 Hz • RPM: 1,780 • Indicador de presión • Controlador de tiempo
Sistema de efluente del reactor (B11-S1)	1	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30 a 35°C **Instrumentación y componentes** • Frecuencia: 60 Hz • RPM: 1,780 • Indicador de presión • Controlador de tiempo
Sistema de confinamiento de biogás (Cubierta geomembrana)	1	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30-40°C • Vacío de operación: -2 a 20 mbar(g) **Instrumentación y componentes** • Drenaje pluvial • Venteos de emergencia • Puertos de muestreo

Tabla 3. 6 Características de equipos principales del sistema de Reactores Anaerobios B11B

Equipo	Cantidad	Características principales
Reactor principal (B11B)	1	**Condiciones de operación** • Flujo de biogás: hasta 1,716 Nm^3/h • Temperatura: 30-40°C • Presión / Vacio: -2 a -20 mbar **Instrumentación y componentes** • Sistema de distribución de afluentes • Mezcladores sumergidos • Geomembrana • Bombas centrifugas • Trampilla de acceso • Puertos/Respiraderos de muestreo • Drenajes de agua de lluvia

Tabla 3. 7 Características de equipos auxiliares del sistema de Reactores Anaerobios B11B

Equipo	Cantidad	Características principales
Bomba RANS (B11-P4A, B11-P4B)	2	**Condiciones de operación** • Caudal nominal: 132 m^3/h • Presión de descarga: 1.5 a 2.5 bar(g) • Temperatura de operación: 30 a 35°C **Instrumentación y componentes** • Frecuencia: 60 Hz • RPM: 1,780 • Indicador de presión • Controlador de tiempo
Mezclador sumergible (B11-A5)	1	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30 a 35°C • Temperatura máxima de diseño: 40°C • Nivel de operación: 4 a 6 m **Instrumentación y componentes** • Potencia aproximada: 22 kW (30 HP) • Velocidad nominal: 435 rpm • Controlador de tiempo
Sistema de captación de biogás (Cubierta geomembrana)	1	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30-40°C • Vacío de operación: -2 a 20 mbar(g) **Instrumentación y componentes** • Drenaje pluvial • Venteos de emergencia • Puertos de muestreo

Tabla 3. 8 Características de equipos principales del sistema de Manejo de biogás (U31)

Equipo	Cantidad	Características principales
Trampa de humedad y sedimentos (U31-S1)	1	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30-40°C • Vacío de operación: -2 a 20 mbar(g) • Capacidad máxima de operación: 41,173 Nm^3/d = 1,716 Nm^3/h **Instrumentación y componentes** • Drenaje manual o automático • Conexiones de inspección y mantenimiento • Válvulas manuales • Orificio de inspección • Salida/desagüe
Soplador centrífugo biogás (U31-C1A/ U31-C1B/ U31-C1C)	3	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30-40°C • Capacidad máxima de operación: 41,173 Nm^3/d = 1,716 Nm^3/h • Presión diferencial de operación: 50 a 150 mbar(g) **Instrumentación y componentes** • Switch de temperatura • Sensor de temperatura • Indicador de presión • Controlador de velocidad • Válvulas manuales • Clase de aislamiento: F • Potencia: 18.5 kW • Frecuencia: 50 HZ • Velocidad: 2,945 • Corriente: 33.9 A • Eficiencia: 92.6%
Antorcha de biogás (U31-H1, U31-H2)	2	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30-40°C • Capacidad máxima de operación: 41,173 Nm^3/d = 1,716 Nm^3/h **Instrumentación y componentes** • Sistema de ignición automática • Monitoreo de flama • Válvulas de seguridad • Protección contra retroceso de flama • Válvulas manuales • Switch de presión • Indicador de presión • Voltaje de control: 24 V CC • Tensión de alimentación / Potencia: Trifásico 460 VCA/60 Hz, L1, L2, L3, PE • Corriente Nomina: 35 A

Equipo	Cantidad	Características principales
Venteo de emergencia (U31- M1)	1	**Condiciones de operación** • Temperatura de operación: 30-40°C • Vacio de operación: -2 a -20 mbar(g) • Capacidad máxima de operación: 41,173 Nm^3/d = 1,716 Nm^3/h **Instrumentación y componentes** • Switch de posición en válvula • Tubería de ventilación de 36” • Ventilador estacionario

Tabla 3. 9 Características de equipos principales del sistema de Desulfurización de biogás (U32)

Equipo	Cantidad	Características principales
Biofiltro scrubber (U32-T1, U32-T2)	2	**Condiciones de operación** • Flujo de Biogás: 300 a 1,716 Nm^3/h • Temperatura de entrada de biogás: 30 a 40°C • Presión de operación: 20 a 100 mbar(g) • Temperatura máxima de diseño: 50°C • Concentración de H_2S de entrada: 2,000 a 13,000 ppm • Concentración de salida de H_2S: ≤ 500 ppmv **Instrumentación y componentes** • Código de diseño: ASTM D3299 • Diámetro interior: 3,600 mm • Altura total: 10,700 mm • Espesor del cuerpo: 15.00 mm • Espesor tapa superior: 8.50 mm • Espesor fondo: 12.00 mm • Número de orejas: 8 • Analizadores en línea de H_2S y CH_4 • Alarmas operativas configuradas con PLC/HMI

Tabla 3. 10 Características de equipos auxiliares del sistema de Desulfurización de biogás (U32)

Equipo	Cantidad	Características principales
Trampa de humedad y sedimentos (U32-S1)	1	**Condiciones de operación** • S/I **Instrumentación y componentes** • S/I
Soplador aire scrubber (U32-C1A, U32-C1B)	2	**Condiciones de operación** • Flujo de Biogás: 300 a 1,716 Nm^3/h • Temperatura de entrada de biogás: 30 a 40°C • Temperatura de salida: 15 a 35°C • Presión de operación: 20 a 100 mbar(g) **Instrumentación y componentes** • Controlador de velocidad • Indicador de presión • Válvula de control de presión • Elemento primario de flujo

Equipo	Cantidad	Características principales
		• Transmisor de flujo
Bombas centrifugas de reciclaje de licor mezclado para scrubber (U32-P1,U32-P2, U32-P3)	3	**Condiciones de operación** • S/I **Instrumentación y componentes** • Indicador de presión • Frecuencia: 50 Hz • Velocidad de rotación: 2.920 rpm
Tanque de almacenamiento de solución N-P-K (IBC) (T50)	1	**Condiciones de operación** • S/I **Instrumentación y componentes** • Elemento primario de nivel • Switch de nivel • Alarma de nivel
Bombas dosificadoras de membrana para solución nutritiva NPK (T50-P1)	1	**Condiciones de operación** • S/I **Instrumentación y componentes** • Indicador de presión

Tabla 3. 11 Características de equipos principales del sistema de Secado y remoción de condensados (U33)

Equipo	Cantidad	Características principales
Chiller secador (U33-M1, U33-M2)	2	**Condiciones de operación** • Flujo de Biogás: 300 a 1,716 Nm^3/h • Temperatura de entrada de biogás: 30 a 40°C • Temperatura de salida: 15 a 35°C • Presión de operación: 20 a 100 mbar(g) **Instrumentación y componentes** • Modelo: TAEevo TECH 381 • Número de Fabricación: 2200 426 860 25180601-FLK-1 • Potencia instalada: 51.0 Kw, 60.0 HP • Grado de protección: IP 54 Type1 • Refrigerante: R410A

Tabla 3. 12 Características de equipos auxiliares del sistema de Secado y remoción de condensados (U33)

Equipo	Cantidad	Características principales
Intercambiador de calor / demister (U33-E1, U33-E2)	2	**Condiciones de operación** • Temperatura de entrada: 30 a 40 °C • Temperatura de salida: 15 a 35 °C • Presión de operación: 20 a 100 mbar(g) **Instrumentación y componentes** • Estructura: Acero Inoxidable • Conexiones: Bridas DN65/2 1/2". Acero al carbón revestidas de caucho o con revestimiento AISI 316 o titanio • Potencia: 74.4 kW

Tabla 3. 13 Características de equipos principales del sistema de Compresión y acondicionamieno de presión (U34)

Equipo	Cantidad	Características principales
Booster blower (sopladores booster) (U34 C1A, U34 C1B, U34 C1C)	3	**Condiciones de operación** • Flujo de Biogás: 300 a 1,716 Nm^3/h • Presión de succión mínima: >30 mbar(g) • Presión de descarga normal: 30 a 150 mbar(g) • Temperatura de biogás de alimentación: 15 a 35 °C **Instrumentación y componentes** • Modelo: CM400.2 • Tipo: Soplante centrífuga multietapa para gas • Transmisión: Correa – poleas • Frecuencia: 50 Hz • Motor: 2 polos, forma B3 • Potencias contempladas: 15 / 18,5 / 22 kW • Tamaño de motor: 160M / 160L / 180M • Aspiración: PN16 DN125 • Descarga: PN16 DN125 • Clasificación ATEX: II 2G c IIB T3 • Peso: 450 / 465 / 475 kg según motor • Protección antisurge y monitoreo continuo de presión y temperatura

Tabla 3. 14 Características de equipos principales del sistema de Aprovechamiento energético en la caldera (U35)

Equipo	Cantidad	Características principales
Caldera de aprovechamiento de biogás (U35)	1	**Condiciones de operación** • Flujo Mínimo permisivo: >300 Nm^3/h • Flujo Máximo de diseño: hasta 1,716 Nm^3/h • Presión mínima de suministro: >30 mbar(g) • Presión normal de operación 30 a 150 mbar(g) • Temperatura de biogás de alimentación: 15 a 35 °C **Instrumentación y componentes** • Tipo de Caldera: Flex Fuel • Tipo de Combustible: Combustible convencional y biogás tratado • Válvula de control de flujo de biogás (U35-A) • Panel de control de caldera (PLC U35A) • Válvulas de alivio de presión (PSV) • Chimenea

3.4 Descripción de obra civil

3.4.1 Preparación del sitio

La preparación del sitio se limitará al área destinada a la instalación e integración del Sistema de Tratamiento de Biogás y sus interconexiones. Los biodigestores anaerobios B11A y B11B son infraestructura existente y, por tanto, no forman parte de las obras de preparación ni de construcción previstas para esta etapa.

Las actividades comprenderán la delimitación y señalización del área de trabajo, control de accesos, protección de instalaciones existentes, limpieza y acondicionamiento de las superficies donde se instalarán los equipos, así como las excavaciones localizadas, nivelaciones y adecuaciones requeridas para cimentaciones, soportes, canalizaciones y tuberías del BTS.

Se realizará la limpieza general del terreno, retiro de materiales no aprovechables, despalme superficial, excavaciones localizadas, nivelación, conformación de plataformas y compactación del suelo para garantizar las condiciones requeridas de estabilidad y soporte de las obras proyectadas. Asimismo, se habilitarán accesos temporales para maquinaria y vehículos de construcción, así como instalaciones provisionales para suministro de energía eléctrica, agua de obra, almacenamiento de materiales y servicios para contratistas.

La maquinaria utilizada durante esta etapa podrá incluir excavadoras, retroexcavadoras, tractores, compactadores, camiones de volteo, cargadores frontales, grúas y vehículos utilitarios para supervisión y logística.

La duración estimada de esta etapa será de 4 a 6 semanas, con una participación aproximada de 15 a 25 trabajadores, incluyendo operadores de maquinaria, supervisores, personal de seguridad industrial y auxiliares de construcción.

Durante esta etapa se estima un consumo de agua de entre 5 y 15 m^3/día, destinado principalmente al control de polvo, compactación de materiales y servicios sanitarios. El consumo eléctrico asociado a instalaciones temporales e iluminación será del orden de 20 a 50 kWh/día, mientras que el consumo de combustible para maquinaria y vehículos se estima entre 200 y 500 litros de diésel por día.

Los residuos generados consistirán principalmente en material vegetal, residuos sólidos urbanos y excedentes de excavación. Los materiales susceptibles de aprovechamiento podrán reutilizarse como rellenos cuando cumplan con las especificaciones geotécnicas del proyecto. Durante la ejecución de estas actividades podrán generarse emisiones temporales de polvo, ruido y tránsito de vehículos, las cuales serán mitigadas mediante humectación de superficies, mantenimiento preventivo de maquinaria, señalización preventiva y control de velocidad de los vehículos.

3.4.2 Construcción

La etapa de construcción e instalación corresponde a las obras necesarias para incorporar el Sistema de Tratamiento de Biogás y conectarlo con los biodigestores existentes B11A y B11B y con la caldera U35.

Las obras civiles comprenderán las cimentaciones y estructuras de soporte de los equipos del BTS, plataformas operativas, canalizaciones, drenajes, registros y adecuaciones puntuales de las áreas existentes.

No se contempla la construcción de nuevos biodigestores. En los biodigestores existentes únicamente podrán realizarse adecuaciones e interconexiones relacionadas con la captación y conducción del biogás, incluidas, en su caso, las cubiertas de geomembrana y los sistemas de extracción.

Las obras mecánicas comprenderán la instalación e interconexión de tuberías de biogás, trampas de humedad y sedimentos, sopladores, biofiltros o scrubbers, equipos de secado, equipos de acondicionamiento de presión, antorchas, válvulas, puntos de muestreo y demás equipos auxiliares. Las obras eléctricas y de instrumentación comprenderán la instalación e integración de tableros, sistemas de

potencia, puesta a tierra, alumbrado, analizadores de gas, instrumentos de presión, flujo y temperatura, así como los sistemas PLC/HMI y su conexión con el SCADA existente.

La duración estimada de esta etapa será de 10 meses, pudiendo variar según las condiciones de suministro de equipos y programación de obra. Durante los periodos de mayor actividad constructiva se estima la participación de entre 80 y 100 trabajadores, incluyendo personal de construcción civil, soldadores, tuberos, electricistas, instrumentistas, operadores de maquinaria, supervisores y personal de seguridad.

El consumo promedio de agua durante esta etapa se estima entre 10 y 30 m^3/día, principalmente para elaboración de concretos, control de emisiones de polvo, limpieza de equipos y servicios generales. El consumo de energía eléctrica será de aproximadamente 100 a 500 kWh/día, mientras que el consumo de combustibles asociados a maquinaria pesada, grúas, plataformas elevadoras, montacargas y transporte de materiales se estima entre 500 y 1,500 litros de diésel por día.

Los materiales de construcción, equipos y componentes serán transportados por rutas autorizadas hacia la planta utilizando vehículos de carga pesada. Los residuos generados durante la construcción, tales como sobrantes de concreto, acero, plásticos, madera, empaques y materiales de excavación, serán gestionados conforme a los procedimientos internos de manejo ambiental y a la normativa aplicable.

Para minimizar molestias al entorno se implementarán medidas de seguridad industrial, control de accesos, señalización temporal, orden y limpieza permanente, uso obligatorio de equipo de protección personal y programas de prevención de accidentes.

3.4.3 Pruebas y puestas en marcha

Una vez concluidas las obras e interconexiones del BTS, se realizarán las pruebas hidráulicas, eléctricas, mecánicas, funcionales y de hermeticidad aplicables; la limpieza y purga de líneas; la calibración de instrumentos; la verificación de alarmas, interbloqueos y sistemas de seguridad; y la puesta en marcha gradual de los sistemas de captación, conducción, desulfurización, secado, acondicionamiento de presión, medición, disposición segura y aprovechamiento del biogás.

Debido a que los biodigestores B11A y B11B constituyen infraestructura existente, su participación en esta etapa se limitará a la estabilización de las condiciones de generación y suministro de biogás requeridas para las pruebas del BTS, sin que ello implique su construcción o puesta en operación inicial.

La duración estimada para esta etapa será de 4 a 8 semanas, con la participación de aproximadamente 15 a 30 trabajadores especializados, incluyendo ingenieros de proceso, técnicos de automatización, personal de instrumentación, operadores de planta y especialistas en sistemas de biogás.

El consumo de agua durante las pruebas se estima entre 10 y 25 m^3/día, asociado a pruebas hidráulicas y limpieza de sistemas. El consumo eléctrico podrá alcanzar entre 500 y 2,000 kWh/día conforme entren en operación los principales equipos del proceso.

Durante la etapa de pre-arranque y estabilización inicial del sistema anaerobio en conjunto con el BTS, podrá requerirse el uso temporal de las antorchas de biogás para la disposición controlada del gas generado. Asimismo, de manera temporal podrían presentarse emisiones de ruido, olores asociados a la estabilización biológica y eventos de quema controlada de biogás durante las pruebas de funcionamiento.

Todas las actividades serán ejecutadas bajo procedimientos específicos de seguridad y protocolos de respuesta ante fugas, fallas operativas o condiciones anormales del sistema.



Figura 3. 2 Vista de referencia del área de intervención del proyecto

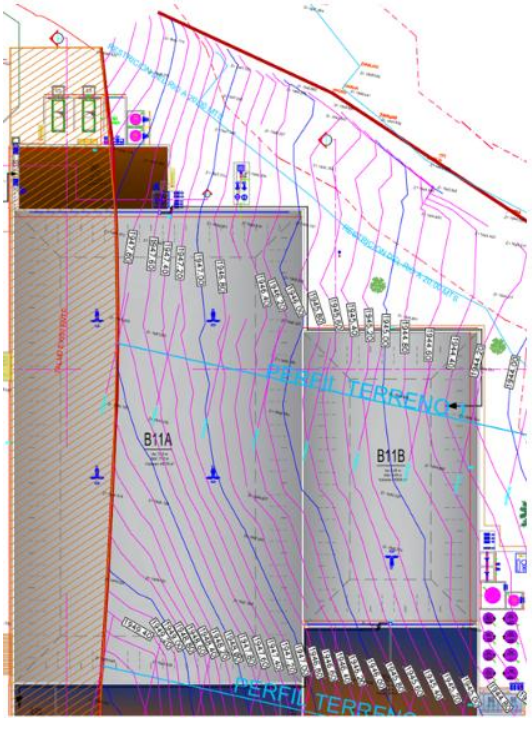


Figura 3. 3 Referencia visual de la infraestructura mecánica y vista topográfica

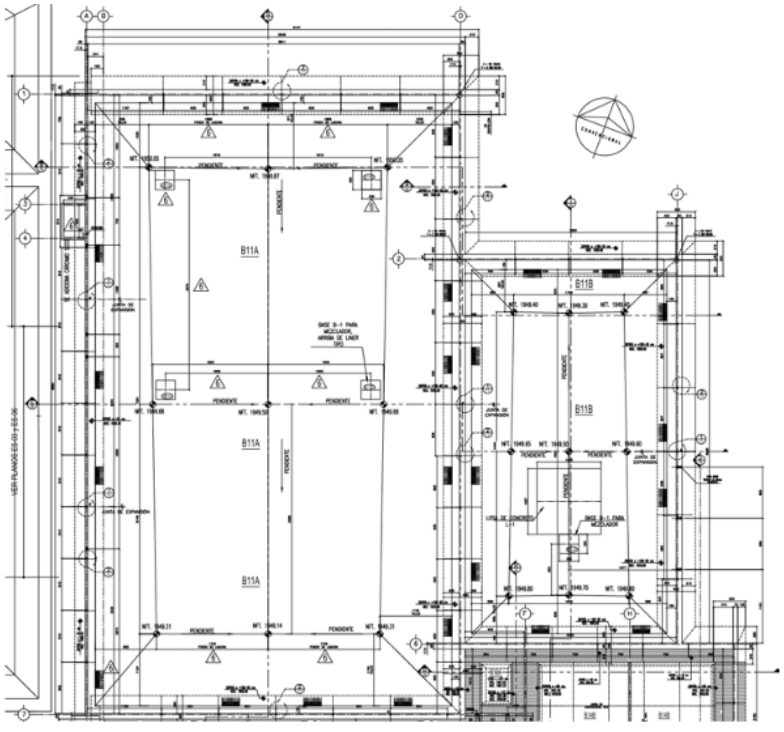


Figura 3. 4 Plano estructural de referencia de los biodigestores anaerobios B11A y B11B

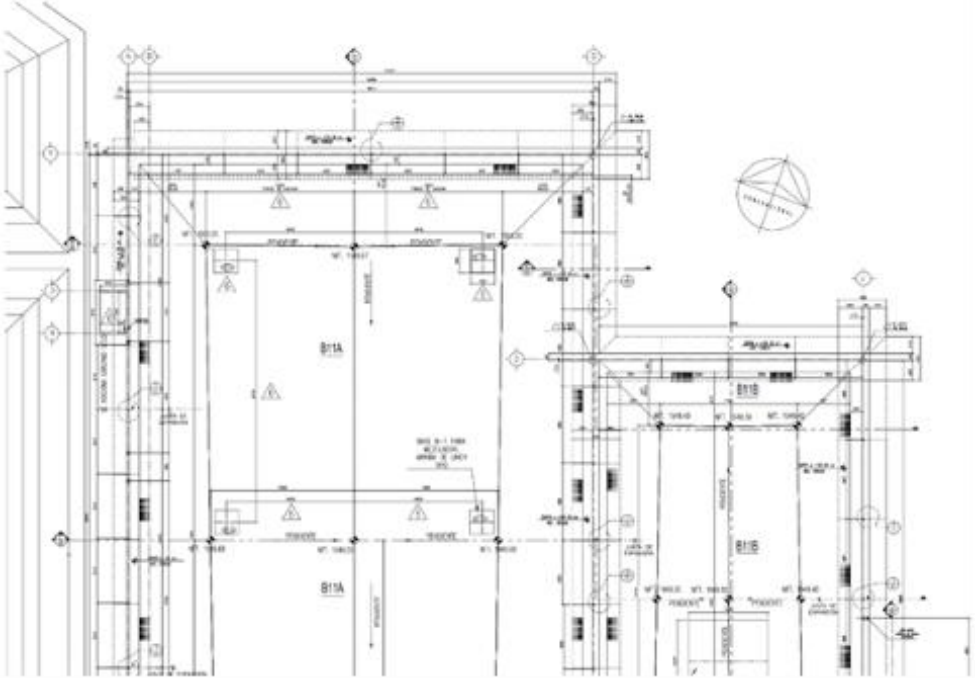


Figura 3. 5 Plano estructural referencia de los biodigestores anaerobios B11A y B11B

3.5 Descripción de obra mecánica

La obra mecánica contempla el suministro, montaje, alineación, interconexión y puesta en servicio de los equipos mecánicos asociados a la captación, conducción, tratamiento, secado, desulfurización, presurización y aprovechamiento energético del biogás generado a partir de la recepción de vinaza como biomasa en los reactores anaerobios B11A y B11B.

3.5.1 Procesos y fases operativas del sistema

Tabla 3. 15 Equipos de proceso

Etapa	Flujo de Biogás	Temperatura	Presión / Vacio
Captación B11A/B11B	hasta 1,716 Nm³/h	30-40 °C	- 2 a -20 mbar
U31 Manejo de biogás	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	-2 a -20 mbar / 50-150 mbar(g)
U32 Desulfurización	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	20-100 mbar(g)
U33 Secado	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C entrada / 15-35 °C salida	20-100 mbar(g)
U34 Boosteo	300-1,716 Nm³/h	15-35 °C	>30 mbar(g) succión / 30-150 mbar(g) descarga
U35 Caldera	>300 a 1,716 Nm³/h	15-35 °C	30-150 mbar(g)

3.5.2 Reactores anaerobios B11A y B11B

- **Equipos Mecánicos considerados en Reactor principal B11A**

El reactor anaerobio BVF principal B11A posee una capacidad aproximada de 49,000 m³ y contempla la instalación de los siguientes equipos mecánicos principales:

Tabla 3. 16 Características de equipos mecánicos de Reactor principal B11A

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
B11-A1	Mezclador sumergible	1	Mezclador axial sumergible instalado en el reactor principal B11A para homogenización de biomasa y lodo anaerobio. Operación intermitente mediante temporizador ajustable. Potencia aproximada de 22 kW (30 HP) y velocidad nominal de 435 rpm. Temperatura de operación del licor anaerobio: 30 a 35 °C; temperatura máxima de diseño: 40 °C. Opera con nivel normal del reactor de aproximadamente 6 a 8 m y volumen operativo de 49,000 m³. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueado por señal de nivel bajo (LL)
B11-A2	Mezclador sumergible	1	Mismas condiciones operativas que B11-A1. Diseñado para mantener la biomasa en suspensión y favorecer la estabilidad biológica del reactor. Temperatura de operación 30 a 35 °C; nivel de operación 6 a 8 m; potencia 22 kW; velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316.
B11-A3	Mezclador sumergible	1	Mezclador sumergible de operación temporizada para homogenización de vinaza y lodo anaerobio. Temperatura normal de operación 30 a 35 °C. Requiere nivel adecuado de reactor (6 a 8 m) para operación segura. Potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm, componentes mojados en acero inoxidable 316.
B11-A4	Mezclador sumergible	1	Mezclador axial sumergible utilizado para mejorar la movilidad del lodo hacia la zona de efluente y recirculación. Temperatura de operación 30 a 35 °C, nivel hidráulico normal 6 a 8 m, potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueo automático por nivel bajo.
B11-P1A	Bomba RANS de recirculación de lodos	1	Bomba centrífuga para retorno de lodo anaerobio sedimentado a la alimentación del reactor. Caudal nominal: 132 m³/h. Presión de descarga estimada: 1.5 a 2.5 bar(g). Temperatura normal de operación: 30 a 35 °C. Maneja lodos con sólidos entre 0.5 y 8 %. Construcción con carcasa de hierro dúctil e impulsor abierto en acero inoxidable 316. Protección por nivel bajo y bloqueo contra operación con válvula cerrada.
B11-P1B	Bomba RANS de recirculación de lodos	1	Características equivalentes a B11-P1A. Caudal de operación 132 m³/h, presión de descarga estimada 1.5 a 2.5 bar(g) y temperatura de operación 30 a 35 °C. Opera

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			como equipo alterno dentro del sistema de recirculación RANS.
B11-P2A	Bomba de extracción de lodos WANS	1	Bomba para extracción de lodo excedente hacia deshidratación. Caudal de diseño: 50 m³/h. Altura dinámica de diseño: 20 m.c.a. Presión equivalente aproximada: 2.0 bar(g). Temperatura de operación 30 a 35 °C. Servicio discontinuo conforme a necesidades de purga. Protección contra trabajo en seco y sobretemperatura.
B11-P2B	Bomba de extracción de lodos WANS	1	Bomba de respaldo para extracción de lodos. Caudal de diseño 50 m³/h, presión de descarga aproximada 2.0 bar(g) y temperatura de operación 30 a 35 °C. Operación alternada con B11-P2A para garantizar continuidad operativa.
B11-S1	Sistema de efluente del reactor	1	Sistema de rebose y control hidráulico del reactor. Mantiene el nivel operativo normal del digestor de aproximadamente 6 a 8 m y limita el nivel máximo mediante rebose de emergencia. El efluente fluye por gravedad hacia B11B. Temperatura típica del efluente 30 a 35 °C. Sistema sin equipos rotativos.
Cubierta geomembrana	Sistema de confinamiento de biogás	1	Cubierta flotante XR-5/HDPE para captación y confinamiento de biogás. Opera bajo ligera presión negativa generada por los sopladores del sistema BTS. Vacío normal de operación: -2 a -20 mbar; vacío máximo de diseño: 30 mbar. Temperatura típica del biogás: 30 a 40 °C. La corriente captada se maneja como biogás crudo previo al tratamiento y posteriormente como biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado. Incluye drenaje pluvial, venteos de emergencia y puertos de muestreo.

Los mezcladores sumergibles permiten mantener la biomasa en suspensión y garantizar el contacto entre el sustrato orgánico y los microorganismos anaerobios. Las bombas de recirculación permiten extraer lodo del fondo y retornarlo a la zona de reacción mediante las líneas RANS y SREC.

- **Equipos Mecánicos considerados en Reactor secundario B11B**

El reactor BVF secundario B11B, con capacidad aproximada de 16,000 m³, contempla:

Tabla 3. 17 Características de equipos mecánicos de Reactor principal B11B

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
B11-A1	Bomba RANS	1	Mezclador axial sumergible instalado en el reactor principal B11A para homogenización de biomasa y lodo anaerobio. Operación intermitente mediante temporizador ajustable. Potencia aproximada de 22 kW (30 HP) y velocidad nominal de 435 rpm. Temperatura de operación del licor anaerobio: 30 a 35 °C; temperatura máxima de diseño: 40 °C. Opera con nivel normal del reactor de aproximadamente 6 a 8 m y volumen operativo de 49,000 m³. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueado por señal de nivel bajo (LL)
B11-A2	Bomba RANS	1	Mismas condiciones operativas que B11-A1. Diseñado para mantener la biomasa en suspensión y favorecer la estabilidad biológica del reactor. Temperatura de operación 30 a 35 °C; nivel de operación 6 a 8 m; potencia 22 kW; velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316.
B11-A3	Mezclador sumergible	1	Mezclador sumergible de operación temporizada para homogenización de vinaza y lodo anaerobio. Temperatura normal de operación 30 a 35 °C. Requiere nivel adecuado de reactor (6 a 8 m) para operación segura. Potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm, componentes mojados en acero inoxidable 316.
B11-A4	Sistema de captación de biogás	1	Mezclador axial sumergible utilizado para mejorar la movilidad del lodo hacia la zona de efluente y recirculación. Temperatura de operación 30 a 35 °C, nivel hidráulico normal 6 a 8 m, potencia aproximada 22 kW, velocidad 435 rpm. Construcción en acero inoxidable 316. Interbloqueo automático por nivel bajo.

El reactor B11B recibe por gravedad la biomasa procedente de B11A y mantiene una etapa adicional de digestión anaerobia orientada a la generación, confinamiento y captación segura de biogás antes de su conducción al BTS.

- **Sistema de Tuberías de influente**

Las líneas de alimentación de vinaza parten del tanque de ecualización B03 y conducen la vinaza recibida como biomasa hacia el reactor B11A mediante cabezales principales y distribuidores internos.

Tabla 3. 18 Características de tuberías del influente

Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
Influente principal	PE SDR21	14"	Línea principal de alimentación de vinaza ecualizada hacia el reactor anaerobio BVF. Transporta influente, recirculación SREC/RANS y eventualmente NaOH hacia el sistema de distribución. Existen dos cabezales de alimentación operados alternadamente. Flujo de diseño por línea de aproximadamente 389 m^3/h y flujo mínimo combinado requerido de 376 m^3/h. Condiciones de operación: temperatura típica de la vinaza/biomasa de 30 a 35 °C y presión de operación asociada al bombeo/alimentación hacia reactor de aproximadamente 1.5 a 2.5 bar(g), sujeta a confirmación durante comisionamiento. Material PE SDR21 por su resistencia química y flexibilidad para instalación enterrada.
Distribución interna	PVC SCH80	8" a 14"	Sistema de cabezales y laterales internos del reactor BVF. Distribuye uniformemente el influente y los flujos de recirculación en toda la zona de reacción para maximizar el contacto biomasa-sustrato. Opera normalmente con temperatura de 30 a 35 °C; al encontrarse dentro del reactor, la presión es predominantemente baja o cercana a condición hidráulica interna, asociada al nivel del digestor y a la descarga de alimentación, con referencia operacional de hasta 1.5 a 2.5 bar(g) en líneas presurizadas de alimentación previas. Los laterales recorren taludes y muros del reactor y terminan en puntos de limpieza accesibles desde la cubierta. PVC SCH80 seleccionado por su alta resistencia a la corrosión y buena resistencia mecánica.
Alimentación reactores	PVC SCH80	8", 14" y 16"	Red que alimenta los digestores B11A y B11B y distribuye influente, SREC y RANS hacia los cabezales internos. Opera con vinaza, sobrenadante recirculado y lodo anaerobio recirculado. Diseñada para trabajar en condiciones anaerobias, con temperatura típica del digestor de 30 a 35 °C, presión de operación estimada en líneas de alimentación/recirculación de aproximadamente 1.5 a 2.5 bar(g) y sólidos variables según el servicio. Incluye puntos para limpieza, aislamiento y operación alternada de líneas.

Estas tuberías son predominantemente subterráneas hasta ingresar al reactor, donde continúan como redes de distribución internas instaladas sobre el fondo y taludes del digestor.

3.5.3 Sistema de manejo de biogás (U31)

El biogás crudo generado en los digestores B11A y B11B es captado por las cubiertas de geomembrana y conducido mediante una red aérea de acero inoxidable hasta el sistema BTS.

- **Equipos Mecánicos considerados en Sistema de manejo de biogás (U31)**

Tabla 3. 19 Características de equipos mecánicos de Sistema de manejo de Biogás (U31)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U31-S1	Trampa de humedad y sedimentos	1	Equipo instalado a la entrada del sistema BTS para separación y acumulación de condensados, humedad arrastrada y partículas sólidas presentes en el biogás crudo proveniente de los digestores B11A y B11B. Diseñado para operar con biogás a 30-40 °C, vacío de operación de -2 a -20 mbar y capacidad de referencia asociada a la producción máxima del permiso de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h de biogás tratado. Incluye drenaje manual o automático de condensados y conexiones para inspección y mantenimiento.
U31-C1A	Soplador centrífugo biogás	1	Soplador centrífugo para extracción y conducción de biogás desde los digestores hacia el sistema BTS. Capacidad de operación alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h de biogás tratado. Presión diferencial de operación: 50 a 150 mbar(g). Temperatura del biogás: 30 a 40 °C. Equipado con variador de frecuencia (VFD) para control automático de vacío en cubiertas de geomembrana. Construcción compatible con atmósferas con biogás, CO_2, humedad y H_2S.
U31-C1B	Soplador centrífugo biogás	1	Equipo de respaldo o alternancia para el sistema de manejo de biogás. Condiciones de operación equivalentes a U31-C1A. Capacidad de operación alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h, presión diferencial de 50 a 150 mbar(g) y temperatura de operación de 30 a 40 °C. Operación automática en función de la demanda y lógica de control del BTS.

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U31-C1C	Soplador centrífugo biogás	1	Soplador de respaldo para garantizar continuidad operativa del sistema de captación de biogás. Capacidad de operación alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm³/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h, presión diferencial de operación de 50 a 150 mbar(g) y temperatura típica del biogás de 30 a 40 °C. Integrado a la estrategia de redundancia y control de vacío de los digestores.
U31-H1	Antorcha biogás	1	Antorcha de combustión controlada para disposición segura del biogás cuando no exista demanda en caldera o durante fallas, arranque y mantenimiento del BTS. Diseñada para manejar biogás tratado conforme a la capacidad máxima del permiso de 41,173 Nm³/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h, con temperatura de alimentación de 30 a 40 °C. Incluye sistema de ignición automática, monitoreo de flama, válvulas de seguridad y protección contra retroceso de flama.
U31-H2	Antorcha biogás	1	Antorcha de respaldo para disposición segura del biogás excedente o en contingencias operativas. Condiciones de diseño equivalentes a U31-H1. Capacidad alineada con la producción máxima del permiso de 41,173 Nm³/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h, temperatura de alimentación 30 a 40 °C y operación automática mediante interbloqueos del sistema de control.
U31-M1	Venteo de emergencia	1	Sistema de alivio y protección para liberación controlada de biogás en caso de falla prolongada de sopladores, indisponibilidad de flares o condición anormal de operación. Opera normalmente cerrado. Presión de activación ajustada para proteger la integridad de las cubiertas de geomembrana. Diseñado para biogás a 30-40 °C, vacío de operación de -2 a -20 mbar y capacidad de referencia de 41,173 Nm³/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h de biogás tratado.
Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
RANS	PE/PVC SDR32.5	8" y 10"	Sistema de retorno de lodos anaerobios (Return Anaerobic Sludge). Recoge lodo sedimentado desde la zona de efluente del reactor y lo devuelve a la zona de

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			reacción para mantener la concentración de biomasa y mejorar el contacto sustrato-microorganismo. Flujo de diseño 132 m³/h. Condiciones de operación: temperatura de 30 a 35 °C y presión de descarga estimada de 1.5 a 2.5 bar(g), asociada al bombeo de recirculación. Maneja concentraciones de sólidos entre 0.5 y 8 % y presencia potencial de biogás, por lo que requiere medidas para evitar acumulación de gas y cavitación.
SREC	PE/PVC SDR32.5	8" y 10"	Sistema de recirculación de sobrenadante (Supernatant Recycle). Recircula líquido clarificado desde la parte superior del reactor hacia la alimentación para amortiguar variaciones de carga orgánica, temperatura y pH. Flujo de diseño 132 m³/h, pH típico 6 a 8, temperatura de operación 30 a 35 °C y presión de descarga estimada de 1.5 a 2.5 bar(g), asociada al sistema de bombeo. Opera mediante temporizadores o enclavado con las bombas de alimentación.
Descarga bombas	PVC SCH80	6", 8",10”	Líneas de impulsión asociadas a las bombas RANS/SREC y extracción de lodos. Diseñadas para el transporte de vinaza tratada, sobrenadante y lodos anaerobios recirculados. Condiciones de operación: temperatura de 30 a 35 °C y presión de operación estimada de 1.5 a 2.5 bar(g), dependiendo del servicio y punto de descarga. Incorporan válvulas de aislamiento, puntos de venteo y conexiones para muestreo y limpieza. PVC SCH80 seleccionado por su resistencia mecánica y química en servicio continuo con fluidos corrosivos de PTAR.

- **Sistema de Tuberías de biogás crudo en Sistema de manejo de biogás (U31)**

Tabla 3. 20 Características de tuberías del sistema de manejo de biogás (U31)

Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
Colector principal	SS316 SCH5	36”	Línea principal de captación de biogás proveniente de los reactores anaerobios BVF (B11A/B11B). Opera bajo ligera presión negativa inducida por los sopladores, con vacío normal de operación de aproximadamente -2 a -20 mbar y temperatura típica

Servicio	Material	Diámetro	Condiciones de operación y características principales
			del biogás de 30 a 40 °C. Transporta biogás crudo húmedo con presencia de CO_2, humedad y trazas de H_2S, el cual posteriormente es tratado, desulfurizado, seco y presurizado para su uso en caldera. La capacidad de referencia del permiso es de 41,173 Nm^3/d, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h de biogás tratado. Requiere pendiente para drenaje de condensados, resistencia a corrosión y compatibilidad con atmósferas potencialmente explosivas.
Colector secundario	SS316 SCH5	20”	Ramales de interconexión entre reactores y sistema de manejo/tratamiento de biogás. Transportan biogás húmedo con presencia de condensados y compuestos sulfurados, operando normalmente bajo vacío de aproximadamente -2 a -20 mbar y temperatura de 30 a 40 °C. Deben minimizar pérdidas de carga, permitir inspección y mantenimiento, y conservar pendientes de drenaje hacia puntos de recolección de condensados.
Descarga sopladores	SS316 SCH5	8”, 10”, 12”	Descarga del sistema de sopladores de biogás hacia scrubbers, flare o sistema de aprovechamiento energético. Opera a presión positiva controlada mediante VFD, con presión diferencial típica de los sopladores de 50 a 150 mbar(g) y temperatura de biogás de 30 a 40 °C. La tubería debe soportar vibraciones mecánicas, fluctuaciones de caudal, presencia de humedad/condensados y condiciones continuas de operación.
Conexiones instrumentación	SS316	½”, 1”	Líneas para transmisores de presión, analizadores de gas, sensores de vacío, temperatura y puntos de muestreo. Operan bajo las mismas condiciones de la línea donde se conectan: en captación y colectores, vacío aproximado de -2 a -20 mbar y temperatura de 30 a 40 °C; en descarga de sopladores, presión positiva controlada con diferencial típico de 50 a 150 mbar(g). Requieren hermeticidad, resistencia a corrosión por H_2S y mínima acumulación de condensados. Utilizadas para control del proceso y seguridad operacional.

La totalidad de la red de biogás crudo se proyecta como tubería aérea para evitar acumulación de condensados y facilitar inspección, manteniendo pendientes mínimas de drenaje conforme a los criterios de diseño del BTS. Las condiciones de operación de la tubería de biogás crudo se consideran por sección del sistema. En la captación desde digestores, colectores principales y ramales secundarios, la tubería opera normalmente bajo presión negativa inducida por sopladores, con un rango aproximado de -2 a -20 mbar y temperatura típica del biogás húmedo de 30 a 40 °C.

3.5.4 Sistema de tratamiento de biogás BTS

El BTS tiene como función la desulfurización, secado y acondicionamiento de presión del biogás crudo antes de su envío al sistema de aprovechamiento energético en caldera. Para efectos del proyecto, la capacidad máxima de producción considerada es de 41,173 Nm³/d de biogás tratado, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm³/h.

- **Equipos Mecánicos considerados en Desulfurización (U32)**

Tabla 3. 21 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Desulfurización)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U32-T1	Biofiltro scrubber	1	Torre de desulfurización biológica para remoción de H_2S del biogás proveniente de los reactores BVF. Contiene medio plástico de alta superficie específica para crecimiento bacteriano y recibe recirculación de licor mezclado y solución nutritiva NPK. Opera de forma continua previo al sistema de secado y compresión de biogás. Flujo típico de biogás: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura de operación del biogás: 30 a 40 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Concentración de H_2S de entrada: 2,000 a 13,000 ppm. Diseñado para reducir el H_2S a niveles compatibles con combustión en caldera. Cuenta con monitoreo de flujo, nivel e instrumentación para control del proceso biológico.
U32-T2	Biofiltro scrubber	1	Segunda torre de desulfurización operando en paralelo o como redundancia operacional. Utiliza medio plástico para soporte biológico y sistema de irrigación interna para mantener húmedo el lecho bacteriano. Diseñada para reducir la concentración de H_2S antes de la etapa de secado de biogás U33. Flujo típico: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura de operación: 30 a 40 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Opera en arreglo duty/stand-by o compartiendo carga según la producción de biogás

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U32-P1	Soplador aire scrubber	1	Soplador dedicado al suministro de aire para el proceso biológico de oxidación de sulfuro dentro del scrubber U32-T1. Proporciona el oxígeno requerido para la actividad de las bacterias sulfuro-oxidantes. Operación continua mediante arranque controlado y monitoreo de caudal de aire. Integrado al sistema automático del BTS. Temperatura ambiente de operación: 5 a 45 °C. Presión de descarga típica: 100 a 300 mbar(g). Caudal de aire ajustable mediante control automático para mantener la eficiencia de remoción de H_2S y evitar exceso de oxígeno en el biogás.
U32-P2	Soplador aire scrubber	1	Soplador de aire para el scrubber U32-T2. Mantiene las condiciones aerobias necesarias para la conversión biológica de H_2S a compuestos de azufre estables. Opera asociado a la instrumentación de control de aireación y desempeño del biofiltro. Puede funcionar como unidad dedicada o de respaldo según la estrategia operativa. Temperatura ambiente de operación: 5 a 45 °C. Presión de descarga típica: 100 a 300 mbar(g). Caudal de aire regulado automáticamente conforme a la concentración de H_2S y desempeño del biofiltro.

- **Equipos Mecánicos considerados en Secado (U33)**

Tabla 3. 22 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Secado)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U33-M1	Chiller secador	1	Unidad de secado de biogás por enfriamiento. Reduce la temperatura del biogás desulfurizado para provocar la condensación de vapor de agua y disminuir su contenido de humedad antes de la compresión y aprovechamiento energético. Flujo de diseño: 300 a 1,716 Nm^3/h. Temperatura de entrada del biogás: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Diseñado para eliminar humedad libre y minimizar la formación de condensados
U33-M2	Chiller secador	1	Segunda unidad de secado de biogás instalada para redundancia operacional y continuidad del servicio. Permite operación alternada o respaldo durante

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			mantenimiento. Forma parte del tren de acondicionamiento posterior a la desulfurización U32 y previo a los sopladores booster U34. Flujo de diseño: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura de entrada: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g).
U33-E1	Intercambiador de calor / demister	1	Equipo de enfriamiento y separación de humedad asociado al secador U33-M1. El intercambiador reduce la temperatura del gas y el demister elimina las gotas de condensado arrastradas. Incluye drenaje de condensados y purgas para evitar acumulación de líquidos en la línea de biogás. Temperatura de entrada: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g). Diseñado para operación sin presencia de condensados libres a la salida.
U33-E2	Intercambiador de calor / demister	1	Equipo idéntico al U33-E1 asociado a la segunda línea de secado. Su función es remover condensados y asegurar que el biogás llegue a los sopladores booster con bajo contenido de humedad, reduciendo corrosión y riesgos operativos en equipos aguas abajo. Temperatura de entrada: 30 a 40 °C. Temperatura de salida: 15 a 35 °C. Presión de operación: 20 a 100 mbar(g).

- **Equipos Mecánicos considerados en Compresión / Boosteo (U34)**

Tabla 3. 23 Características de equipos mecánicos de Sistema de Tratamiento de Biogás (Compresión)

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U34-C1A	Booster blower	1	Soplador centrífugo para compresión de biogás tratado. Opera de forma continua con control mediante VFD para mantener la presión de suministro hacia calderas o consumo final. Construcción resistente a atmósferas con H_2S residual, humedad y condensados. Materiales en contacto con el gas compatibles con biogás. Flujo de operación: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura del biogás: 15 a 35 °C. Presión de succión mínima: >30 mbar(g). Presión de descarga normal: 30 a 150 mbar(g).

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			Equipado con protección antisurge y monitoreo continuo de presión y temperatura.
U34-C1B	Booster blower	1	Soplador centrífugo de servicio alterno (stand-by o duty/assist según estrategia operativa). Mantiene el caudal y presión requeridos del sistema BTS. Equipado con instrumentación de presión, temperatura y protección contra sobrecarga mecánica. Flujo de operación: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura: 15 a 35 °C. Presión de succión: >30 mbar(g). Presión de descarga: 30 a 150 mbar(g).
U34-C1C	Booster blower	1	Soplador centrífugo de respaldo para garantizar redundancia operacional. Diseñado para operación en ambiente clasificado con presencia potencial de biogás tratado. Permite continuidad del suministro durante mantenimiento o falla de otros equipos. Flujo de operación: 300 a 1,716 Nm³/h. Temperatura del biogás: 15 a 35 °C. Presión de succión: >30 mbar(g). Presión de descarga: 30 a 150 mbar(g).

- **Equipos Mecánicos considerados en Caldera (U35)**

Tabla 3. 24 Características de equipos mecánicos de Caldera

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
U35	Caldera de aprovechamiento de biogás	1	Caldera industrial tipo Flex Fuel diseñada para operar con combustible convencional y biogás tratado proveniente del BTS. Recibe biogás previamente desulfurizado en U32, secado en U33 y presurizado por los boosters U34. Flujo mínimo permisivo de biogás para habilitar combustión: >300 Nm³/h. Presión mínima de suministro de biogás tratado a la entrada de la caldera: 30 mbar(g) ajustable conforme a la filosofía de control del sistema. Temperatura típica del biogás de alimentación: 15 a 35 °C después del sistema de secado U33. El producto enviado a caldera corresponde a biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado, con una concentración aproximada de CH_4 de 60 a 65 % y CO_2 de 20 a 40 %. El sistema permite sustitución parcial del combustible fósil utilizado en la generación de

TAG	Descripción	Cantidad	Condiciones de operación y características principales
			vapor mediante control automático de relación combustible-comburente.
U35-A	Válvula de control de flujo de biogás	1	Válvula automática modulante encargada de regular el flujo de biogás hacia el quemador Flex Fuel. Rango normal de operación asociado al sistema BTS: 300 a 1,716 Nm³/h de biogás. Opera con señales de control provenientes del PLC de la caldera y del sistema BTS. Presión normal de operación: 30 a 150 mbar(g). Ante falla de comunicación, cierre de seguridad o condición no permisiva, la válvula cierra automáticamente y el biogás se desvía hacia las antorchas U31-H1/U31-H2.
PLC U35A	Panel de control de caldera	1	Sistema de control y supervisión encargado de verificar las condiciones permisivas para el uso de biogás. Monitorea flujo de combustible, presión de suministro, temperatura del biogás, estado de quemadores, disponibilidad de caldera y condiciones de seguridad de proceso. El sistema autoriza la apertura de la válvula U35-A únicamente cuando se cumplen simultáneamente las condiciones de operación definidas en la lógica de control del BTS y la caldera.

3.6 Descripción de obra eléctrica

La obra eléctrica del Sistema de Tratamiento y Aprovechamiento de Biogás contempla el diseño, suministro, instalación, pruebas y puesta en marcha de los sistemas eléctricos de fuerza, control, instrumentación, alumbrado, puesta a tierra y comunicaciones necesarios para la operación segura y continua de los equipos que integran el sistema de manejo de biogás.

El sistema eléctrico suministra energía a los equipos principales del proceso, incluyendo sopladores de biogás, unidades de secado (chillers), válvulas automatizadas, bombas auxiliares, analizadores de gas, sistemas de instrumentación y paneles de control. La distribución eléctrica se realiza mediante tableros de fuerza y control, canalizaciones eléctricas, charolas portacables, tubería conduit y cableado de potencia e instrumentación, instalados conforme a la NOM-001-SEDE vigente.

La instalación incorpora un tablero eléctrico principal (TAB-01), desde donde se alimentan los variadores de frecuencia, motores, transformadores auxiliares, sistemas de control y alumbrado. Asimismo, se incluye un sistema de automatización basado en PLC Siemens ET200SP y una interfaz HMI para supervisión y operación del proceso. El proyecto contempla además un sistema de alumbrado operativo y de seguridad para las áreas de proceso, un sistema integral de puesta a tierra para protección de personas y equipos, así como la preparación para la integración con sistemas de monitoreo y control de la planta.

3.6.1 Áreas clasificadas

Las áreas donde se maneja biogás son consideradas zonas con potencial presencia de atmósferas inflamables debido al contenido de metano presente en el proceso.

Por tal motivo, los equipos eléctricos instalados en las zonas de proceso consideran medidas de protección orientadas a minimizar riesgos de ignición, incluyendo:

- Instrumentación asociada al sistema de biogás.
- Analizadores de gas y detectores LEL.
- Sistemas de monitoreo de presión y flujo.
- Sistemas de ventilación y extracción.
- Equipos de control vinculados a la operación de biogás.
- Sistema de puesta a tierra y equipotencialización.

La clasificación definitiva de áreas peligrosas y la selección de equipos eléctricos deberá mantenerse en cumplimiento con las normas nacionales aplicables y con los criterios de diseño establecidos para instalaciones que manejan gases combustibles.

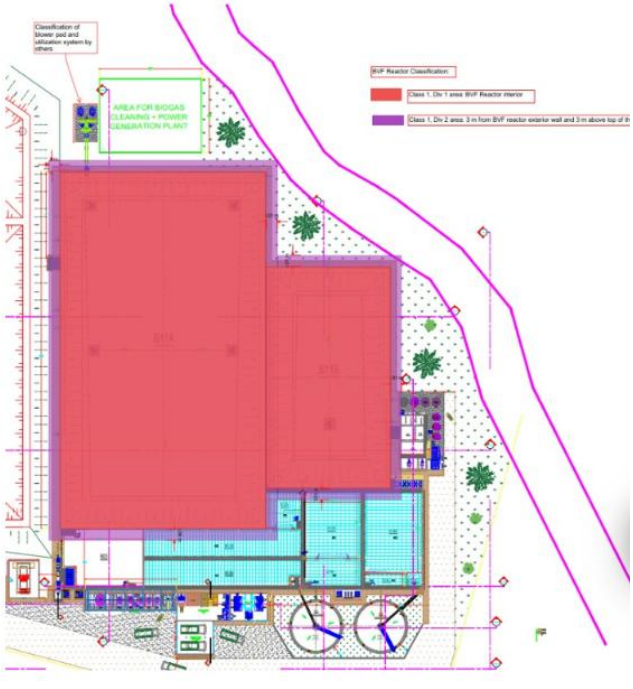


Figura 3. 6 Layout del sistema de emergencia y clasificación de áreas

3.6.2 Sistema de potencia e iluminación

El sistema de potencia suministra energía eléctrica a la totalidad de los equipos electromecánicos que conforman la unidad de tratamiento de biogás.

La alimentación principal opera a 460 VCA, trifásico, 4 hilos, distribuyéndose desde el tablero principal hacia los distintos centros de carga. La carga eléctrica instalada del sistema de biogás es de aproximadamente 272.59 kW, incluyendo:

- Tres sopladores principales de biogás de 56 kW cada uno con variador de frecuencia.
- Dos unidades de secado (chillers) de 37.3 kW.
- Bombas auxiliares.
- Analizadores de gas.
- Sistemas de control y automatización.
- Alumbrado y servicios auxiliares.

El alumbrado exterior e interior de la instalación está compuesto por luminarias tipo reflector y wall-pack alimentadas desde tablero dedicado, garantizando niveles adecuados de iluminación para operación, mantenimiento y atención de emergencias.

Asimismo, el sistema incorpora canalizaciones mediante charolas tipo escalera, tubería conduit de aluminio y cableado de potencia y control debidamente segregados para garantizar la seguridad operativa y la confiabilidad del sistema.

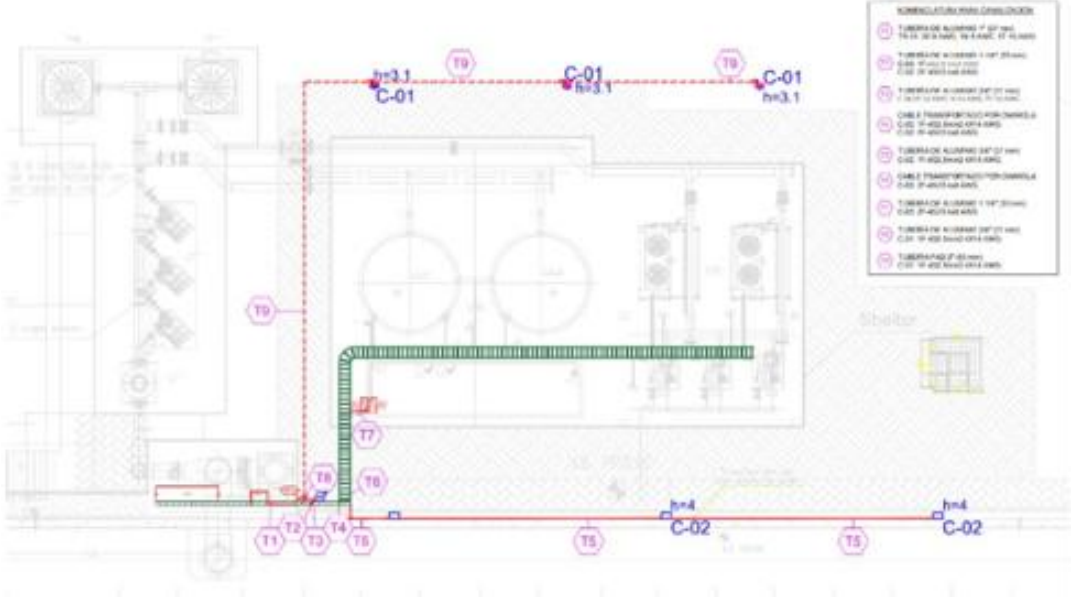


Figura 3. 7 Layout de alumbrado y canalización eléctrica del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS).

3.6.3 Sistema primario

La alimentación primaria es proporcionada por la red eléctrica de planta mediante una acometida trifásica de 460 VCA, conectada al tablero principal de distribución TAB-01. Desde este tablero se alimentan los variadores de frecuencia, arrancadores, transformadores auxiliares y equipos de proceso.

Dentro del sistema destacan:

- Tablero principal TAB-01.
- Variadores ABB para control de velocidad de los sopladores de biogás.
- Transformador trifásico de 15 kVA para cargas auxiliares.
- Tableros de alumbrado y servicios.
- Sistema PLC Siemens ET200SP.

- Sistema HMI de operación local.
- Red industrial Ethernet para comunicación y supervisión.

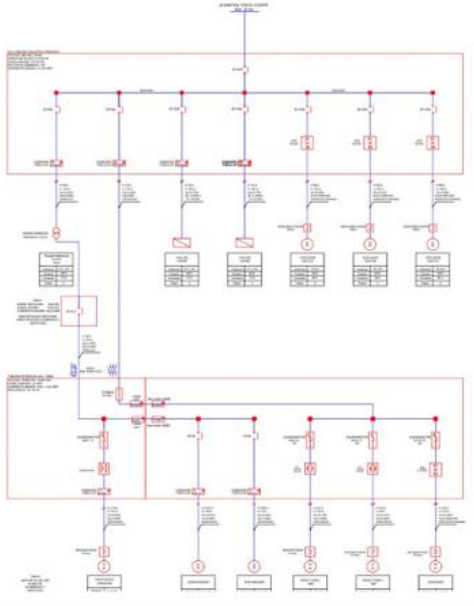


Figura 3. 8 Diagrama unifilar del sistema eléctrico del sistema de tratamiento de biogás.

3.6.4 Sistema de puesta a tierra

La instalación dispone de una malla de puesta a tierra diseñada para la protección de personas, estructuras metálicas, tableros eléctricos, equipos electromecánicos e instrumentación.

Los principales elementos considerados son:

- Malla principal de cobre desnudo 2/0 AWG enterrada.
- Conductores de derivación de 6 AWG y 8 AWG.
- Barra principal de cobre para equipotencialización.
- Conexión de tableros, motores, instrumentación y estructuras metálicas al sistema general de tierras.

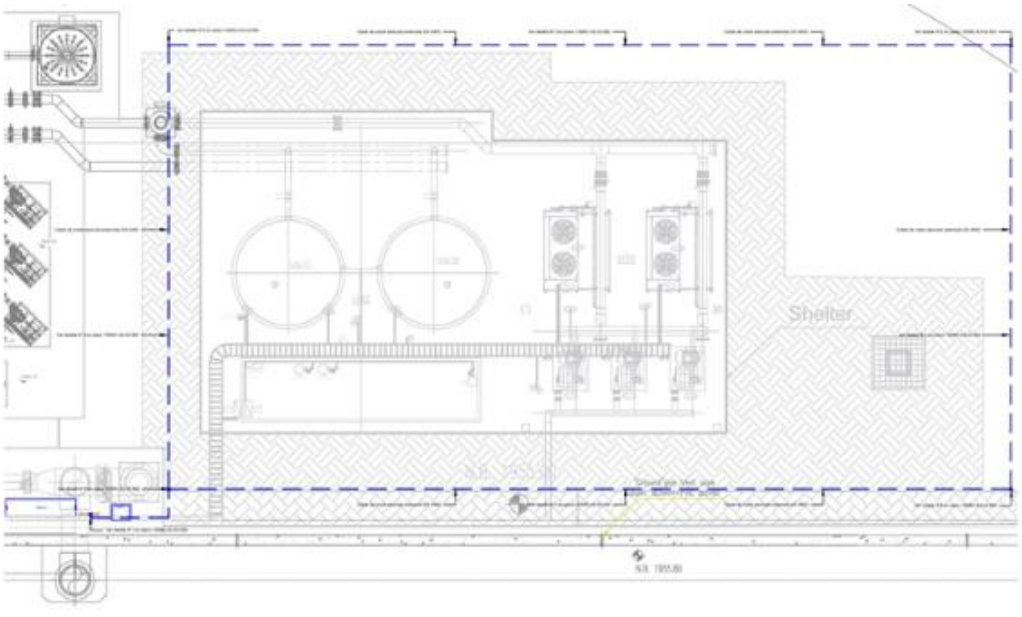


Figura 3. 9 Plano del sistema de puesta a tierra del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS)

3.6.5 Sistema de protección contra descargas atmosféricas

El proyecto contempla un sistema integral de puesta a tierra y equipotencialización destinado a proteger al personal, los equipos electromecánicos, la instrumentación y las estructuras metálicas asociadas al Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). La red de tierras está conformada por una malla principal de cobre desnudo enterrada, conductores de derivación, barras de tierra y conexiones equipotenciales que interconectan tableros eléctricos, motores, estructuras metálicas, tuberías, soportes, instrumentación y demás elementos conductivos presentes en la instalación.

La función principal del sistema es proporcionar una trayectoria de baja impedancia para la disipación segura de corrientes de falla eléctrica, cargas electrostáticas y sobretensiones transitorias, reduciendo el riesgo de daño a equipos y garantizando la seguridad operacional del proceso. Asimismo, el sistema contribuye a minimizar diferencias de potencial entre estructuras metálicas y equipos ubicados dentro de las áreas de proceso donde existe presencia potencial de atmósferas inflamables asociadas al manejo de biogás.

Todas las estructuras metálicas expuestas, equipos de proceso, tableros de control, analizadores de gas, sistemas de automatización, motores eléctricos, charolas portacables y soportes de tuberías deberán encontrarse conectados al sistema general de tierras mediante conductores adecuados y conexiones permanentes de acuerdo con los criterios establecidos en la NOM-001-SEDE vigente y las prácticas recomendadas para instalaciones industriales.

La documentación eléctrica revisada contempla el sistema general de puesta a tierra y equipotencialización de equipos; sin embargo, no se identificó en los planos consultados un diseño específico de sistema externo de protección contra descargas atmosféricas, tales como pararrayos, puntas captadoras, mástiles de protección o bajantes dedicadas. Por lo tanto, cualquier sistema de protección atmosférica adicional deberá describirse y justificarse únicamente cuando exista una memoria de cálculo, estudio de riesgo o plano específico que respalde su diseño e instalación.

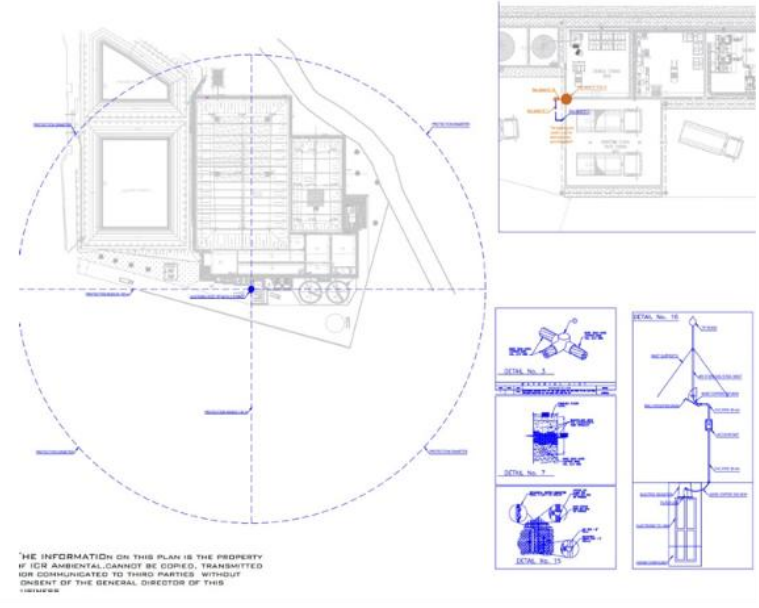


Figura 3. 10 Layout del sistema de pararrayos del Proyecto

3.7 Sistemas de seguridad

La gestión operativa y de seguridad del sistema se basa en procedimientos de arranque, operación normal, paro, mantenimiento y respuesta ante condiciones anormales, considerando los riesgos asociados al manejo de biogás, tales como presencia de metano, H_2S, condensados, presión, vacío, atmósferas inflamables y operación de equipos rotativos. El sistema integra instrumentación, alarmas, interbloqueos, detección de condiciones fuera de rango, control de presión y flujo, desvío automático hacia flares, venteo de emergencia y condiciones permisivas para el envío de biogás a caldera.

Tabla 3. 25 Sistemas de seguridad del proyecto

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Transmisor de nivel de reactor	2 (1 por reactor)	B11A y B11B	Monitoreo continuo del nivel del reactor. Genera alarmas de nivel bajo-bajo, bajo, alto y alto-alto. Permite bloquear mezcladores y bombas cuando se presentan condiciones inseguras de operación.
Alarmas de nivel LL, L, H y HH	8 condiciones de alarma (4 por reactor)	B11A y B11B	Alertar condiciones anormales y proteger los equipos de proceso contra operación fuera de rango.
Interbloqueo por nivel bajo	1 sistema PLC	B11A y B11B	Evita el funcionamiento de bombas de recirculación y mezcladores cuando el nivel es insuficiente.
Sistema de rebose de emergencia (EOF)	2 (B11-S1 y B11 S2)	Reactores B11A y B11B	Limita el nivel máximo de operación y evita derrames o sobrellenado de los reactores.

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Cubierta geomembrana hermética XR-5/HDPE	2	B11A y B11B	Captura biogás, evita emisiones fugitivas y controla olores. Opera bajo ligera presión negativa para protección estructural.
Puertos de muestreo y venteo de emergencia	≥10 por reactor	Cubierta de B11A y B11B	Permiten muestreo de lodos y temperatura; también funcionan como venteos de emergencia.
Cámara de eliminación de gas (GEC)	2	Succión de líneas RANS	Remueve biogás atrapado en la recirculación de lodos para prevenir cavitación de bombas.
Trampa de humedad y sedimentos U31-S1	1	Entrada al sistema U31	Retiene condensados y partículas para proteger sopladores y tuberías de biogás.
Transmisor de presión de cubierta	1 sistema	Línea principal de biogás	Controla la presión bajo la cubierta y ajusta automáticamente la velocidad de los sopladores para mantener vacío de operación.
Manómetro de verificación	1	Sistema de monitoreo de biogás	Confirmación local de la presión de cubierta para operación segura.
Venteo de emergencia U31-M1 / B11-X1	1	Sistema de biogás U31	Permite liberar biogás si falla el sistema de transporte o si hay concentración peligrosa de oxígeno.
Antorcha de biogás U31-H1	1	Área BTS	Quema controlada de biogás cuando no existe aprovechamiento energético.
Antorcha de biogás U31-H2	1	Área BTS	Respaldo de U31-H1 para disposición segura del biogás.
Sopladores de biogás U31-C1A/B/C	3	Área BTS	Mantienen vacío controlado en los reactores. Cuentan con protección e interbloqueos por presión, temperatura y válvulas.
Analizador de oxígeno (O_2)	1 sistema	Área BTS	Detecta infiltración de aire al sistema de biogás. Si O_2 > 5% se detiene la operación y se inspecciona el sistema.
Analizador de H_2S	1 sistema	U32 Desulfurización	Monitorea la concentración de sulfuro de hidrógeno y la eficiencia de remoción de los scrubbers.
Analizador de CH_4	1 sistema	U32 Desulfurización	Verifica la calidad energética del biogás previo a su uso en caldera.

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Biofiltros scrubber U32-T1/T2	2	U32	Eliminación de H_2S antes del secado y aprovechamiento energético del biogás. Reduce riesgos de corrosión y toxicidad.
Trampas de condensado U33 S1/S2	2	Entrada a secadores U33	Eliminan condensados antes de los equipos de secado.
Secadores de biogás U33-M1/M2	2	U33	Reducen la humedad del biogás para evitar corrosión y daños en compresores y caldera.
Demister U33-E1/E2	2	U33	Retienen gotas de agua posteriormente al enfriamiento del biogás.
Transmisores de presión PICRA U34A/U34B	2	Sistema booster U34	Supervisan presión de succión y descarga de biogás para proteger los compresores.
Válvula antisurge FCV-U34A	1	Sistema booster U34	Previene surge y operación inestable de sopladores centrífugos.
Interbloqueo automático de desvío hacia antorcha	1 sistema PLC	U34-U35	Envía automáticamente el exceso de biogás a las antorchas cuando la caldera no puede consumirlo.
Válvula de control FCV-U35A	1	Entrada a caldera U35	Si permanece cerrada, detiene los boosters y desvía automáticamente el biogás a antorcha.
Panel de control de caldera (PLC U35A)	1	U35	Gestiona interbloqueos de presión, caudal y disponibilidad de sistemas previos al uso del biogás.
Sistema de iluminación exterior BTS	6 luminarias principales (3 Wallpack + 3 reflectores)	U31-U34	Permite operación, inspección, mantenimiento y atención de emergencias durante horario nocturno. Diseñado conforme NOM-025-STPS.
Alarma de presión alta H	8	Cubiertas y líneas U31 U34	Advierte una elevación de presión antes del límite crítico y permite al operador verificar disponibilidad de sopladores, consumidores y antorchas.
Alarma de presión alta-alta HH	8	Cubiertas y líneas U31 U34	Identifica una condición crítica de sobrepresión. La respuesta automática deberá definirse expresamente, por ejemplo, desvío a antorcha, detención de alimentación de gas o activación de la ruta de alivio.

Sistema / Dispositivo	Cantidad	Ubicación	Función de Seguridad
Alarma de presión baja L	8	Succión de sopladores y boosters	Advierte una presión de succión o vacío fuera del rango normal. Permite verificar obstrucciones, acumulación de condensado, pérdida de producción o posición incorrecta de válvulas.
Alarma de presión baja-baja LL	8	B11, U31 y U34	Identifica una condición crítica de baja presión. Puede generar paro de sopladores o boosters para proteger la cubierta y evitar operación fuera de las condiciones permitidas.
Alarma de flujo bajo L	2	U31-U35	Advierte reducción de caudal y permite revisar válvulas, sopladores, condensados, disponibilidad del consumidor y condiciones del proceso.
Alarma de flujo bajo bajo LL	4	Entrada a equipos consumidores y caldera	Identifica caudal insuficiente para una operación estable.
Alarma de temperatura alta H	4	U31, U33, U34 y U35	Advierte una tendencia de sobrecalentamiento para permitir revisión de carga, ventilación, lubricación o condición mecánica.
Alarma de temperatura alta-alta HH	4	U31, U33, U34 y U35	Produce el paro automático del equipo afectado cuando así esté establecido por el fabricante y la lógica de control.
Alarma de nivel alto o alto-alto en trampas de condensado	2	U31-S1 y trampas U33	Advierte acumulación de líquido y posible arrastre hacia equipos.
Paro por baja presión de succión	2	U31 y U34	Detiene el equipo para evitar funcionamiento fuera de su envolvente operativa.
Paro por alta temperatura de motor o rodamiento	2	U31 y U34	Detiene el equipo afectado y genera alarma para prevenir daño térmico o mecánico.
Paro por baja señal de flujo	2	U31-U35	Impide sostener en servicio equipos que requieren un flujo mínimo de biogás.

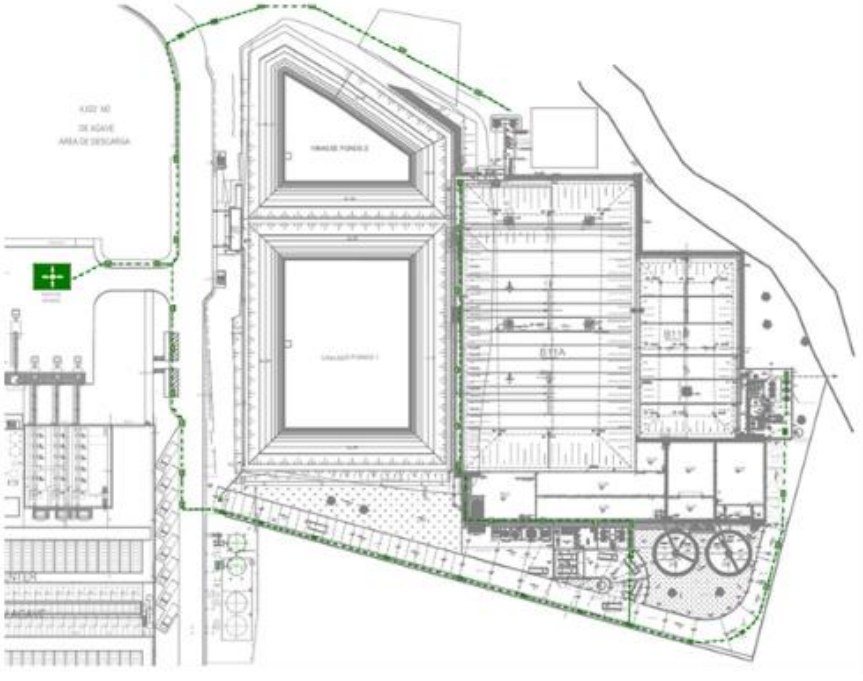


Figura 3. 11 Plano general de rutas de evacuación



Figura 3. 12 Diagrama de Seguridad operacional y destino del biogás en bloques

3.8 Instrumentación, medición y sistemas de control

El sistema incorpora medición de flujo, nivel, presión, temperatura, pH, color, oxígeno disuelto, turbidez/analítica y estados de válvulas/equipos. Los P&ID emplean etiquetas como FICRA/FIRA para flujo, LICRA/LIRA para nivel, PICRA/PIT/PA para presión, TICRA/TIT/TE para temperatura, PHIRA/PHIT para pH, AIT para color, y señales HH/LL para alarmas de alto/bajo nivel o condición crítica.

Tabla 3. 26 Instrumentación del proyecto

Sistema	Instrumentación / Control	Función
B03 ecualización	LICRA B03-A, FICRA B03-A/B, PHIRA, TICRA	Control de bombeo, dosificación, enfriamiento y alimentación a digestores.
B11 digestores	LIRA B11-A/B, PHICRA, TICRA, FICRA, presión cubierta	Control de nivel, pH, temperatura, recirculación y seguridad de biogás.
B12/B14 aireación	OICRA, TICA, sopladores VFD	Control de oxígeno disuelto, aireación y mezcla.
B21/U22 DAF	FICRA U22-A, LSA U22-A, PLC U22	Dosificación proporcional de químicos, bombeo de lodos y scraper/conveyor.
U24/U25 filtros	PICRA U24, válvulas automáticas, bombas B23/B26/B27	Cambio filtración/retrolavado y protección por presión alta.
U31/U34/U35 biogás	FIRA, PICRA, PIT, FCV U34-A, FCV U35-A, válvulas KCV	Presión/flujo, arranque, interlocks, desviación a flare y operación en caldera.

3.8.1 Tecnología de control, monitoreo e inventario operativo del biogás

El sistema de producción y aprovechamiento de biogás cuenta con tecnología de control local mediante PLC, interfaces de operación tipo HMI y señales de instrumentación asociadas al Sistema de Tratamiento de Biogás BTS y a la caldera U35. Estas plataformas permiten supervisar el estado operativo de equipos, registrar variables críticas, generar alarmas, ejecutar interbloqueos y controlar la secuencia de operación para la conducción, tratamiento, acondicionamiento, consumo o disposición segura del biogás.

El control de inventario operativo del biogás no corresponde a almacenamiento comercial, sino al balance técnico de generación, tratamiento, consumo y disposición segura del producto dentro de Planta Arandas. Para ello, el sistema debe registrar y monitorear el biogás producido en los digestores, el biogás conducido hacia U31, el biogás tratado en U32, el biogás seco posterior a U33, el biogás presurizado por U34, el biogás enviado a caldera U35 y, cuando aplique, el biogás desviado a flares o venteo de emergencia. Este balance permite contar con trazabilidad operativa del producto y verificar su destino exclusivo de autoconsumo.

Los puntos de transferencia sujetos a monitoreo corresponden, de manera enunciativa, a la salida de los digestores B11A/B11B, entrada al sistema U31, salida de la etapa de separación y manejo, entrada y salida de la desulfurización U32, entrada y salida del secado U33, descarga de los sopladores booster U34 y entrada a la caldera U35. En estos puntos se consideran variables como presión, flujo, temperatura, humedad o condensados, H_2S, oxígeno y estado de válvulas automáticas, con el fin de asegurar que el biogás se mantenga dentro de condiciones adecuadas para su uso energético.

La tecnología de control también permite registrar eventos operativos relevantes, incluyendo arranques, paros, alarmas, fallas de equipos, desviaciones de presión o flujo, indisponibilidad de caldera, operación de flares, apertura de venteos y activación de interbloqueos. Estos registros constituyen la base de trazabilidad tecnológica del sistema y permiten demostrar que el biogás producido se maneja bajo condiciones controladas, seguras y destinadas exclusivamente al autoconsumo dentro de las instalaciones de Planta Arandas.

Las condiciones de operación de los sistemas se controlan mediante variables críticas de proceso, incluyendo caudal de biogás, presión, vacío, temperatura, humedad, presencia de condensados, concentración de H_2S, concentración de oxígeno, disponibilidad de caldera y estado de operación de sopladores, scrubbers, secadores, válvulas automáticas y flares. El envío de biogás hacia la caldera U35 se realiza únicamente cuando se cumplen las condiciones permisivas definidas por el sistema de control; en caso contrario, el biogás se desvía de manera segura hacia las antorchas U31-H1/U31-H2 o al sistema de venteo de emergencia, según corresponda.

4 Descripción del proceso

El proyecto tiene procesos operativos previos, que inician con la generación interna de vinaza por parte de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., como resultado directo del proceso de destilación de tequila desarrollado en Planta Arandas. Esta vinaza corresponde a un residuo líquido orgánico generado en el área de destilación, posterior a la separación del alcohol, y se considera la biomasa de origen interno para efectos del presente proyecto.

Este residuo/biomasa se conduce hacia la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) existente, y previo a su alimentación a los reactores anaerobios B11A/B11B, pasa por las etapas internas de recepción, conducción y ecualización previstas para homogenizar caudal y carga orgánica. Para el balance de diseño del este proyecto, se considera un volumen promedio de alimentación de biomasa de 1,200 m^3/d, asociado a la operación regular del proceso productivo, así como un volumen máximo de diseño considerado para el proyecto de 1,900 m^3/d. La frecuencia de generación de vinaza es continua durante los periodos de operación de la destilación de tequila, por lo que su disponibilidad está directamente vinculada al programa operativo interno de Planta Arandas.

La modalidad de conducción de la vinaza es interna, mediante tuberías, sistemas de bombeo y/o conducción hidráulica asociados a la VTP existente, sin transporte externo ni transferencia desde instalaciones de terceros. Antes de ingresar a los reactores B11A y B11B, la vinaza puede mantenerse temporalmente en sistemas de recepción/ecualización de la propia planta, con el propósito de regularizar el caudal, atenuar variaciones de carga orgánica, ajustar condiciones operativas y asegurar una alimentación controlada hacia los digestores. Una vez recibida en el tren anaerobio, la biomasa se mantiene bajo condiciones anaerobias controladas dentro de los reactores B11A y B11B, favoreciendo la conversión biológica de la materia orgánica en biogás. Los equipos asociados a esta etapa, como mezcladores, recirculación y cubiertas de geomembrana.

El proyecto no contempla ni autoriza la recepción, acopio, tratamiento ni aprovechamiento de residuos, subproductos orgánicos, biomasa o materiales provenientes de terceros. En consecuencia, la biomasa utilizada como sustrato para la generación de biogás corresponde exclusivamente a la vinaza generada internamente por CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., en Planta Arandas, derivada del proceso de destilación de tequila. No existen proveedores externos de biomasa ni se prevé la incorporación de residuos externos al sistema para la operación considerada en el presente proyecto.

La transformación principal ocurre mediante digestión anaerobia en los reactores B11A y B11B, en ausencia de oxígeno, donde microorganismos degradan la materia orgánica contenida en la vinaza generada internamente y recibida como biomasa desde el sistema de ecualización de la VTP. Como resultado de este proceso se genera biogás que posteriormente será enviado al BTS para su posterior aprovechamiento energético en caldera. Para este proyecto, el balance de diseño considera un flujo interno de biomasa de 1,900 m^3/d, DQO aplicada de 74.4 t/d, DQO convertida equivalente a 59.3 t/d, producción máxima de 41,173 Nm^3/d de biogás tratado, flujo horario aproximado de 1,716 Nm^3/h y carga volumétrica BVF de 1.21 kg $DQO/m^3 \cdot d$.

El proceso en el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS), inicia con la separación de humedad y sedimentos, seguida por el manejo mediante sopladores y la disponibilidad de antorchas o venteo de emergencia para condiciones no rutinarias. Posteriormente, la corriente pasa por la etapa de desulfurización

U32, donde se remueve H_2S para reducir corrosividad, toxicidad y riesgos asociados al uso energético. Después, el biogás se seca en el equipo U33 mediante enfriamiento y separación de condensados, y finalmente se acondiciona en presión mediante los sopladores booster U34 para garantizar las condiciones requeridas de suministro hacia la caldera. Para el proyecto, el producto final se mantiene como biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado.

Una vez tratado, desulfurizado, seco y presurizado, el biogás tratado se envía a la caldera U35 para su aprovechamiento como combustible alternativo en la generación de energía térmica/vapor dentro de Planta Arandas. Este aprovechamiento se realiza exclusivamente para autoconsumo interno, sin almacenamiento comercial, distribución externa ni entrega a terceros. Los condensados y corrientes auxiliares asociados al manejo del biogás se gestionan conforme a los sistemas de drenaje, purga y control previstos para la operación segura del BTS.

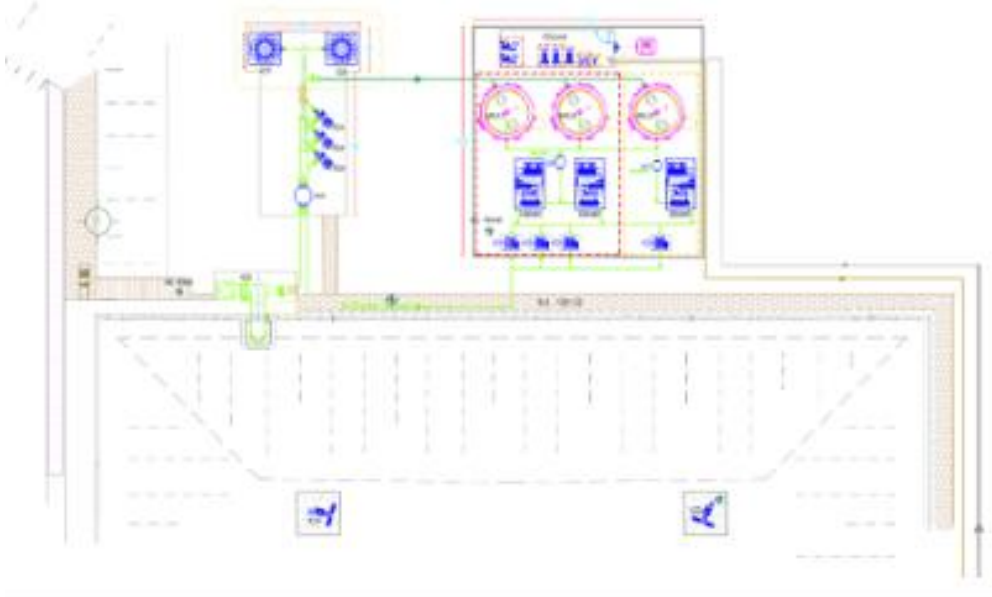


Figura 4. 1 Planta general de ubicación de equipos de biogás

4.1 Estimación de la producción de Biogás

4.1.1 Origen y tipo de biomasa

La biomasa utilizada corresponde exclusivamente a vinaza generada internamente durante el proceso de destilación de tequila en Planta Arandas. La vinaza se conduce internamente hacia la Planta de Tratamiento de Vinaza, donde pasa por las etapas de recepción, ecualización y acondicionamiento antes de su alimentación a los reactores anaerobios B11A y B11B. El proyecto no contempla la recepción o aprovechamiento de biomasa proveniente de terceros.

Para el caso máximo de operación se considera una alimentación de 1,900 m^3/d, equivalente a aproximadamente 79.2 m^3/h, con una carga orgánica aplicada de 74.4 t DQO/d.

4.1.2 Cálculo de biogás

La composición de diseño del biogás considera un contenido de metano (CH_4) comprendido entre 60 y 65 % v/v, siendo este rango consistente con las condiciones esperadas de operación de los digestores anaerobios y con los criterios de diseño del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). El resto de la corriente está constituido principalmente por dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua y trazas de ácido sulfhídrico (H_2S), nitrógeno, oxígeno e hidrógeno.

La producción máxima considerada para el proyecto se resume en la siguiente tabla:

Tabla 4. 1 Producción Máxima esperada de Biogás

Concepto	Valor
Flujo Máximo de vinaza	1,900 m^3/d
DQO aplicada	74.4 t/d
DQO convertida	59.3 t/d
DQO residual	15.1 t/d
Remoción de DQO	79.7 %
Producción máxima de biogás	41,173 Nm^3/d
Producción máxima horaria	1,716 Nm^3/h
CH_4 esperado	60-65 % v/v
Generación neta de lodo	1.78 t ST/d

4.2 Descripción de componentes, equipos, infraestructura e instalaciones

Tabla 4. 2 Componentes, equipos, infraestructura e instalaciones

TAG	Componente	Función
B02 / B01	Recepción y cribado	Remoción de sólidos gruesos/fibras; alimentación a B03.
B11A/B11B	hasta 1,716 Nm^3/h	Reactor activo y zona de asentamiento, cubiertas geomembrana, mezcla, recirculación RANS/SREC y producción de biogás.
U31 Manejo de biogás	300-1,716 Nm^3/h	Trampa de humedad/sedimento, sopladores centrífugos, venteo y flares U31-H1/H2.
U32 Desulfurización	300-1,716 Nm^3/h	Tratamiento de biogás para remoción de H2S; scrubbers conectados al BTS.
U33 Secado	300-1,716 Nm^3/h	Chillers, intercambiadores y demisters para retirar humedad.

TAG	Componente	Función
B02 / B01	Recepción y cribado	Remoción de sólidos gruesos/fibras; alimentación a B03.
U34 Boosteo	300-1,716 Nm^3/h	Sopladores centrífugos booster con VFD, control de presión y válvula anti-surge.
U35 Caldera	>300 a 1,716 Nm^3/h	Caldera / combustión de biogás como destino final cuando se cumplen condiciones de calidad y operación.

4.3 Descripción de proceso de limpieza de biogás

El reactor principal B11A recibe la vinaza acondicionada y las corrientes de recirculación de lodos anaerobios RANS y sobrenadante SREC. En el reactor, la materia orgánica se transforma por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno, generando biogás crudo. B11A opera con una temperatura esperada del licor anaerobio de 30 a 35 °C, temperatura máxima de diseño de 40 °C, nivel normal aproximado de 6 a 8 m y volumen operativo aproximado de 49,000 m^3.

El reactor secundario B11B recibe por gravedad el efluente procedente de B11A y proporciona una etapa adicional de digestión anaerobia. Su volumen aproximado es de 16,000 m^3, con una temperatura esperada de operación de 30 a 35 °C y un nivel hidráulico aproximado de 4 a 6 m. Las bombas de recirculación de B11B operan con un caudal nominal de 132 m^3/h y una presión de descarga estimada de 1.5 a 2.5 bar(g).

El biogás generado en los digestores anaerobios B11A y B11B es captado bajo las cubiertas de geomembrana y conducido mediante la red de tuberías de acero inoxidable hacia el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). El biogás crudo está compuesto principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), humedad saturada y ácido sulfhídrico (H_2S), por lo que requiere diversas etapas de acondicionamiento antes de su aprovechamiento energético en la caldera U35.

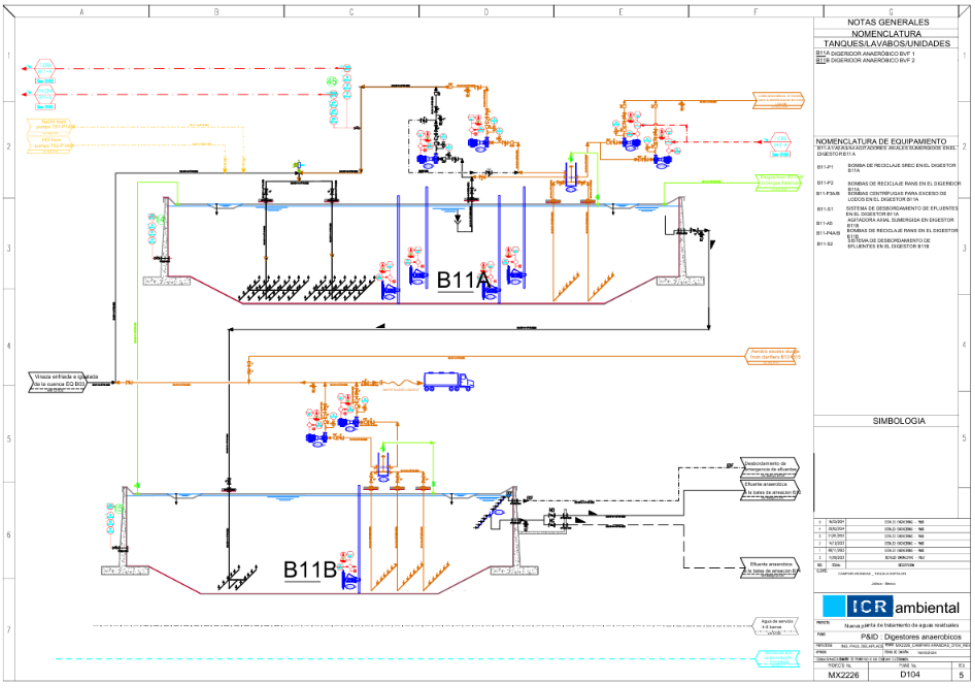


Figura 4. 2 Diagrama de Tubería e Instrumentación de los digestores anaerobios B11A y B11B

Las condiciones operativas utilizadas para el diseño, operación y balance del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) corresponden a una capacidad máxima de producción de 41,173 Nm³/d de biogás tratado, equivalente aproximadamente a 1,716 Nm³/h, considerando una alimentación máxima de vinaza de 1,900 m³/d y una DQO aplicada de 74.4 t/d. Las diferentes etapas del BTS operan dentro de los rangos de temperatura, presión y flujo indicados en la tabla:

Tabla 4. 3 Condiciones de operación de los sistemas

Etapa	Flujo de Biogás	Temperatura	Presión / Vacio
Captación B11A/B11B	hasta 1,716 Nm³/h	30-40 °C	- 2 a -20 mbar
U31 Manejo de biogás	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	-2 a -20 mbar / 50-150 mbar(g)
U32 Desulfurización	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C	20-100 mbar(g)
U33 Secado	300-1,716 Nm³/h	30-40 °C entrada / 15-35 °C salida	20-100 mbar(g)

Etapa	Flujo de Biogás	Temperatura	Presión / Vacio
U34 Boosteo	300-1,716 Nm³/h	15-35 °C	>30 mbar(g) succión / 30-150 mbar(g) descarga
U35 Caldera	>300 a 1,716 Nm³/h	15-35 °C	30-150 mbar(g)

4.4 Captación y manejo inicial de biogás (U31)

El biogás crudo proveniente de los digestores es extraído mediante los sopladores centrífugos U31-C1A/B/C y conducido hacia el tren de tratamiento BTS. El sistema opera bajo condiciones de ligera presión negativa para proteger la integridad de las cubiertas de geomembrana y evitar emisiones fugitivas.

Tabla 4. 4 Condiciones típicas de operación del sistema de Captación y manejo inicial de biogás (U31)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm³/h
Temperatura	30 a 40 °C
Vació en digestores	-2 a -20 mbar
Vació máximo de digestores	-30 mbar
CH_4 esperado	60 a 65 % v/v
O_2 normal	< 2.5 %

En esta etapa el biogás pasa por la trampa de humedad y sedimentos U31-S1, donde se remueven condensados y partículas arrastradas desde los digestores para proteger los equipos ubicados aguas abajo.

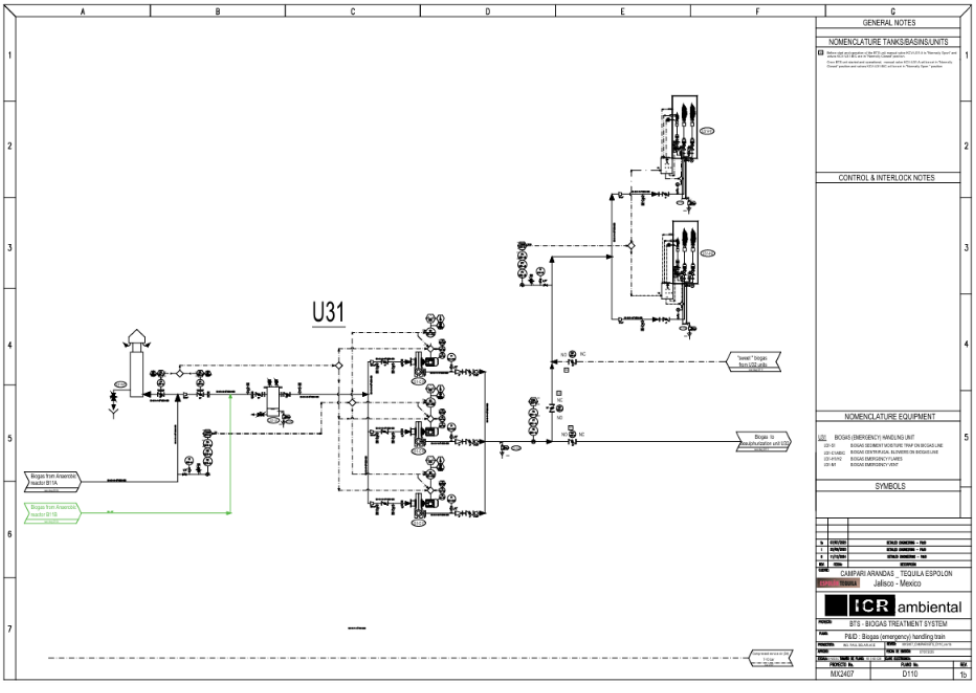


Figura 4. 3 Diagrama de Tubería e Instrumentación de Captación y manejo inicial de biogás (U31)

4.5 Desulfurización de biogás (U32)

Posteriormente, el biogás crudo ingresa a las unidades de desulfurización U32-T1 y U32-T2, donde se realiza la remoción biológica de H_2S mediante biofiltros tipo scrubber. El proceso consiste en poner el biogás crudo en contacto con un medio biológico irrigado que favorece la oxidación biológica del sulfuro de hidrógeno, reduciendo la corrosividad, toxicidad y riesgos asociados al uso energético del combustible antes de su envío al sistema de secado U33.

Para efectos de operación segura y suministro hacia caldera, el límite máximo de H_2S a la salida del sistema U32 se establece en 500 ppmv, equivalente de manera aproximada a 700 mg/Nm³ de H_2S, considerando condiciones normales de referencia y conversión estequiométrica del gas. Este valor se adopta como criterio técnico de calidad del biogás tratado previo al secado y boosteo, con base en la especificación de diseño del Sistema de Tratamiento de Biogás, los requerimientos de protección contra corrosión de equipos aguas abajo y las condiciones permisivas para combustión en la caldera U35.

Tabla 4. 5 Condiciones típicas de operación del sistema de Desulfurización de biogás (U32)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm³/h
Temperatura del biogás	30 a 40 °C
Presión de operación	20 a 100 mbar(g)
H_2S entrada	2,000 a 13,000 ppmv
H_2S salida U32	≤ 500 ppmv, equivalente aproximadamente a ≤ 700 mg/Nm³

Parámetro	Condición típica
CH_4	60 a 65 % v/v

El punto de medición para confirmar la calidad del biogás desulfurizado se ubica aguas abajo de las unidades U32-T1/U32-T2, en la línea de salida del sistema de desulfurización y antes del ingreso al sistema de secado U33. La medición se realiza mediante analizadores en línea de H_2S y CH_4 integrados al sistema de control del BTS, con registro continuo de la variable y alarmas operativas configuradas en PLC/HMI. De manera complementaria, durante arranque, estabilización, mantenimiento o verificación de desempeño, podrán realizarse mediciones puntuales con detector portátil calibrado de H_2S o equipo equivalente, conforme a procedimientos internos de operación y calibración.

La frecuencia de monitoreo de H_2S a la salida de U32 es continua durante la operación del sistema, con visualización local/remota y registro en el sistema de control. Como criterio de rechazo, si la concentración de H_2S a la salida de U32 excede el límite máximo establecido de 500 ppmv, o si se presenta falla del analizador, pérdida de señal confiable, indisponibilidad de scrubbers, condición fuera de especificación para combustión o alarma crítica asociada a calidad del biogás, el envío hacia caldera deberá inhibirse y la corriente de biogás deberá desviarse de manera automática o manual segura hacia las antorchas U31-H1/U31-H2, hasta restablecer condiciones dentro de especificación. El restablecimiento del envío a caldera estará condicionado a la confirmación de concentración de H_2S dentro del límite, operación estable de U32, disponibilidad de U33/U34 y cumplimiento de las demás condiciones permisivas de combustión.

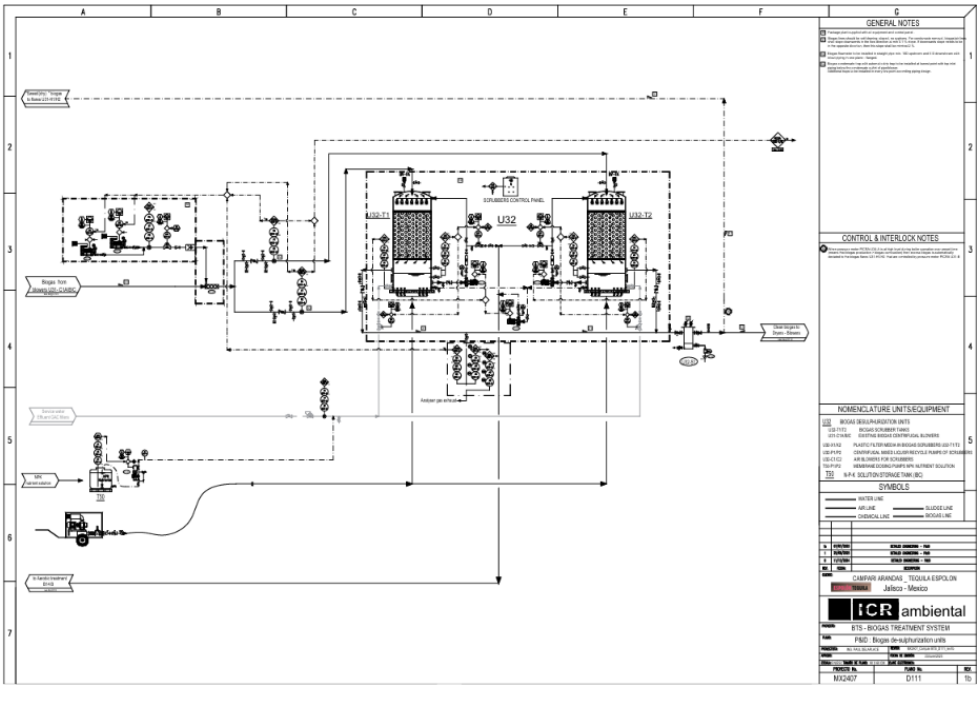


Figura 4. 4 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Desulfurización (U32)

4.6 Secado y Remoción de condensados (U33)

Una vez desulfurizado, el biogás es conducido a las unidades de secado U33-M1 y U33-M2. Estas unidades emplean chillers, intercambiadores de calor y demisters para reducir la temperatura del gas, provocar la condensación controlada del vapor de agua contenido en la corriente y separar los condensados generados antes del envío del biogás hacia el sistema de boosteo U34.

Para efectos del presente proyecto, la condición de biogás seco se establece con base en la ausencia de arrastre de condensados líquidos y en el cumplimiento de un punto de rocío máximo a la salida de U33.

El criterio homologado de aceptación a la salida de U33, medido antes del ingreso a U34, será:

- Ausencia de arrastre de condensados líquidos en la corriente de biogás.
- Punto de rocío máximo de 15 °C a la presión de operación de la línea, o
- Punto de rocío al menos 5 °C por debajo de la temperatura mínima esperada aguas abajo, lo que resulte más conservador.

Este criterio permite evitar condensación en las líneas posteriores, proteger los sopladores booster U34, prevenir corrosión o acumulación de líquidos y asegurar que el biogás cumpla con las condiciones requeridas para su envío a la caldera U35.

Los condensados generados durante el enfriamiento del biogás son separados mediante demisters y retirados a través de trampas de drenaje y puntos bajos diseñados para evitar acumulación de líquidos, corrosión, bloqueo de líneas o daños a equipos de compresión.

Tabla 4. 6 Condiciones típicas de operación del sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm³/h
Temperatura del biogás	30 a 40 °C
Temperatura de salida	15 a 35 °C
Humedad relativa de entrada	Cercana a saturación
Criterio de humedad final	No aplica como humedad relativa posterior al demister; se controla mediante punto de rocío
Punto de rocío a la salida de U33	Máximo 15 °C a la presión de operación de la línea, o al menos 5 °C por debajo de la temperatura mínima esperada aguas abajo, lo que resulte más conservador
Condición física del biogás seco	Sin arrastre de condensados líquidos
Destino del biogás seco	Boosteo U34 y alimentación a caldera U35

El punto de medición del parámetro de humedad/punto de rocío se ubica en la línea de salida de U33, antes del ingreso al sistema de boosteo U34. La medición se realizará mediante transmisor o analizador de punto de rocío/humedad en línea, integrado al sistema de control del BTS, con visualización y registro operativo en PLC/HMI. De manera complementaria, durante arranque, mantenimiento, calibración o verificación de desempeño, podrán realizarse mediciones puntuales mediante equipo portátil calibrado de punto de rocío o humedad, conforme a procedimientos internos de operación y calibración.

La frecuencia de monitoreo será continua durante la operación del sistema, con alarmas configuradas para alertar desviaciones respecto al límite establecido. Si el punto de rocío supera el límite definido, se detecta arrastre de condensados, falla el sistema de medición o las unidades de secado no se encuentran disponibles, el biogás no deberá enviarse a caldera U35 hasta restablecer condiciones dentro de especificación. En tal caso, la corriente podrá mantenerse en recirculación operativa segura o desviarse hacia las antorchas U31-H1/U31-H2, conforme a la lógica de seguridad y disponibilidad del sistema. Las líneas de biogás aguas abajo de U33 deberán conservar criterio autodrenante, con pendientes mínimas y puntos de drenaje establecidos para facilitar la evacuación natural de condensados y evitar acumulación de líquidos en tuberías, equipos de boosteo y alimentación a caldera.

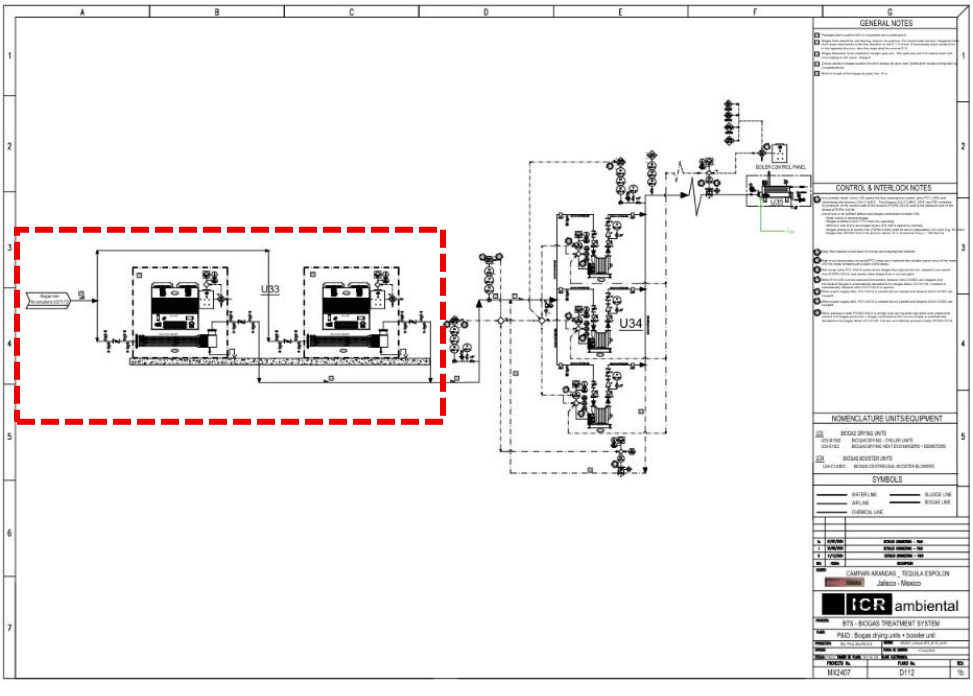


Figura 4. 5 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Secado y Remoción de Condensados (U33)

4.7 Compresión y acondicionamiento de presión (U34)

Después del secado, el biogás es impulsado mediante los sopladores booster U34-C1A/B/C, cuya función es elevar la presión del gas hasta las condiciones requeridas para su utilización en la caldera U35.

Los boosters operan mediante variadores de frecuencia (VFD) permitiendo ajustar automáticamente la capacidad del sistema conforme a la demanda energética.

Tabla 4. 7 Condiciones típicas de operación del sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34)

Parámetro	Condición típica
Flujo de biogás	300 a 1,716 Nm^3/h
Presión de succión	> 30 mbar(g)
Presión de descarga	30 a 150 mbar(g)
Temperatura del biogás	15 a 35 °C
CH_4	60 a 65 % v/v

Parámetro	Condición típica
Humedad libre	No permitida

El sistema incorpora válvulas anti-surge, transmisores de presión PICRA y lógica automática de protección para prevenir condiciones inestables de operación.

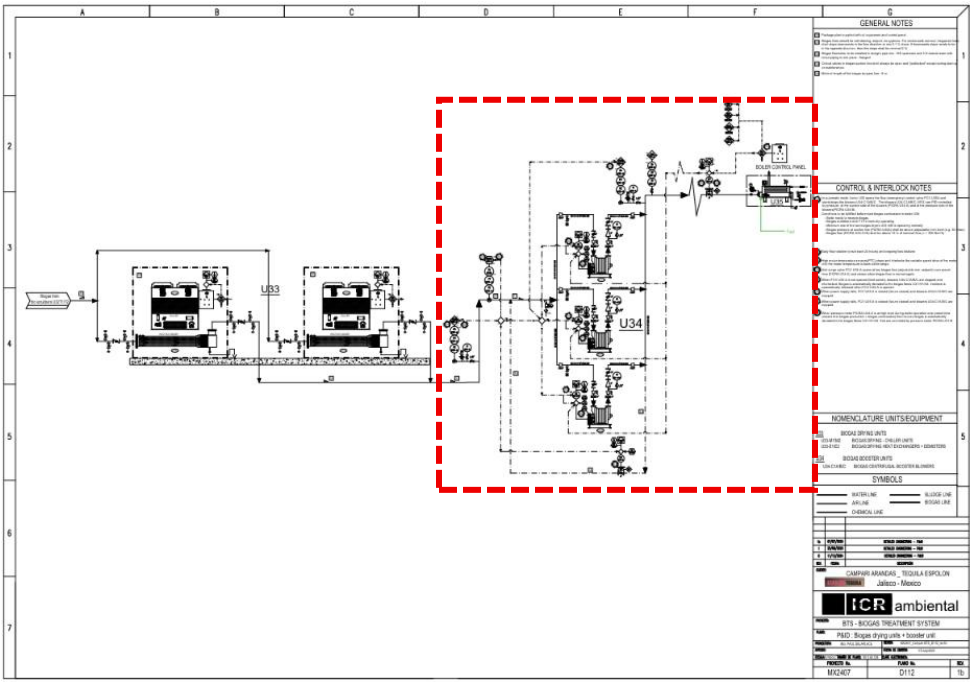


Figura 4. 6 Diagrama de Tubería e Instrumentación del Sistema de Compresión y acondicionamiento de presión (U34)

4.8 Aprovechamiento energético en la caldera U35

El biogás tratado, seco y comprimido se dirige finalmente hacia la caldera Flex Fuel U35 para su aprovechamiento como combustible alternativo en la generación de vapor de Planta Arandas.

La combustión únicamente puede habilitarse cuando se cumplen simultáneamente las condiciones permisivas definidas por la filosofía de control del sistema.

Tabla 4. 8 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35)

Parámetro	Condición típica
Flujo mínimo permisivo	> 300 Nm^3/h
Flujo máximo de diseño	hasta 1,716 Nm^3/h
Presión mínima de suministro	> 30 mbar(g)
Presión normal de operación	30 a 150 mbar(g)
Temperatura del biogás	15 a 35 °C
CH_4 esperado	60 a 65 % v/v
O_2 máximo recomendado	< 2.5 %

El sistema verifica permanentemente la disponibilidad de scrubbers U32, secadores U33, boosters U34, estado de la válvula FCV U35A y condiciones generales de seguridad antes de autorizar el envío de biogás hacia la caldera. En caso de falla, indisponibilidad de consumo o exceso de producción, el biogás es desviado automáticamente hacia las antorchas U31-H1 y U31-H2 para su disposición segura.

4.9 Características de los productos

Tabla 4. 9 Condiciones típicas de operación de Aprovechamiento energético en la caldera (U35)

Parámetro	Condición típica
CH_4 (Metano)	60 - 65 % v/v
CO_2 (Dióxido de carbono)	20 - 40 % v/v
H_2S	Reducido mediante scrubbers U32 hasta un nivel apto para combustión en caldera
Humedad	Un nivel apto para combustión en caldera Biogás seco después del sistema U33
Condensados	Sin presencia de condensados libres
O_2 (Oxígeno)	< 2.5 % en operación normal; > 5 % requiere paro e inspección
Caudal mínimo de biogás hacia U35	> 300 Nm^3/h
Presión mínima de succión	> 30 mbar (ajustable en PICRA-U34A)
Estado final	Biogás desulfurizado, seco y comprimido para aprovechamiento energético en U35

4.10 Uso/Destino del Biogás

El proyecto contempla la producción de biogás tratado, desulfurizado, seco y presurizado a partir de la digestión anaerobia de vinaza generada internamente por CAMPARI México en Planta Arandas. La capacidad máxima considerada para efectos del permiso es de 41,173 Nm^3/día, equivalente a aproximadamente 1,716 Nm^3/h, destinándose el producto exclusivamente al autoconsumo energético dentro de las instalaciones de la planta mediante su aprovechamiento en la caldera U35.

Bajo el escenario teórico de operación continua a la capacidad máxima solicitada, la producción anual de biogás tratado podrá alcanzar hasta 15,028,145 Nm^3/año, considerando una producción máxima de 41,173 Nm^3/d durante 365 días de operación. Para fines de planeación, se estima que aproximadamente 95 % de dicha producción, equivalente a 14,276,738 Nm^3/año, podrá utilizarse para la generación de energía térmica y vapor en la caldera U35.

Como medida de seguridad y continuidad operativa, se considera que hasta 5 % de la producción anual, equivalente a aproximadamente 751,407 Nm^3/año, podría dirigirse temporalmente a las antorchas U31-H1/U31-H2 durante arranques, paros programados, mantenimiento, pruebas, indisponibilidad de la caldera o incumplimiento de las condiciones permisivas de calidad u operación. Este volumen corresponde a un escenario máximo teórico de planeación y no representa la operación ordinaria esperada.

El venteo de emergencia no forma parte de la operación ordinaria del proyecto, por lo que su volumen programado es de 0 Nm³/año. Cualquier evento extraordinario de venteo deberá registrarse, cuantificarse y justificarse mediante los sistemas de medición y control disponibles.

En todos los casos, el sistema de control, monitoreo e instrumentación permitirá conciliar y demostrar la trazabilidad del biogás producido, tratado, consumido en la caldera, enviado a antorchas o eventualmente venteado, asegurando que el destino final del producto corresponda exclusivamente al autoconsumo interno de Planta Arandas.

El proyecto no contempla ni autoriza la venta, comercialización, distribución, transporte externo, almacenamiento comercial, suministro o entrega de biogás a terceros. La totalidad del biogás generado será aprovechada dentro de las instalaciones de Planta Arandas bajo un esquema de autoconsumo energético.

4.11 Diagramas de flujo



Figura 4. 7 Flujo general del proceso en bloques

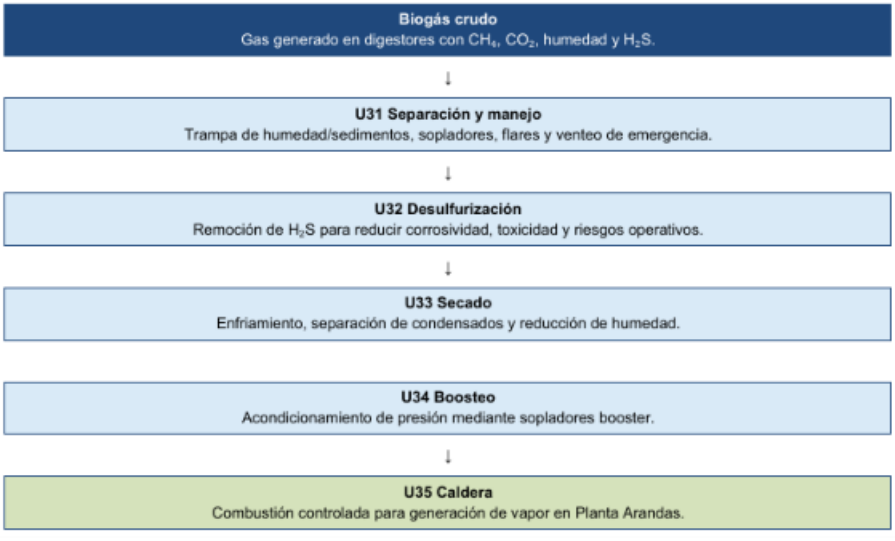


Figura 4. 8 Tren de tratamiento de biogás en bloques

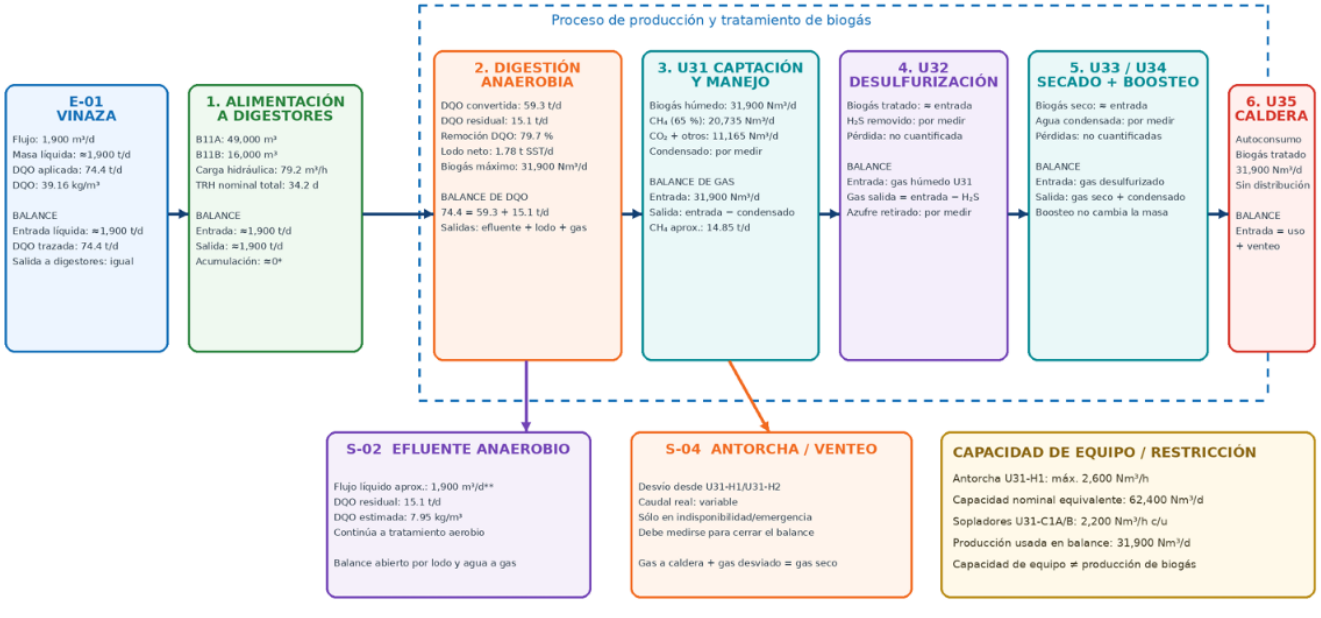


Figura 4. 9 Balance de Materia por corriente de proceso

4.12 Sustancias involucradas

De acuerdo con la descripción del proceso antes señalada, la sustancia involucrada en este proyecto es el Biogás. El resumen de las sustancias peligrosas involucradas en el proceso del presente proyecto Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) propiedad de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. se muestra a continuación.

Conforme al segundo "Listado de Actividades Altamente Riesgosas", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 4 de mayo de 1992 se presenta la cantidad a reportar.

Tabla 4. 10 Resumen de Sustancias Peligrosas

Sustancia	No. CAS	Riesgo químico[1]					Concentración	Capacidad total[2]			Tipo de almacenamiento
		C	R	E	T	I		PR	TR	ALM	
Biogás	N/A	x			x	x	100%	2,059.2 kg/h	NA	NA	NA

A continuación, se muestran las características de la sustancia antes mencionada, así como sus peligros.

[1] Riesgo de las sustancias, de acuerdo con sus características de Corrosión (C), Reactividad (R), Explosividad (E), Toxicidad (T) e Inflamabilidad (I).
[2] Capacidad Máxima para el Proceso (PR), el Transporte (TR) y el Almacenamiento (ALM).

4.13 Características de biogás

El biogás es una mezcla de hidrocarburos (principalmente metano) producido a través de una digestión anaerobia, en fase gaseosa, que a condiciones atmosféricas permanece en fase gaseosa. Puede encontrarse mezclado con algunas impurezas o sustancias que no son hidrocarburos, tales como ácido sulfhídrico, nitrógeno o bióxido de carbono en bajas concentraciones.

El biogás es un combustible renovable que se produce mediante la descomposición anaerobia (sin oxígeno) de materia orgánica, como residuos agrícolas, estiércol, desechos municipales, aguas residuales y basura orgánica.

En la Tabla 4.11 se presentan los principales constituyentes del gas.

Tabla 4. 11 Composición de biogás

Sustancia	Componente	Cantidad (%)
BIOGAS	Metano	60-65
	Dióxido de Carbono	20-40
	Ácido sulfhídrico	≤ 500 ppmv
	Oxigeno	< 2.5 %

Como mezcla gaseosa, el biogás presenta baja densidad y viscosidad. Su composición depende de las características de la materia prima y de las condiciones del proceso de digestión anaerobia, estando constituido principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), además de cantidades variables de sulfuro de hidrógeno (H_2S), vapor de agua y otros componentes en menores concentraciones.

El biogás en su estado natural presenta un olor característico que puede estar asociado principalmente a la presencia de compuestos sulfurados, particularmente sulfuro de hidrógeno (H_2S). Por lo tanto, no debe considerarse que el biogás sea necesariamente inodoro. La intensidad del olor dependerá de su composición y de los tratamientos aplicados para la remoción de contaminantes.

El principal peligro de inflamabilidad del biogás está asociado a su contenido de metano. El biogás puede formar una atmósfera inflamable cuando, después de una liberación, se mezcla con el aire en proporciones adecuadas. Para el metano, el intervalo de inflamabilidad en aire es aproximadamente de 5 a 15 % en volumen; sin embargo, el intervalo de inflamabilidad y las características de combustión de una corriente de biogás pueden verse modificados por la presencia de dióxido de carbono y otros componentes no combustibles.

El poder calorífico del biogás es inferior al del metano debido principalmente a la presencia de dióxido de carbono, que no participa en la combustión y actúa como diluyente. En consecuencia, el poder calorífico del biogás depende directamente de su concentración de metano y puede presentar variaciones significativas entre diferentes instalaciones y condiciones de operación. A mayor contenido de CH_4, mayor será su poder calorífico y su capacidad para mantener la combustión. La combustión del biogás ocurre principalmente por la reacción del metano con el oxígeno presente en el aire, produciendo dióxido de carbono, agua y liberando energía en forma de calor. La reacción global de combustión del metano puede representarse de la siguiente manera:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{energía}$$

La reacción de combustión es exotérmica. Sin embargo, debido a que el biogás contiene componentes no combustibles, principalmente CO_2, la cantidad de energía liberada por unidad de volumen de biogás es menor que la correspondiente a un volumen equivalente de metano. Asimismo, las características de la combustión, tales como la estabilidad de la llama, la temperatura alcanzada y la velocidad de propagación, dependen de la concentración de metano, la composición del biogás, la relación aire-combustible, la presión y las condiciones de operación.

En la Tabla 4.12 se presentan las propiedades físicas más comunes de biogás en México.

Tabla 4. 12 Propiedades físicas del biogás

Propiedad	Biometano
Contenido energético	6.0-6.5 kWh/ m^3
Equivalente de combustible	0.60-0.65 L petróleo/m^3 biogás
Límite de explosión	6-12% de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650-750°C
Presión critica	74-88 atm
Temperatura critica	-82.5°C
Densidad normal	1.2 kg/m^3
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)

Deublein y Steinhauser (2008)

4.14 Peligros del biogás

El biogás puede representar un riesgo para la salud debido a la presencia de determinados componentes en su composición, particularmente sulfuro de hidrógeno (H_2S), cuya concentración puede variar dependiendo de las características de la materia prima y de las condiciones del proceso. El H_2S es un gas tóxico y puede provocar irritación de las vías respiratorias, ojos y mucosas, además de representar un riesgo grave para la salud a concentraciones elevadas. Asimismo, la presencia de humedad y H_2S puede favorecer fenómenos de corrosión en equipos, tuberías y otros componentes del sistema. El dióxido de carbono (CO_2), presente normalmente en el biogás, no es inflamable; sin embargo, en concentraciones elevadas puede desplazar el oxígeno del ambiente y generar una atmósfera deficiente en oxígeno, particularmente en espacios confinados o áreas con ventilación insuficiente. De igual manera, el metano (CH_4), principal componente combustible del biogás, representa el principal peligro de inflamabilidad. Ante una liberación, el biogás puede mezclarse con el aire y formar una atmósfera inflamable cuando la concentración de metano se encuentra dentro de su intervalo de inflamabilidad.



Figura 4. 10 Pictogramas del GHS (Biogás)

Los principales peligros asociados con el biogás corresponden a la formación y dispersión de una atmósfera inflamable derivada de una liberación de gas, así como a la posibilidad de incendio o explosión en presencia de una fuente de ignición. A diferencia del biometano o gas natural, el biogás sin acondicionamiento contiene una proporción significativa de CO_2 y puede presentar contaminantes como H_2S y humedad. Por ello, sus propiedades de combustión y comportamiento ante una liberación pueden diferir de las correspondientes a un gas con alto contenido de metano. El CO_2, además de ser un componente no inflamable, puede favorecer condiciones de deficiencia de oxígeno en espacios confinados debido a su acumulación y desplazamiento del aire.

La Tabla 4.13 resume los peligros a la salud identificados para el biogás, de acuerdo con las recomendaciones de la ECHA:

Tabla 4. 13 Clasificación de riesgos a la salud de acuerdo con ECHA.

Combustible	Indicación de peligro
Biogás	H315 Provoca irritación cutánea H319 Provoca irritación ocular grave H330 Toxicidad aguda

Existen 2 tipos de fuego que se pueden observar en situaciones donde se maneje biogás, los más importantes a considerar son:

- **Chorro de fuego (Jet fire):** Si gases comprimidos o licuados se liberan de recipientes o tuberías, los materiales que se descargan a través del orificio formarán un chorro de gas que sale y se mezcla con el aire del ambiente. Si el material encuentra una fuente de ignición cuando se forma una nube de gas en el rango de inflamabilidad, existe la posibilidad de que se produzca un chorro de fuego.
- **Flamazo (Flash fire):** Cuando un material volátil inflamable se libera a la atmósfera, se forma y dispersa una nube de vapor. Si la nube de vapor resultante se enciende antes de que esta se diluya por debajo de su límite inferior de inflamabilidad, podría ocurrir un incendio instantáneo de la mezcla en forma de flamazo. La combustión normalmente ocurre dentro de algunas porciones de la nube de vapor (donde el material se mezcla con aire en concentraciones de inflamabilidad) más que toda la nube. Un flamazo podría incendiarse de regreso al punto de liberación, resultando en una alberca o chorro de fuego, pero es poco probable que se generen daños de sobrepresión (explosión) cuando no se encuentra confinado.

5 Descripción del entorno

5.1 Ubicación de la planta

El proyecto denominado Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) propiedad de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., que se encuentra ubicado en Camino Real a Atotonilco número 1081, localidad La Trinidad. C.P. 47195, San Ignacio Cerro Gordo, Jalisco.

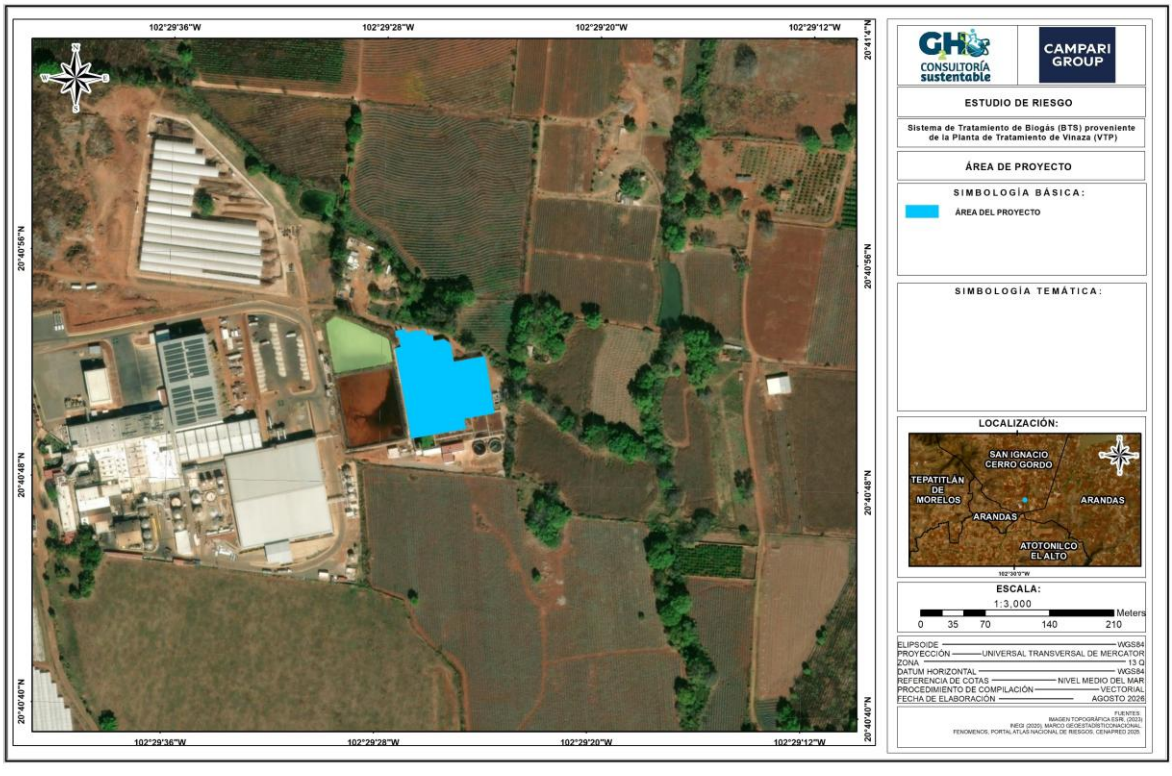


Figura 5. 1 Área del Proyecto

5.2 Características del entorno

Clima

En cuestión de la climatología típica del municipio donde tiene influencia el proyecto, se presenta a continuación la siguiente información, según información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en su portal de "México en Cifras".

Tabla 5. 1 Climatología por municipio

Municipio	Rango de temperatura	Rango de precipitación	Clima (descripción)
San Ignacio Cerro Gordo	16 – 18°C	800 – 1 100 mm	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (58.30%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (41.70%).

PARA FINES ESPECÍFICOS DEL PRESENTE ESTUDIO DE RIESGO, se tomarán en cuenta los datos meteorológicos obtenidos de la Estación **"TLAJOMULCO"**, del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), ubicada en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga en el estado de Jalisco.

Tabla 5. 2 Datos meteorológicos a 90 días (09/05/2026 al 07/08/2026)

Dato	Valor
Temperatura media	22.57 °C
Velocidad del viento	4.05 m/s
Dirección del viento	201.90 °N
Humedad relativa media	67.07 %
Presión atmosférica media	845.7532 hPa = 84,575.32 Pa

Temperatura, precipitación y viento

De acuerdo con datos que van de 1991 a 2020 sobre la climatología de la Estación Meteorológica más cercana al Área del Proyecto, la cual corresponde a la EMA 14017 en el municipio de ATOTONILCO EL ALTO, según información del Sistema Meteorológico Nacional, temperaturas mínima, media y máxima promedio presentadas en dicho lapso de tiempo, se presentan en la siguiente tabla (Tabla 5.3):

Tabla 5. 3 Climatología promedio de la EMA 14040 (1991-2020)

	Precipitación promedio y temperaturas mínima, media y máxima (estatal)													
EMA	**Parámetro**	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Agos**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**PROMEDIO**
14040	***T mínima (°C)***	6.4	7.4	9	10.7	13.8	16	15.3	15.2	15	12.4	9.4	7.2	**11.5 °C**
	T media (°C)	15.8	17.5	19.4	21.3	23.4	23.3	22	21.9	21.6	20.3	18.2	16.4	**20.1 °C**
	T máxima (°C)	25.3	27.6	29.8	32	33	30.7	28.7	28.6	28.3	28.2	27	25.5	**28.7 °C**

5.3 Colindancias de la instalación

En las Figuras 5.2 se muestra la ubicación del proyecto dentro de un radio de 500 m, así como los servicios ubicados en dicha área de influencia. La información fue obtenida a través del DENUE y el Mapa Digital de México (v6.3.0), los resultados se muestran en la tabla 5.4. El predio donde se llevarán a cabo las actividades se localiza en una zona tipo industrial.

Tabla 5. 4 Servicios en el área de influencia evaluada (500 m) (Mapa Digital INEGI v6.3.0)

Código SCIAN	Servicio	Cantidad
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	-
21	Minería	-
22	Generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, suministro de agua y de gas natural por ductos al consumidor final	-
23	Construcción	-
31-33	Industrias manufactureras	-
43	Comercio al por mayor	-

Código SCIAN	Servicio	Cantidad
46	Comercio al por menor	-
48-49	Transportes, correos y almacenamiento	-
51	Información en medios masivos	-
52	Servicios financieros y de seguros	-
53	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	-
54	Servicios profesionales, científicos y técnicos	-
55	Corporativos	-
56	Servicios de apoyo a los negocios y manejo de residuos, y servicios de remediación	-
61	Servicios educativos	-
62	Servicios de salud y de asistencia social	-
71	Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	-
72	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	-
81	Otros servicios excepto actividades gubernamentales (Asociaciones, u Organizaciones Civiles o Religiosas).	-
93	Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	-

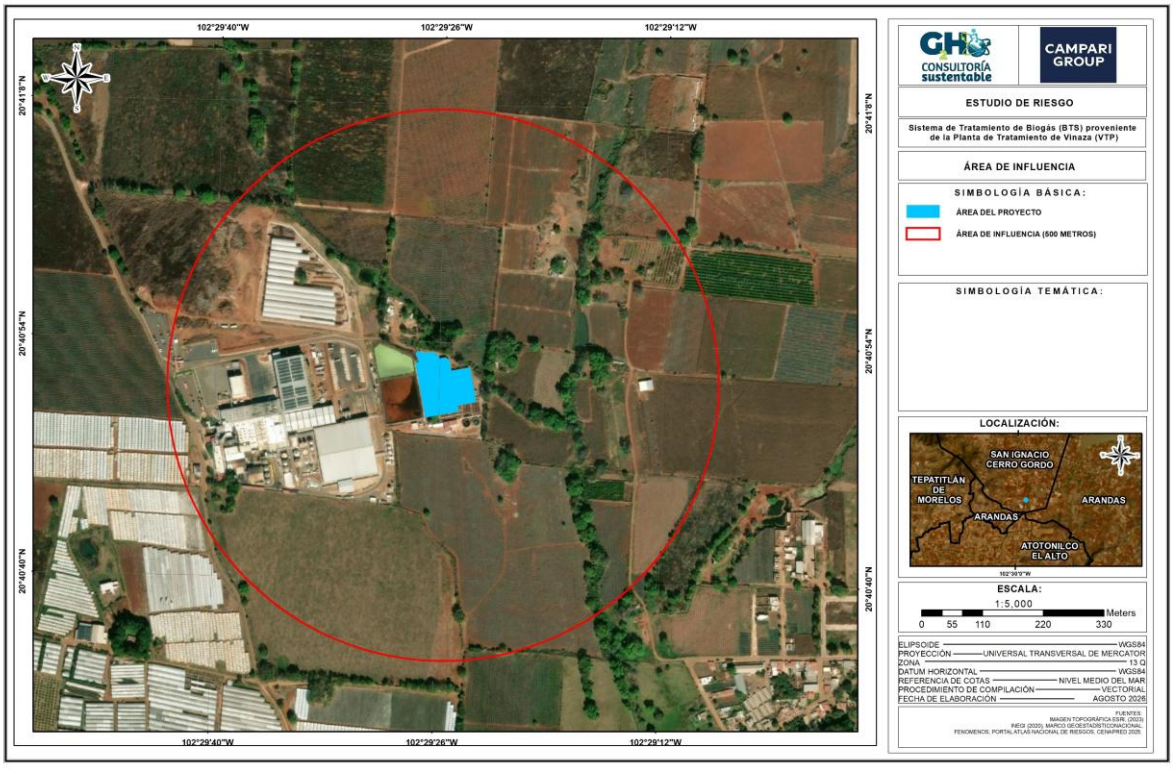


Figura 5. 2 Área de Influencia

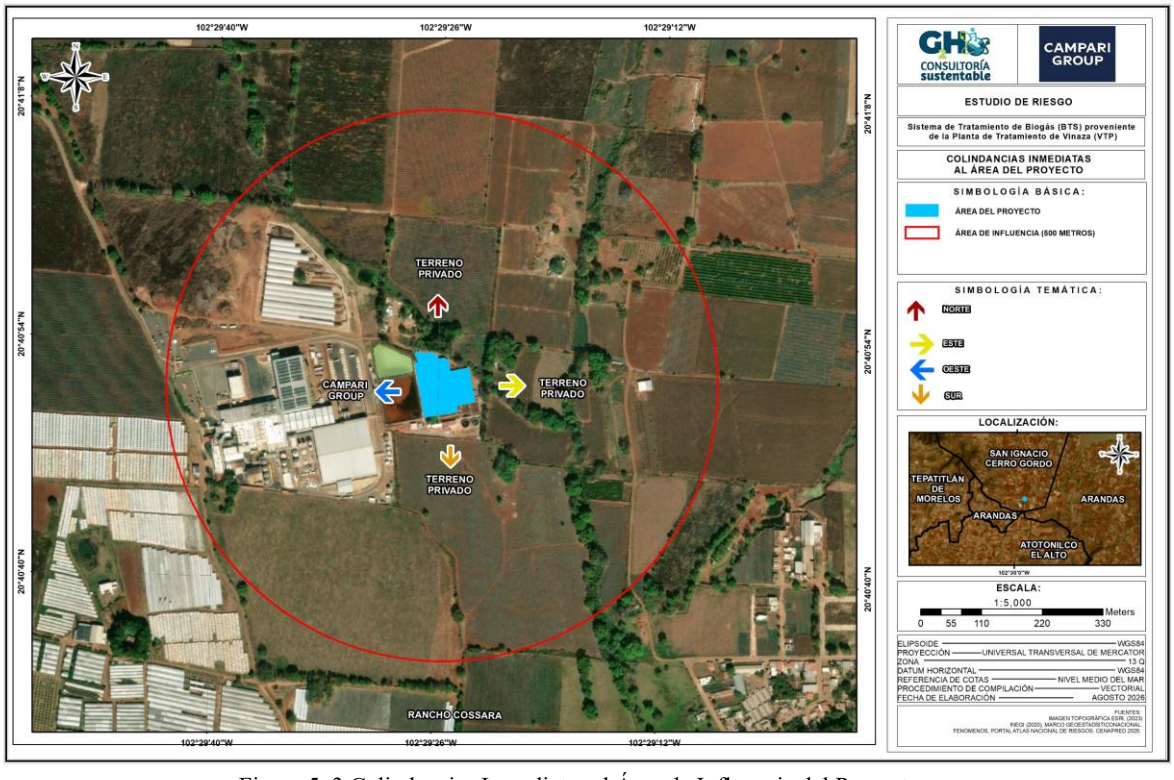


Figura 5. 3 Colindancias Inmediatas al Área de Influencia del Proyecto

5.4 Susceptibilidad de la zona

Se llevó a cabo el análisis de la ubicación donde se instalará el proyecto de Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) en diversas herramientas tales como el Mapa Digital de México (v6.3.0) y el Sistema de Información sobre Riesgos de CENAPRED, tomando en cuenta algunos fenómenos geológicos e hidrometeorológicos que podrían afectar a la zona.

Es preciso mencionar que el análisis realizado es con base en información a nivel municipal, sin embargo, en las figuras siguientes se mostrará gráficamente el área de análisis (radio de 500 m), para fines de ubicación de la instalación.

Fenómenos Geológicos:

Son los agentes perturbadores que tiene como causa directa las acciones y movimientos de la corteza terrestre. A esta categoría pertenecen los sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos.

Tabla 5. 5 Fenómenos Geológicos

Fenómeno	Descripción
Sismos	El análisis de los datos del Sistema de CENAPRED, caracterizan a la zona como **B – MEDIO**, es decir, que la región es **VULNERABLE** ante la presencia de sismos.

Fenómeno	Descripción
Hundimientos	Según datos de CENAPRED, **NO SE HAN REGISTRADO HUNDIMIENTOS DENTRO DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**, por lo que la zona de estudio **NO ES VULNERABLE** ante la ocurrencia de este fenómeno, sin embargo a **0.92 Km** se manifiesta la presencia de hundimientos.
Susceptibilidad de laderas	Según datos de CENAPRED, en el área de influencia de estudios (radio de 500 m), se tiene un nivel a la susceptibilidad por inestabilidad de laderas **MUY BAJO**.

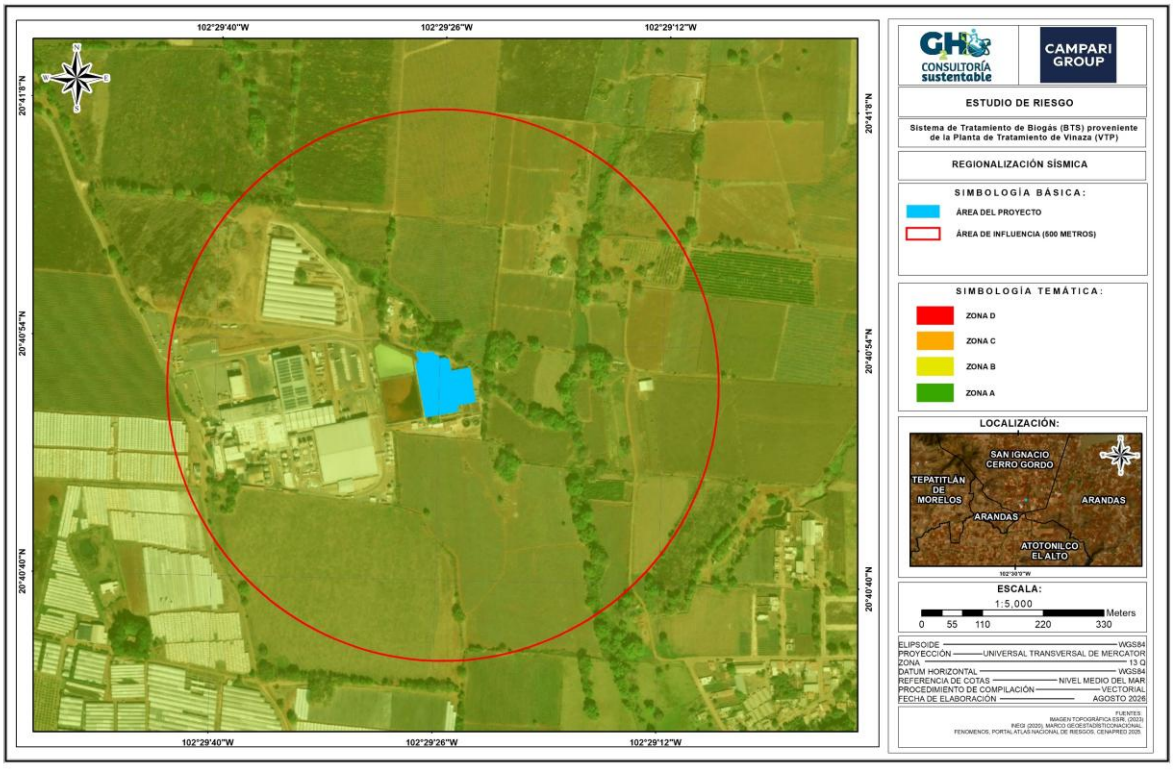


Figura 5. 4 Regionalización Sísmica de la zona de estudio. (CENAPRED)

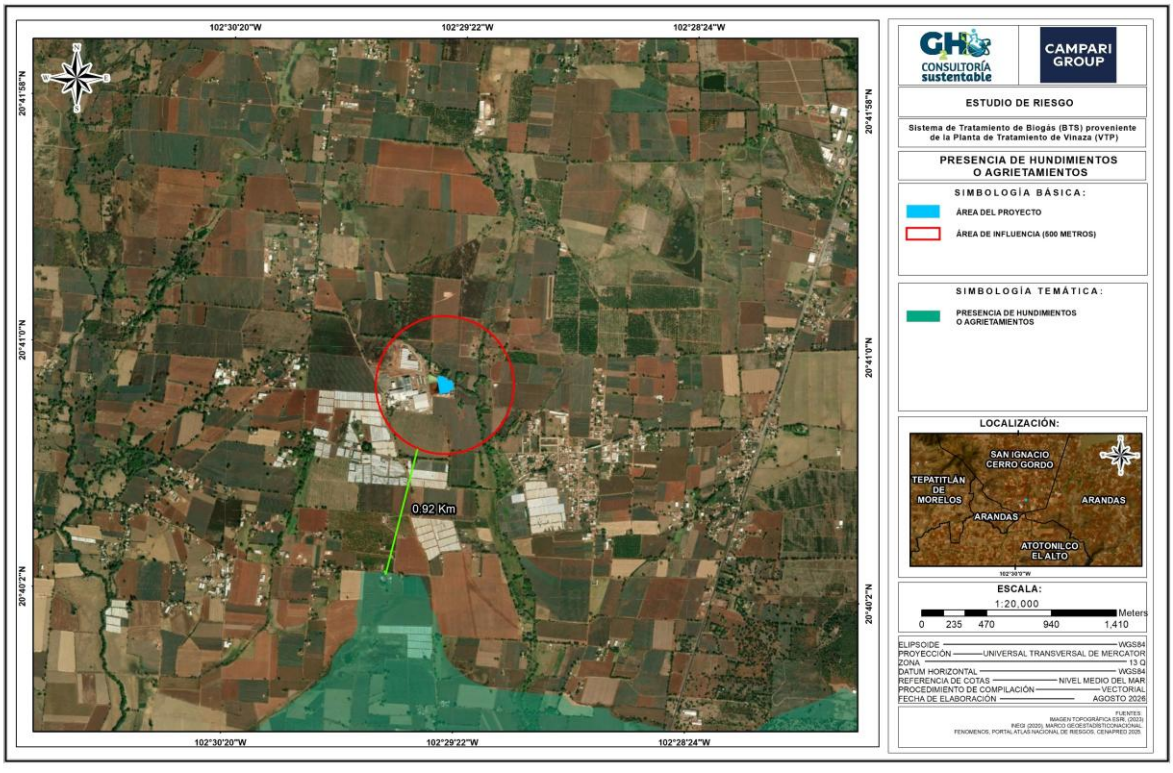


Figura 5. 5 Presencia de Hundimientos o Agrietamientos

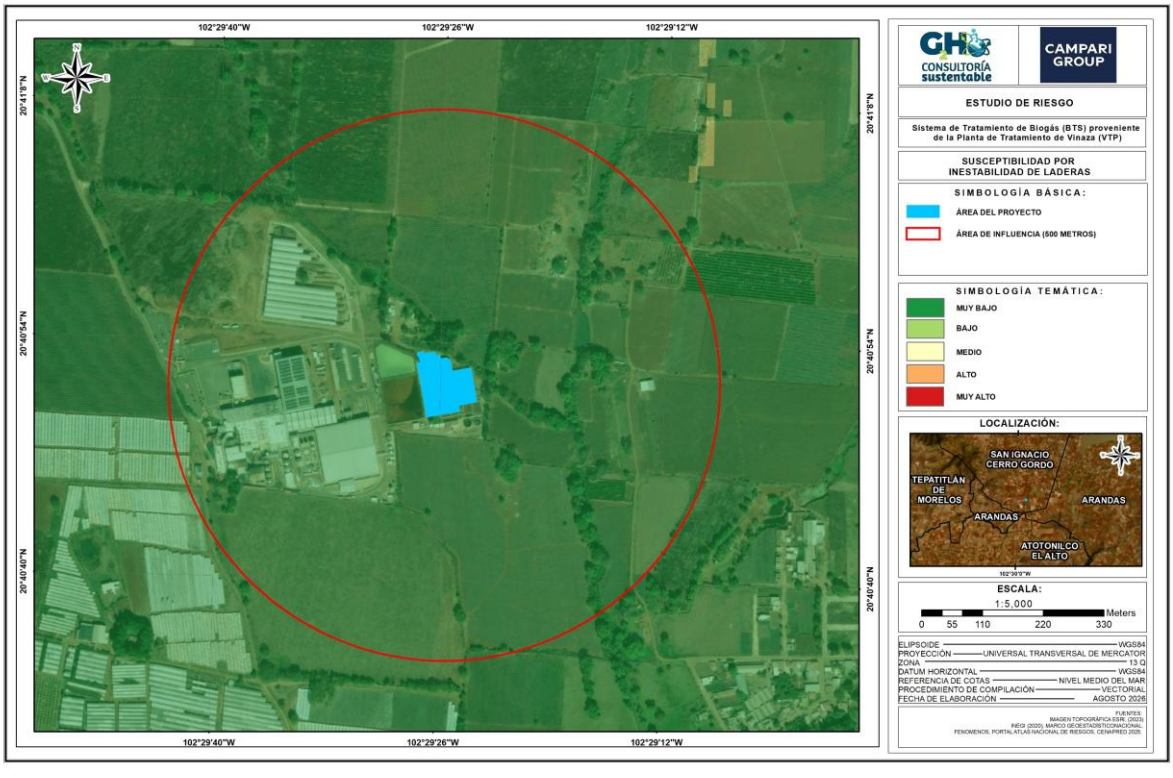


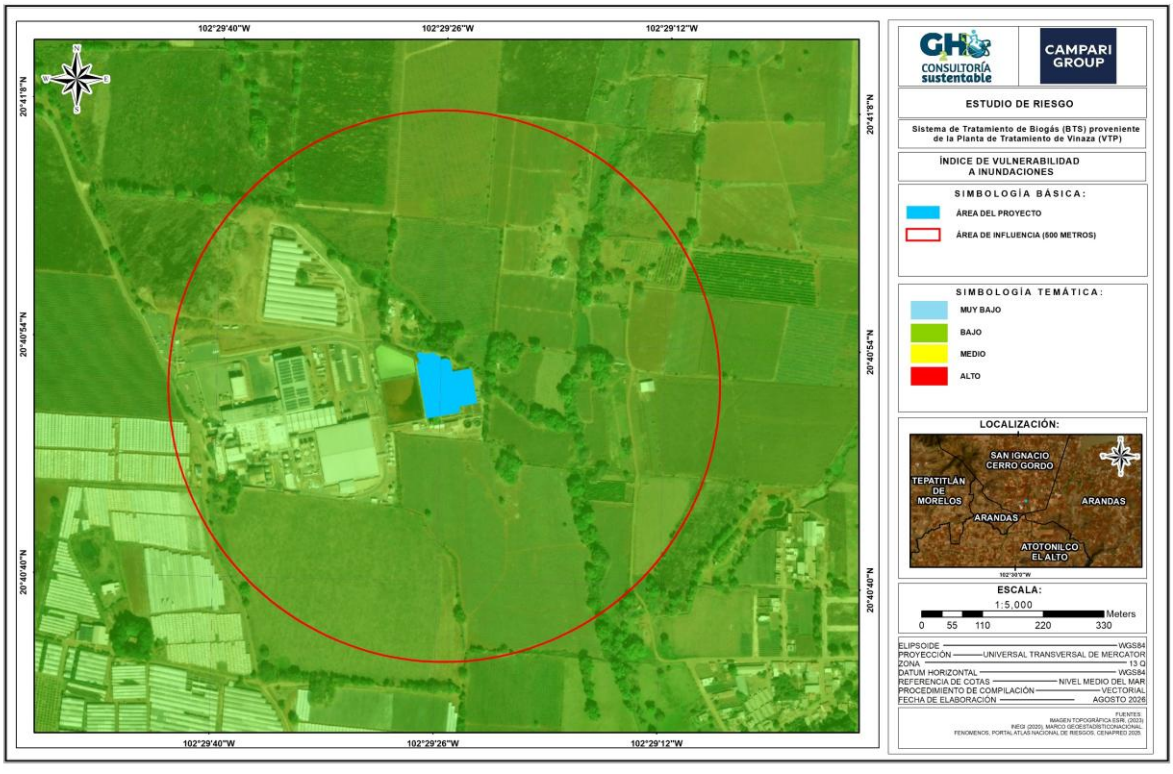
Figura 5. 6 Susceptibilidad de Laderas

Fenómenos Hidrometeorológicos:

Son los agentes perturbadores que se generan por la acción de los agentes atmosféricos, tales como: ciclones tropicales, lluvias extremas, inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres; tormentas de nieve, granizo, polvo y electricidad; heladas; sequías; ondas cálidas y gélidas; y tornados.

Tabla 5. 6 Fenómenos Hidrometeorológicos

Fenómeno	Descripción
Inundaciones	La zona donde se ubica el proyecto presenta un índice de **VULNERABILIDAD BAJO** por Inundaciones y un índice de **PELIGRO POR INUNDACIÓN ALTO**, según datos de CENAPRED.
Sequías	De acuerdo con datos de CENAPRED, la zona es catalogada con un índice de **PELIGRO ALTO** por sequías y un índice de **VULNERABILIDAD MUY ALTO.**
Heladas	De acuerdo con datos de CENAPRED, la zona es catalogada con un índice **BAJO** por la ocurrencia de Heladas, presentando un número de **CERO DÍAS DE HELADAS AL AÑO.**
Tormentas con Granizo	De acuerdo con datos de CENAPRED, la zona es catalogada con un índice de **PELIGRO BAJO** por la ocurrencia de Tormentas con Granizo, presentando entre **0-1 DÍAS DE TORMENTAS CON GRANIZO AL AÑO.**
Presencia de Ciclones	De acuerdo con datos de CENAPRED, la zona es catalogada con un índice de **PELIGRO MUY BAJO** por la presencia de ciclones.
Tormentas Eléctricas	De acuerdo con datos de CENAPRED, la zona es catalogada con un índice **MUY ALTO** por la ocurrencia de tormentas eléctricas, presentando entre **>30 DÍAS CON TORMENTA ELÉCTRICA AL AÑO**.
Tornados.	Según datos de CENAPRED, en el municipio **NO SE HA PRESENTADO** ningún fenómeno como tornado.


102°29'40"W
102°29'26"W
102°29'12"W
N.3°19'20"
N.3°19'20"
N.3°19'20"

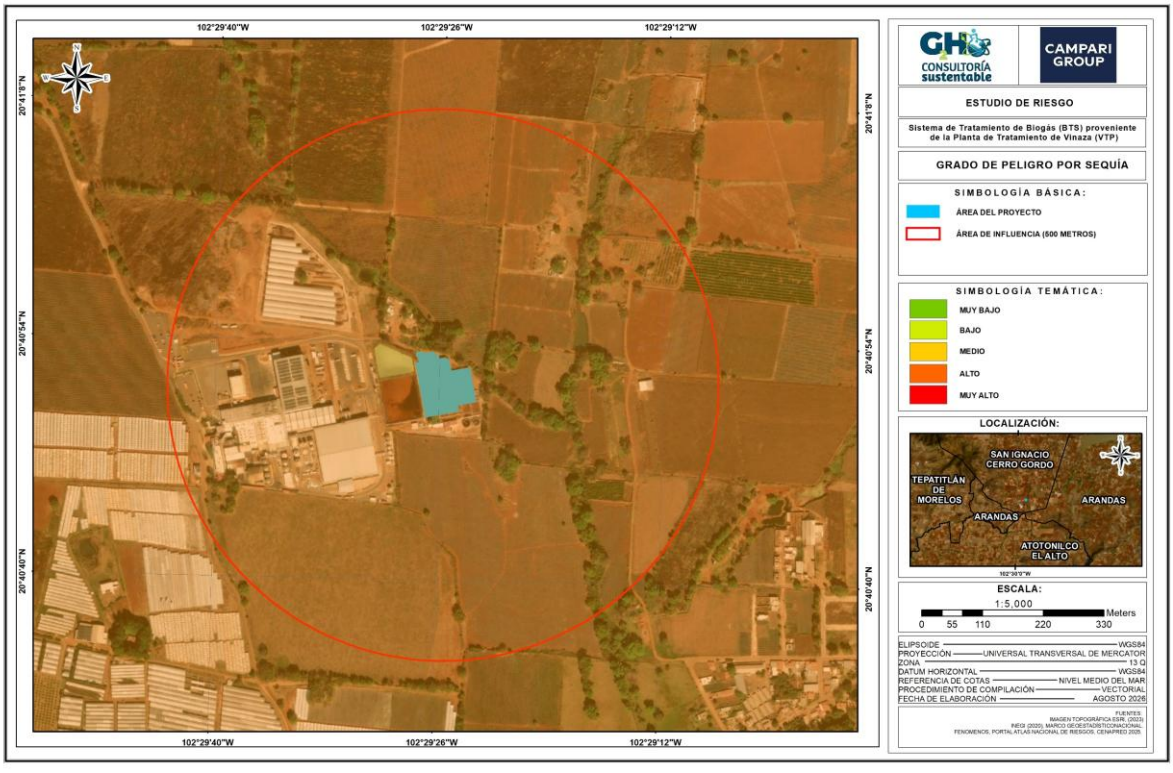


Figura 5. 9 Índice de Peligro por Sequía

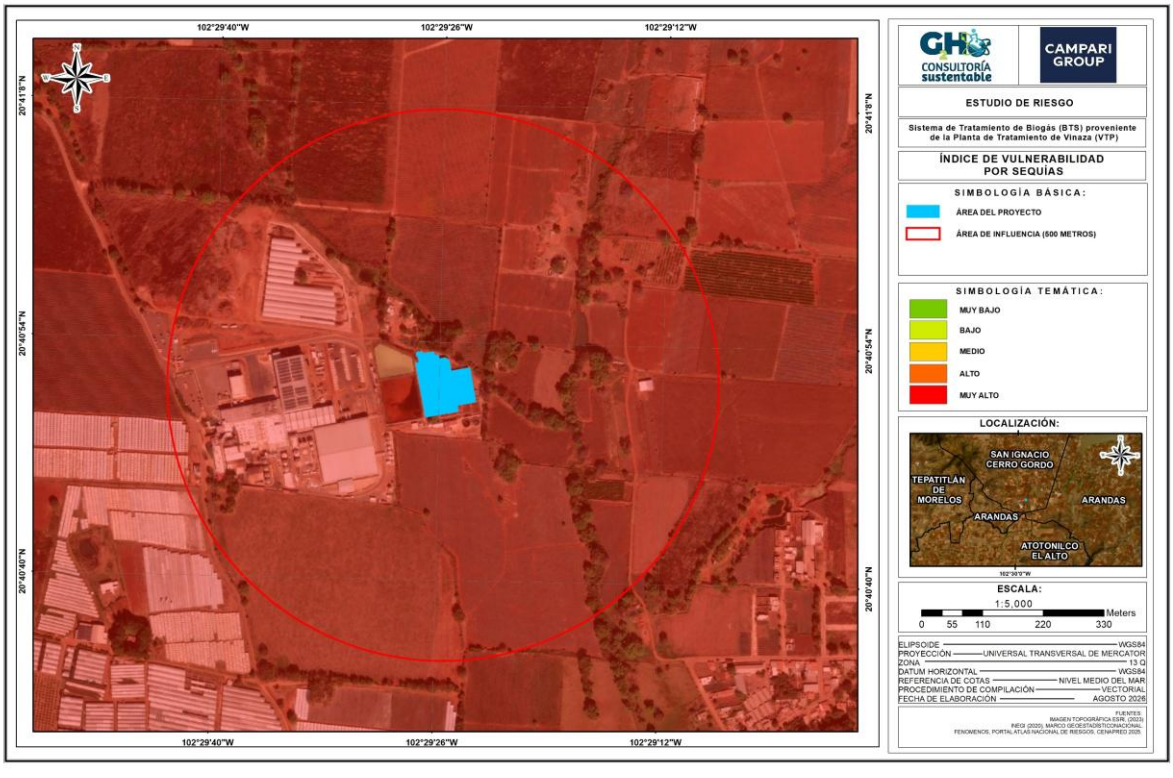


Figura 5. 10 Índice de vulnerabilidad por sequía

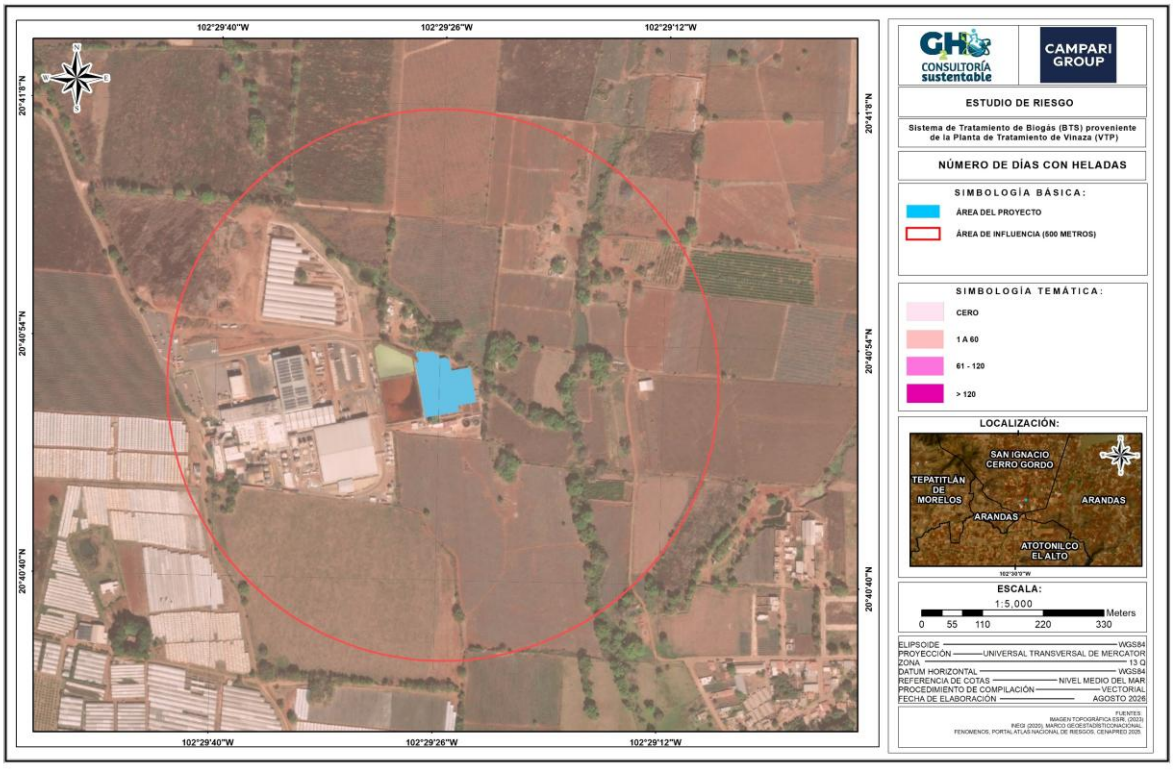


Figura 5. 11 Número de días con Heladas

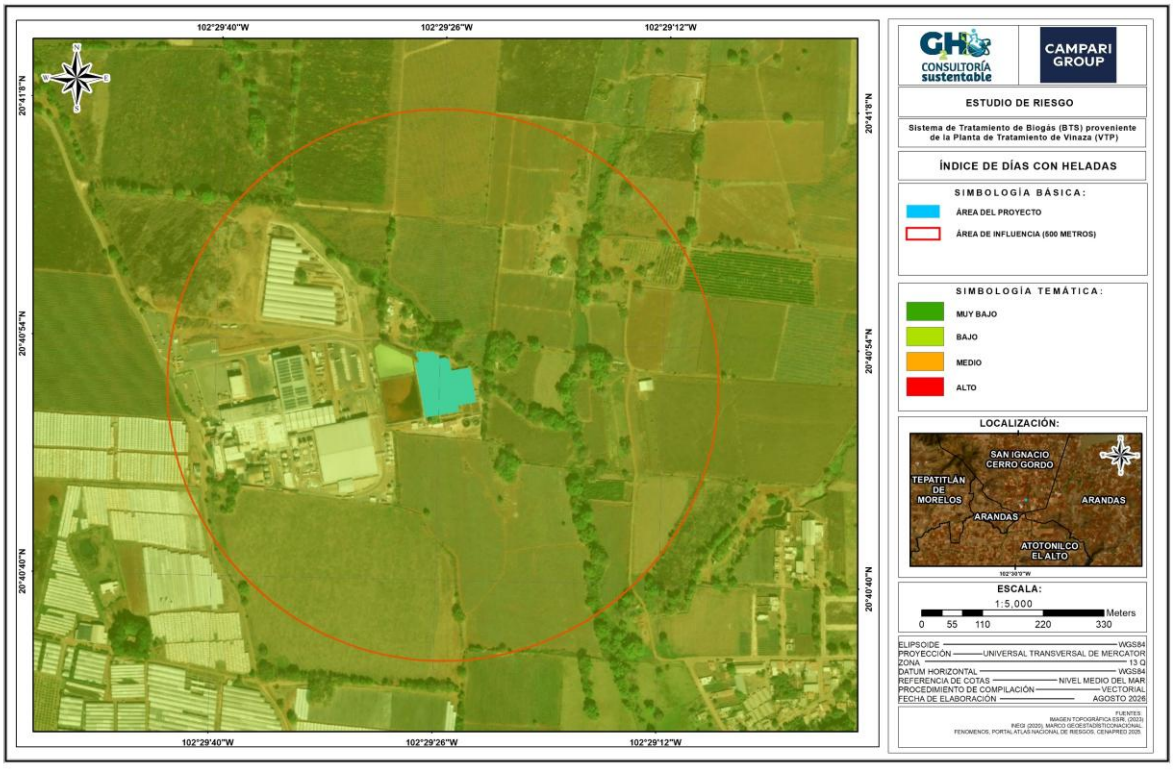


Figura 5. 12 Índice de días con Heladas

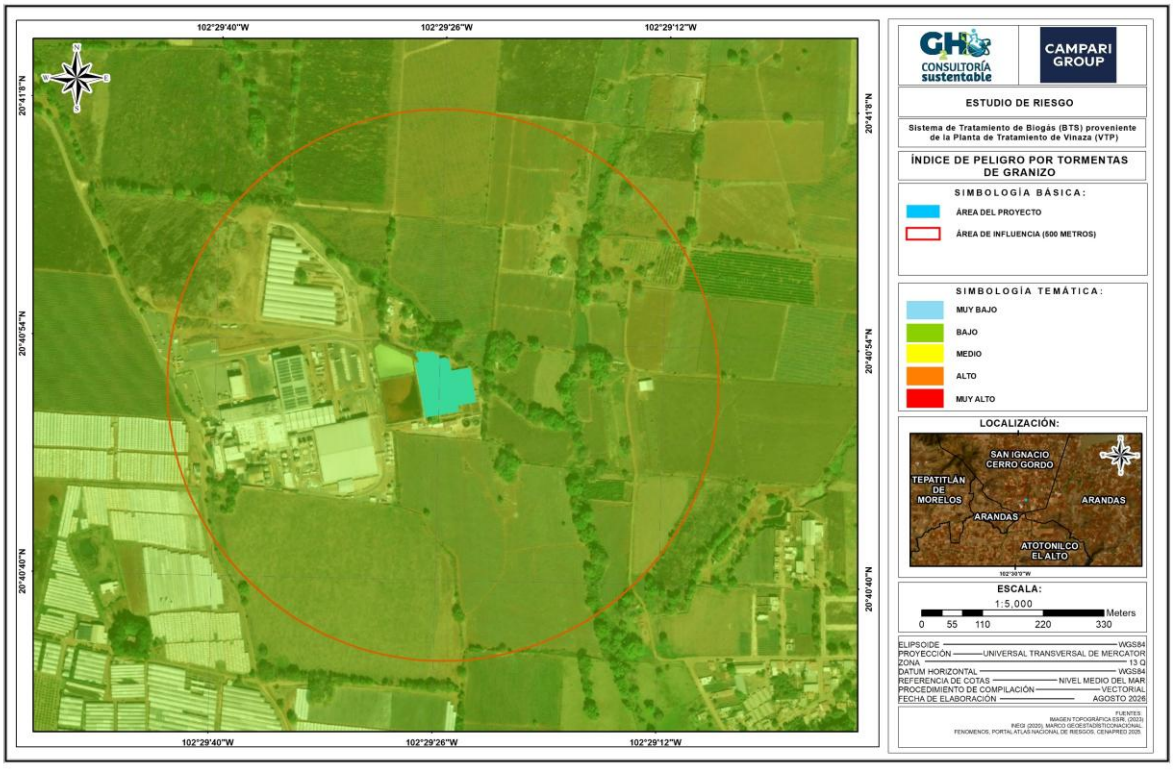


Figura 5. 13 Índice de Peligro por Tormentas de Granizo

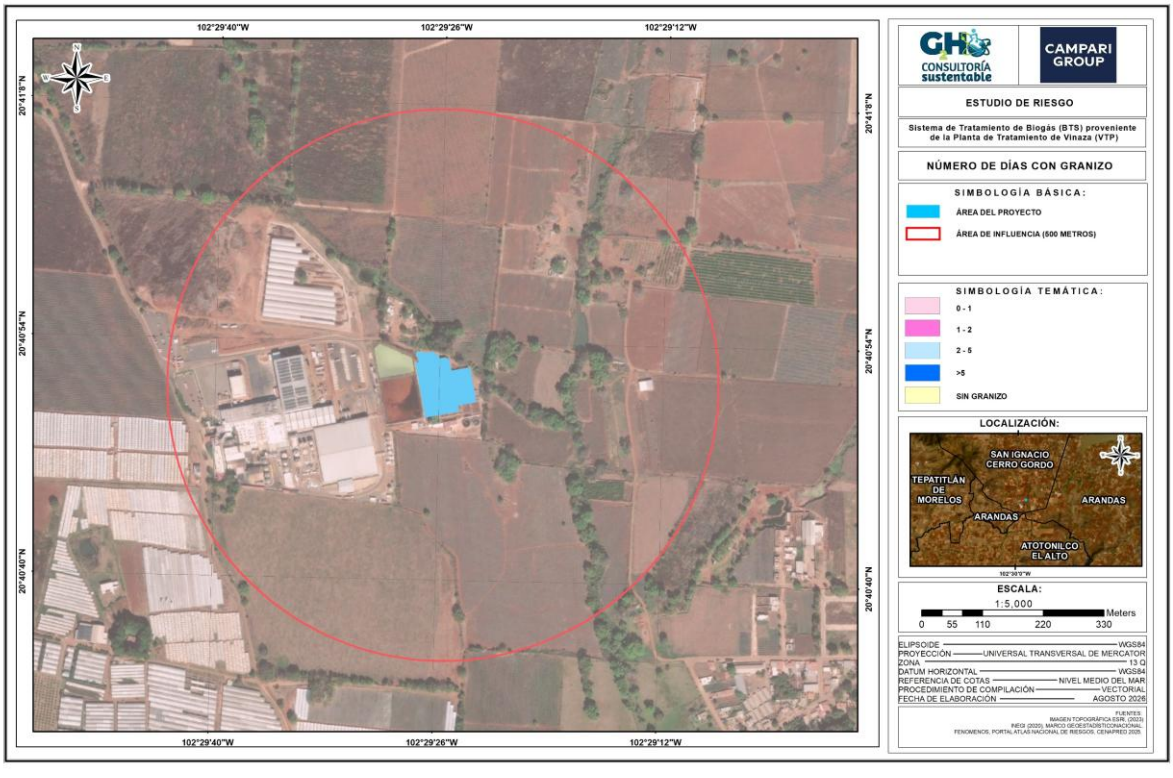


Figura 5. 14 Número de días con Tormentas de Granizo

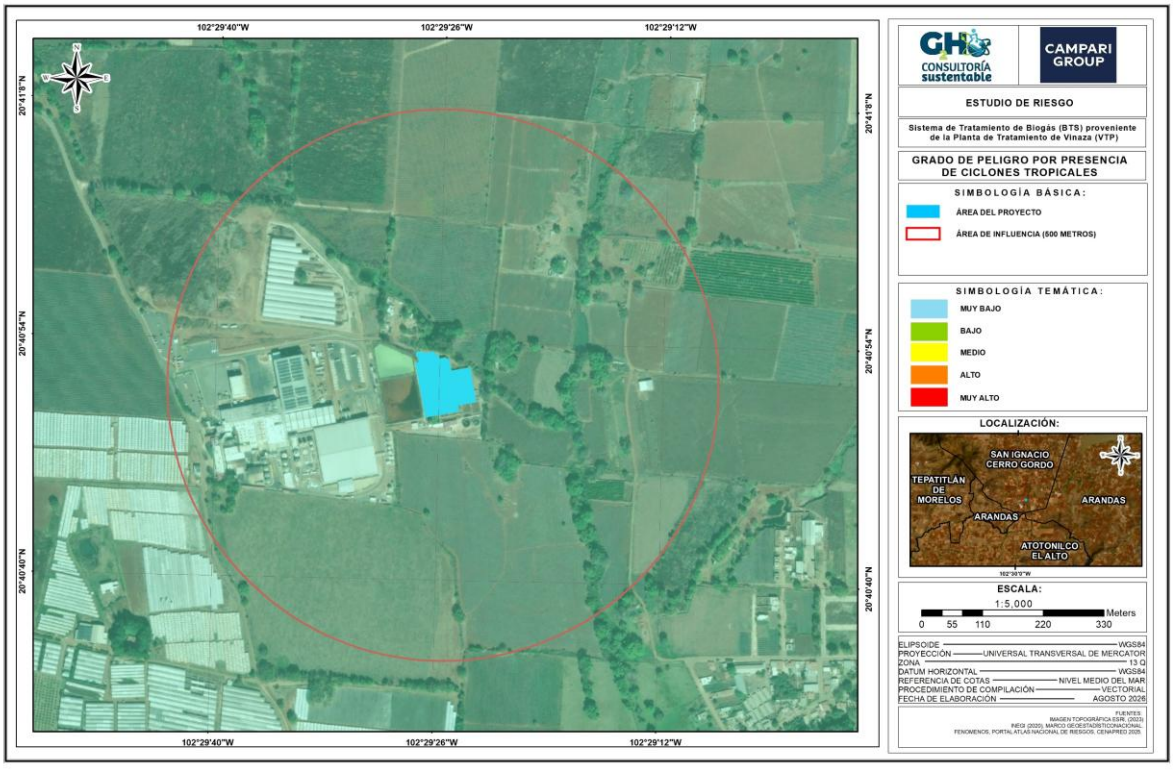


Figura 5. 15 Índice de Peligro por presencia de ciclones tropicales

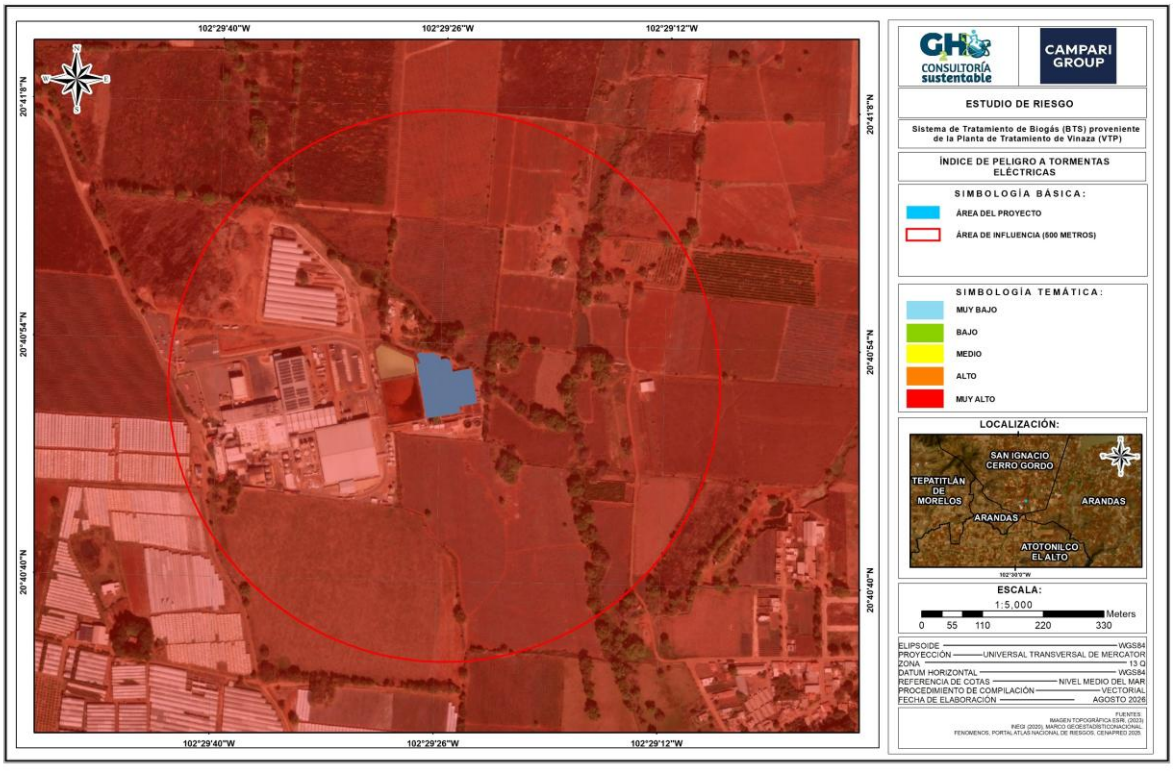


Figura 5. 16 Índice de Peligro por presencia de Tormentas Eléctricas

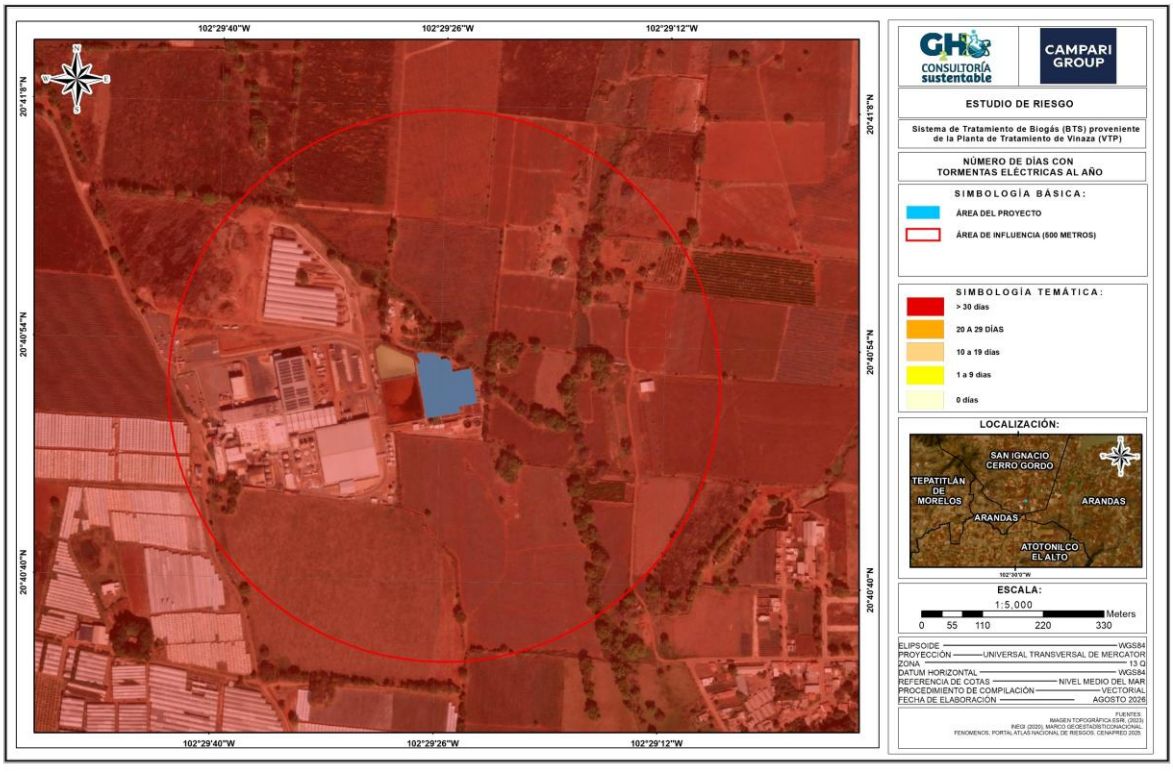


Figura 5. 17 Número de días con Tormentas Eléctricas

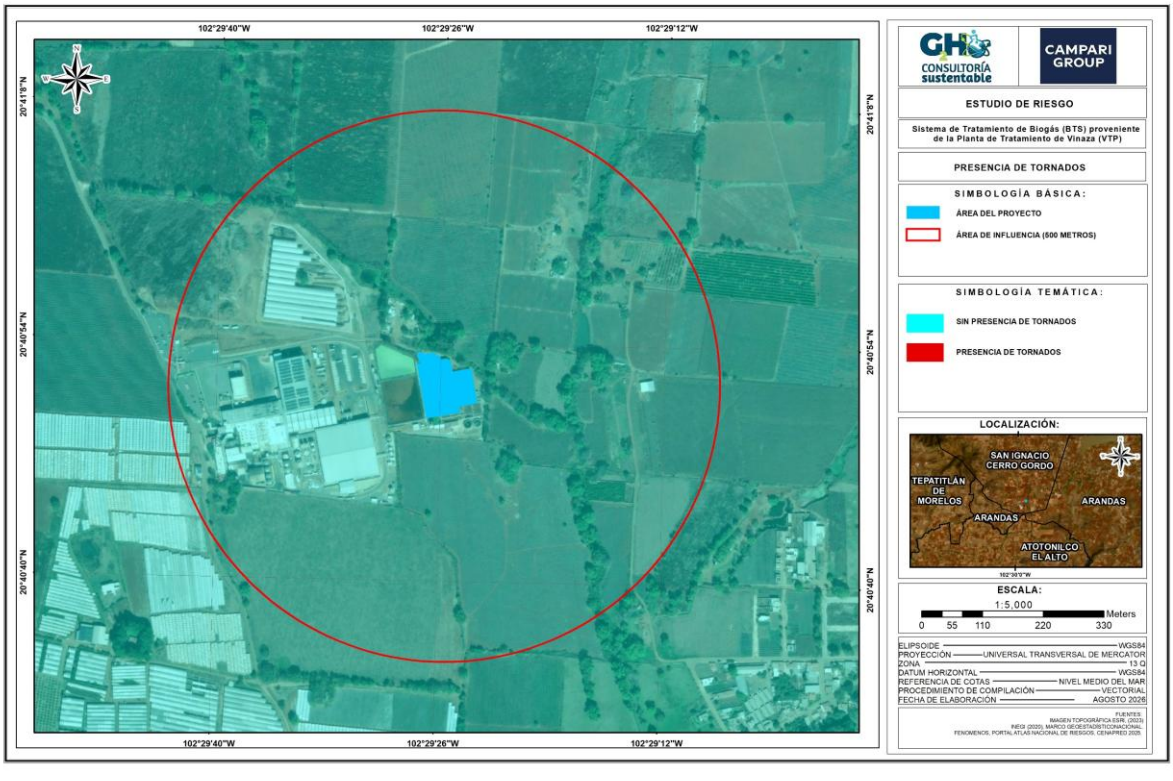


Figura 5. 18 Presencia de Tornados

Fenómenos Químico-Tecnológicos:

Son los agentes perturbadores que se generan por la acción violenta de diferentes sustancias derivadas de su interacción molecular o nuclear. Comprende fenómenos destructivos tales como: incendios de todo tipo, explosiones, fugas tóxicas, radiaciones y derrames

Tabla 5. 7 Fenómenos Químico – Tecnológicos

Fenómeno	Descripción
Ductos en operación	Dentro del radio de influencia de 500 metros respecto a la ubicación del proyecto y según datos de CNE, **NO EXISTEN DUCTOS** en Operación, pero a **62.11 km** se encuentra un gasoducto tramo "Villa de Reyes - Guadalajara" y a **20.54 km** se encuentra un ducto integrado al SISTRANGAS.
Industrias con sustancias químicas peligrosas	En cuanto a las industrias declaradas en el ANR del CENAPRED, la Industria con manejo de Sustancias Químicas Peligrosas **NO SE ENCUENTRA** dentro del radio de influencia de 500 m; fuera del radio de influencia a 5 km se pueden observar industrias de este tipo con giro industrial.
Gaseras	Dentro del área de influencia **NO SE ENCUENTRAN GASERAS,** pero a 7.60 Km se encuentra un establecimiento que maneja esta actividad.

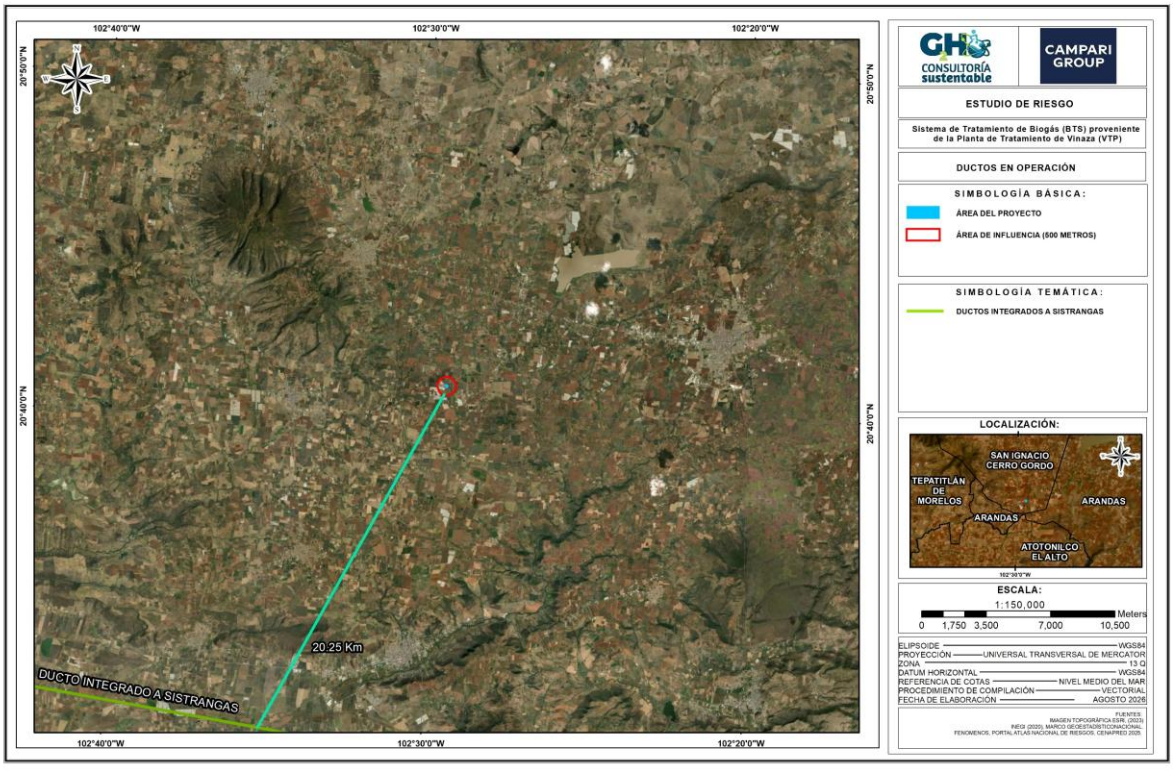


Figura 5. 19 Ductos en operación

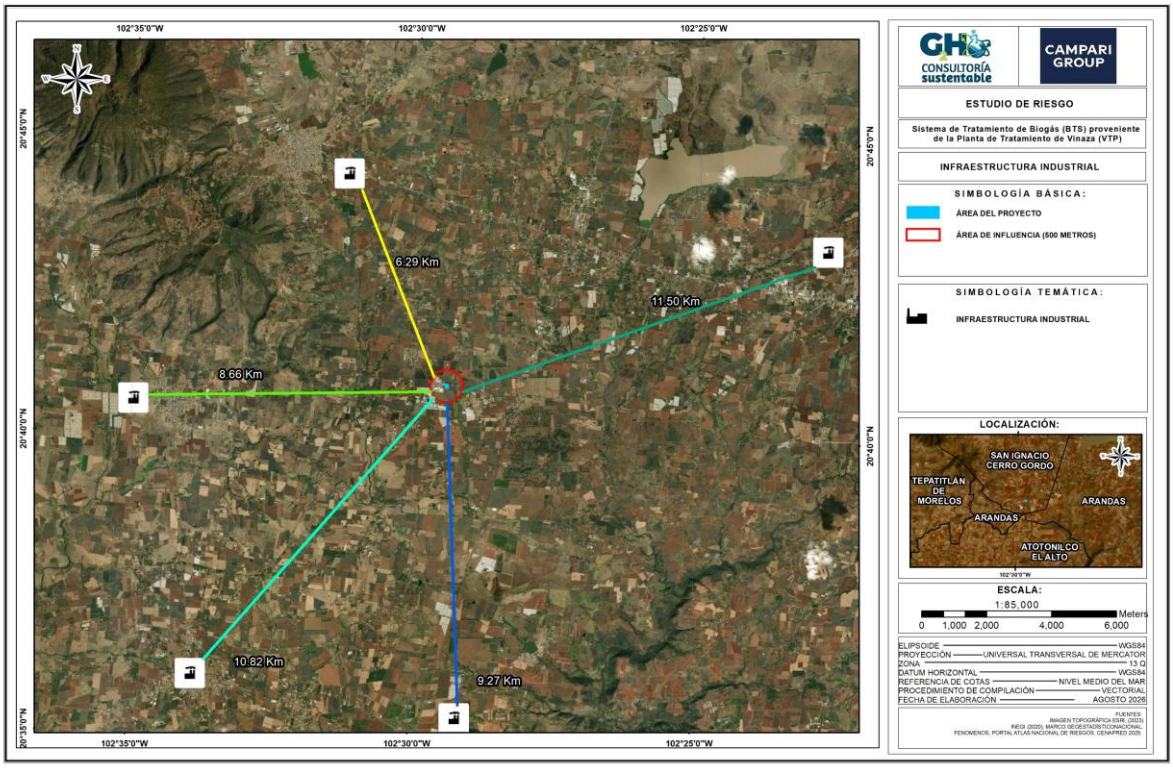


Figura 5. 20 Infraestructura Industrial

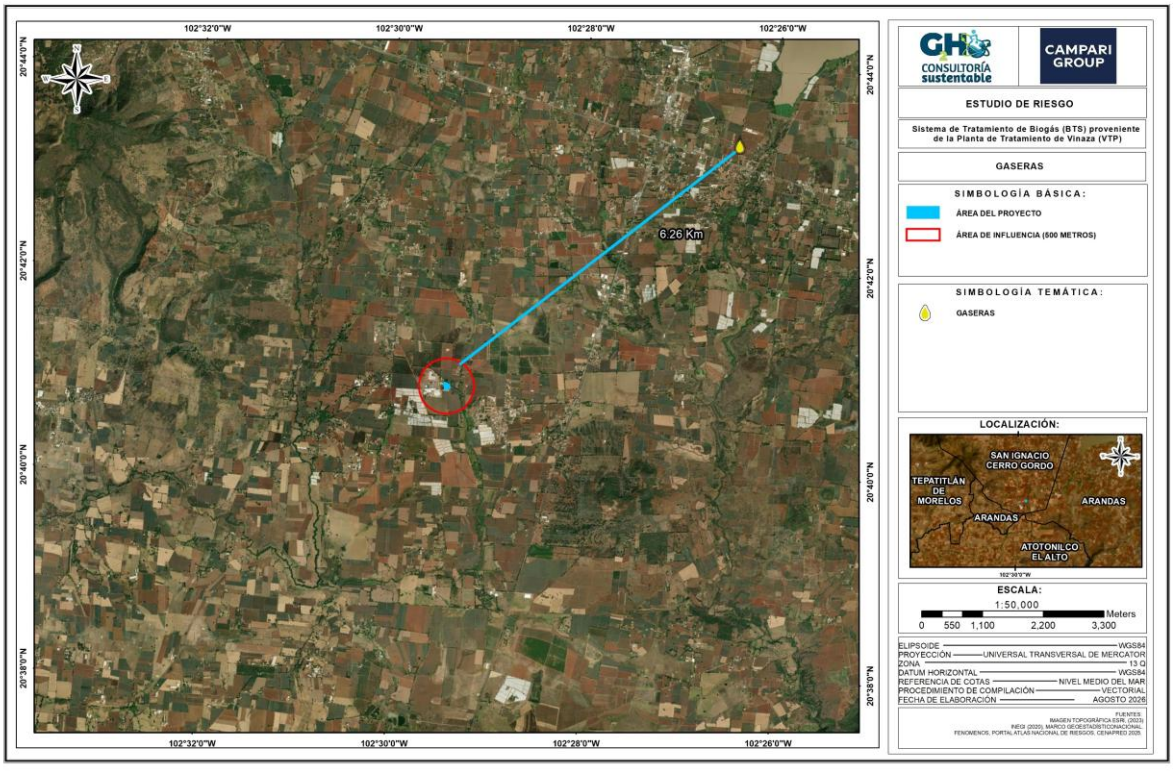


Figura 5. 21 Gaseras

Fenómenos Socio-Organizativos:

Estos agentes se generan con motivo de errores humanos o por acciones premeditadas, que se dan en el marco de grandes concentraciones o movimientos masivos de población, tales como: demostraciones de inconformidad social, concentración masiva de población, terrorismo, sabotaje, vandalismo, accidentes aéreos, marítimos o terrestres, e interrupción o afectación de los servicios básicos o de infraestructura estratégica.

Tabla 5. 8 Fenómenos Socio - Organizativos

Fenómeno	Descripción
Grado de susceptibilidad a fenómenos socio-organizativos	De acuerdo con CENAPRED, en la zona de estudio se presenta un **NIVEL ALTO** a susceptibilidad a dichos fenómenos.

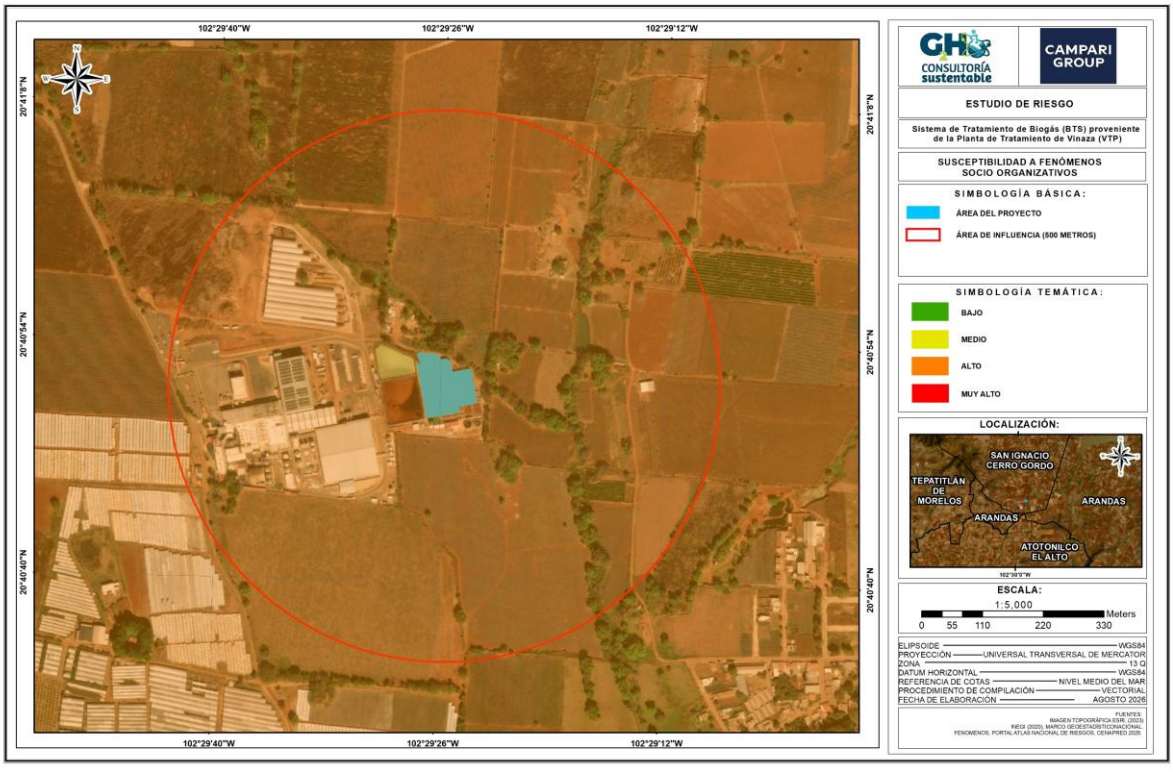


Figura 5. 22 Susceptibilidad a Fenómenos Socio-Organizativos

Proximidades y cruzamientos

El presente apartado tiene como objetivo identificar y caracterizar de manera general las proximidades y cruzamientos existentes en el área de influencia del proyecto, considerando elementos ambientales, sociales y de infraestructura que pudieran ser susceptibles de afectación ante la ocurrencia de un evento no deseado.

En este sentido, se evalúan aspectos relacionados con la presencia de fauna y flora representativa de la zona, el tipo de uso de suelo predominante, así como las características de la vegetación existente, a fin de determinar su vulnerabilidad frente a posibles impactos derivados de las actividades del proyecto.

De igual forma, se analizan las proximidades con zonas de concentración poblacional y otros receptores sensibles, se consideran los cruzamientos e interacciones con infraestructura vial y de servicios, incluyendo carreteras, caminos. La información derivada de este análisis se presenta en la tabla siguiente, donde se sintetizan los principales elementos identificados y su relación con el proyecto.

Tabla 5. 9 Proximidades y Cruzamientos

Proximidades	Descripción
Fauna	De acuerdo a datos de información espacial de la CONABIO, dentro del área de influencia **NO SE IDENTIFICARON NINGÚN** tipo de **AVE.** Sin embargo fuera del área de influencia, se manifiesta la presencia de las siguientes especies: *Melozone fusca* a 4.89 Km, *Tyrannus melancholicus* a 5.06 Km e *Hirundo rustica* a 4.23 Km.
	De acuerdo a datos de información espacial de la CONABIO, dentro del área de influencia **NO SE IDENTIFICARON NINGÚN** tipo de **PECES.** Sin embargo fuera del área de influencia, se manifiesta la presencia de la siguiente especie: *Yuriria alta* a 11.29 Km.
	De acuerdo a datos de información espacial de la CONABIO, dentro del área de influencia **NO SE IDENTIFICARON NINGÚN** tipo de **MAMIFEROS.** Sin embargo fuera del área de influencia, se manifiesta la presencia de las siguientes especies: *Didelphis virginiana* a 7.46 Km, *Sylvilagus floridanus* a 7.12 Km, *Procyon lotor* a 5.36 Km y *Canis latrans* a 5.65 Km.
	De acuerdo a datos de información espacial de la CONABIO, dentro del área de influencia **NO SE IDENTIFICARON NINGÚN** tipo de **REPTIL.** Sin embargo fuera del área de influencia, se manifiesta la presencia de las siguientes especies: *Anolis nebulosus* a 10.01 Km y *Phrynosoma orbiculare* a 11.16 km.
	Durante el levantamiento en campo, se identificaron las siguientes especies de fauna: • Para **AVES**: *Contopus pertinax, Pitangus sulphuratus, Pyrocephalus rubinus, Tyrannus couchii, Melanerpes aurifrons, Passer domesticus, Columbina inca, Zenaida macroura* y *Coragyps atratus.*

Proximidades	Descripción
	• Para **MAMIFEROS**: *Procyon lotor, Otospermophilus variegatus* y *Dasypus novemcinctus.* • Para **REPTILES**: *Sceloporus torquatus.*
Flora	Dentro del área de influencia **NO SE IDENTIFICARON NINGÚN** tipo de Flora pero de acuerdo a información georreferencia de la CONABIO del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) se identificaron las siguientes especies de flora: Zamorano Amarillo (*Zea mays mays)* a 0.59 Km, *Asclepias linaria* a 1.04 Km y Maiz Celaya (*Zea mays mays*) a 1.64 Km.
	Durante el levantamiento en campo, se identificaron las siguientes especies de flora: • Para **ARBUSTIVOS:** *Reseda luteola, Solanum ferrugineum, Fraxinus uhdei, Tagetes lunulata, Pseudognaphalium viscosum, Ambrosia confertiflora, Calea urticifolia, Solanum nigrum, Mirabilis jalapa, Ricinus communis, Agave tequilana* y *Chloris gayana.* • Para **HERBÁCEO:** *Glandularia bipinnatifida, Cynodon dactylon, Euphorbia prostrata, Oxalis corniculata, Portulaca oleraceae* y *Ageratum hourtonianum.*
)Proximidades Con Zonas Vulnerables De Población	Dentro del área del proyecto **SE ENCUENTRA** la localidad de **"EL TORTILLERO**, adicional fuera del área de influencia las más cercanas se encuentran a **0.67 km (San Ramón), 0.31 km (La Trinidad).**
Uso de suelo y vegetación	El uso de suelo y vegetación corresponde a la serie VII de INEGI correspondiente al año 2020, siendo **"AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y SEMIPERMANENTE, AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL Y AGRICULTORA DE RIEGO PERMANENTE".**
Vialidades	Dentro del área de influencia, se extiende infraestructura vial vehicular del tipo de caminos y más adelante se encuentra del tipo de calles.
Corrientes de Agua	Dentro del área de influencia **SE ENCUENTRA** la presencia de **corrientes de agua intermitentes**, adicional fuera del área de influencia se registra la presencia de corrientes de agua intermitente a 0.10 Km y 0.24 Km.
Cuerpos de Agua	Dentro del área de influencia **NO SE ENCUENTRA** la presencia de cuerpos de agua intermitentes y perenne, sin embargo fuera del área de influencia, se manifiesta la presencia de **cuerpos de agua intermitente** a 0.19 Km, 1.62 Km, 1.57 Km, 1.70 Km, 0.98 Km, 2.12 Km y 1.67 Km, mientras **cuerpos de agua perenne** a 1.33 km.

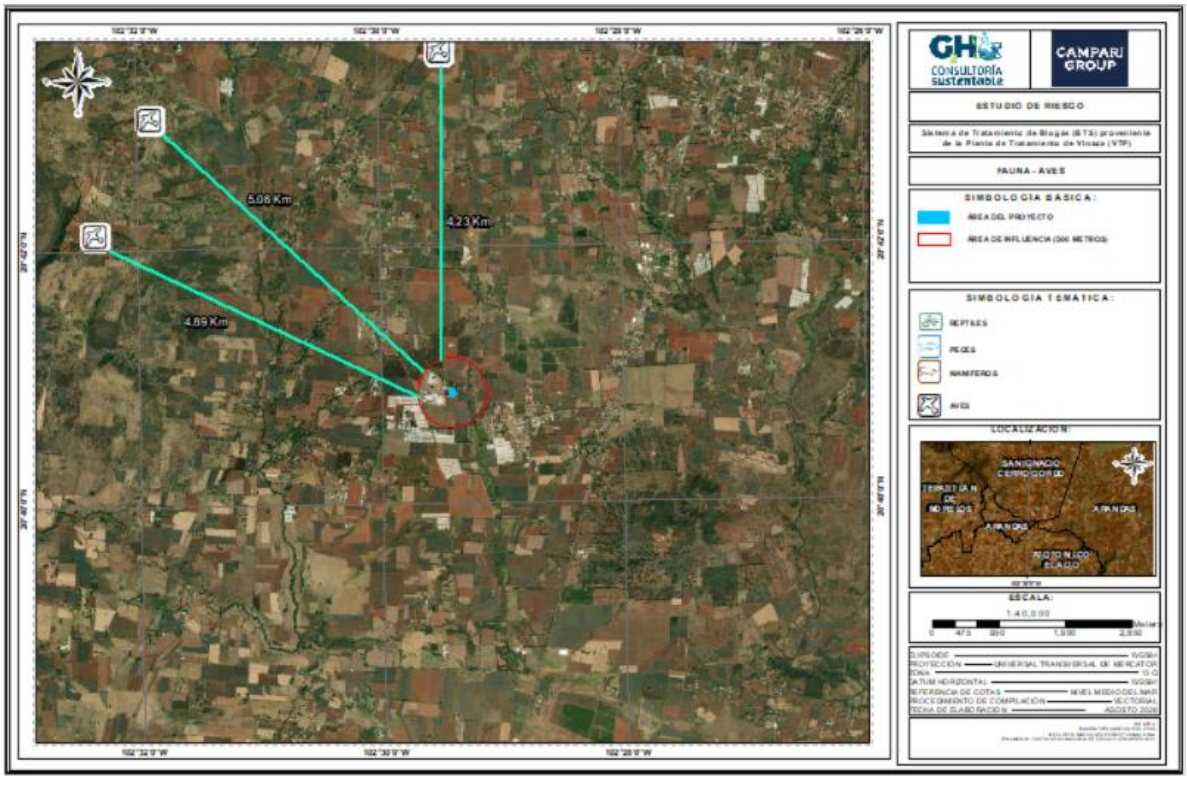


Figura 5. 23 Fauna - Aves

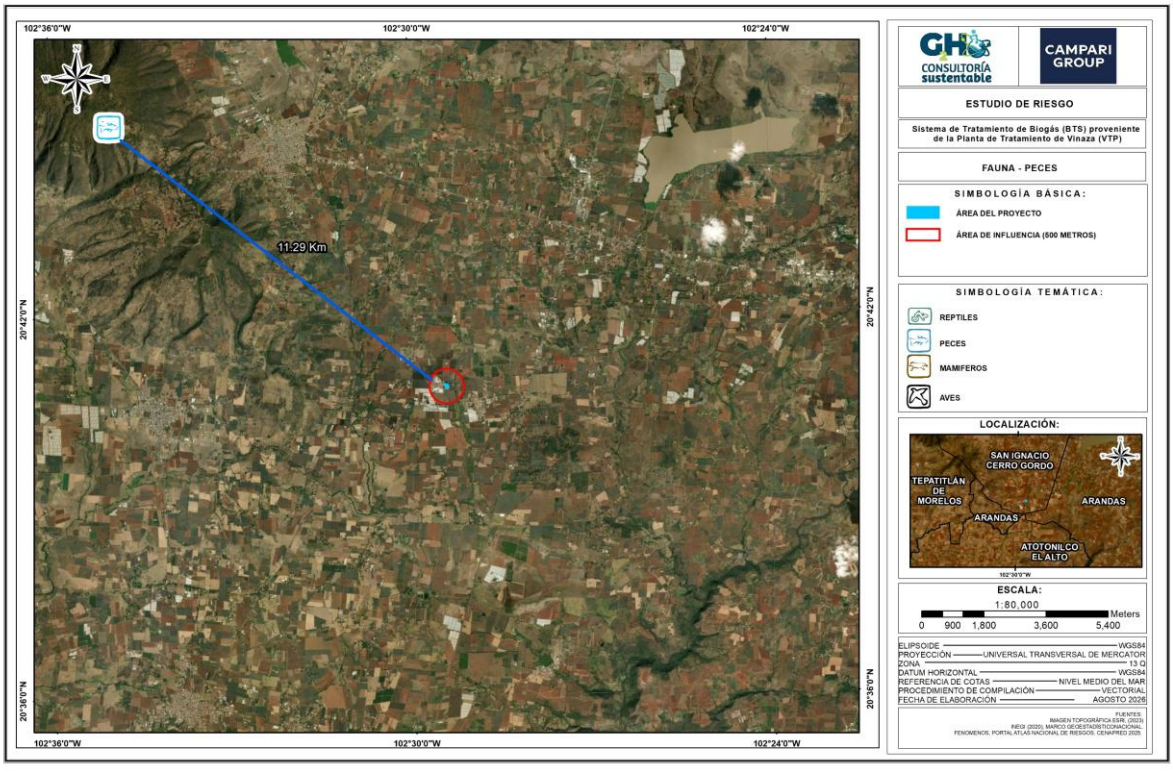


Figura 5. 24 Fauna - Peces

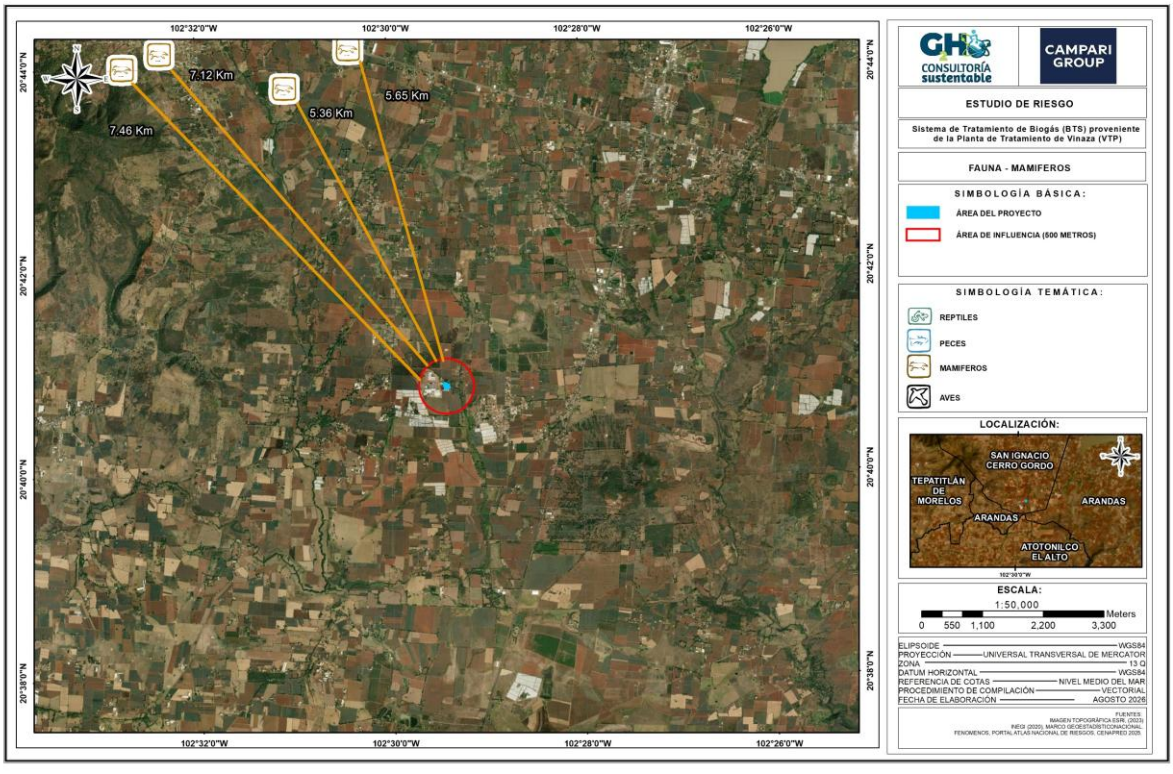


Figura 5. 25 Fauna - Mamíferos

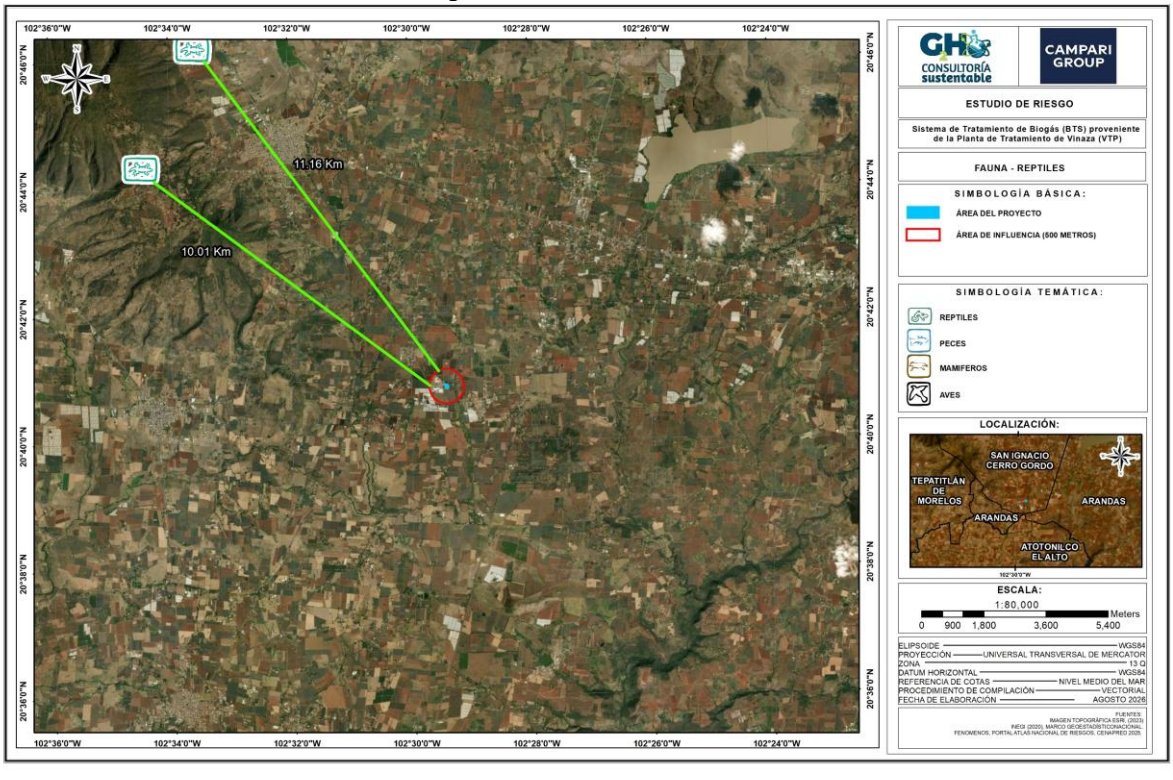


Figura 5. 26 Fauna – Reptiles

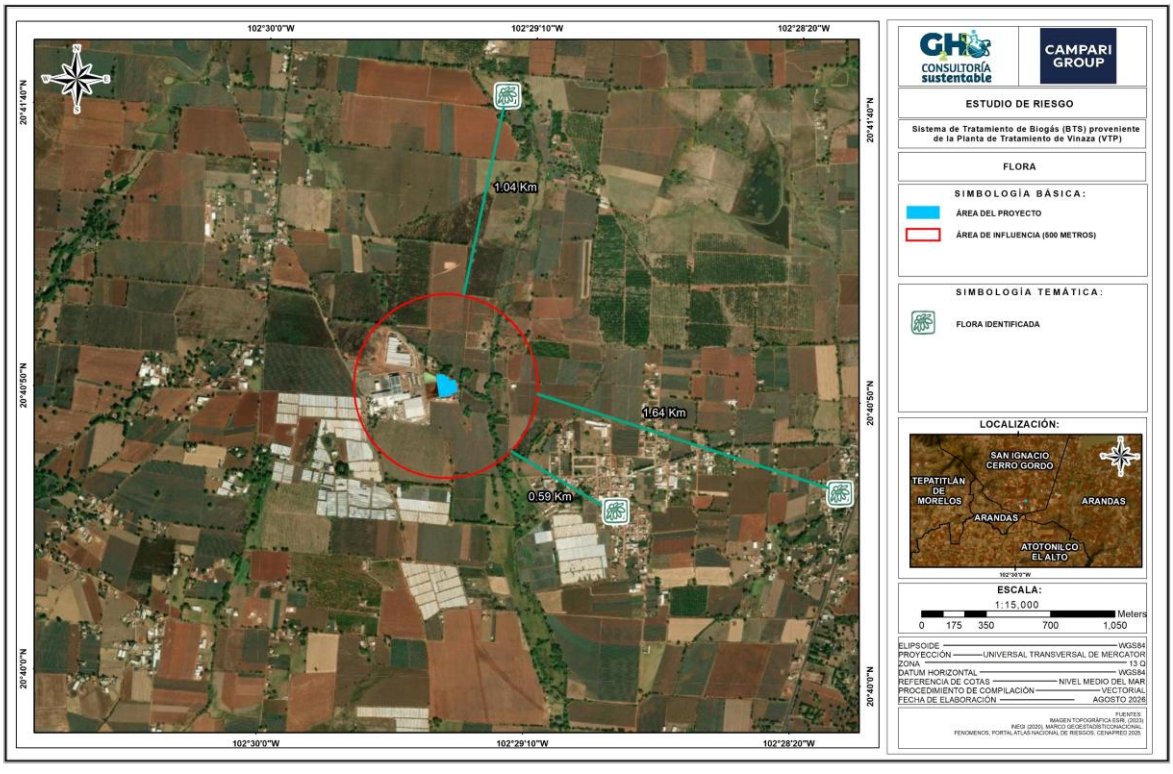


Figura 5. 27 Flora

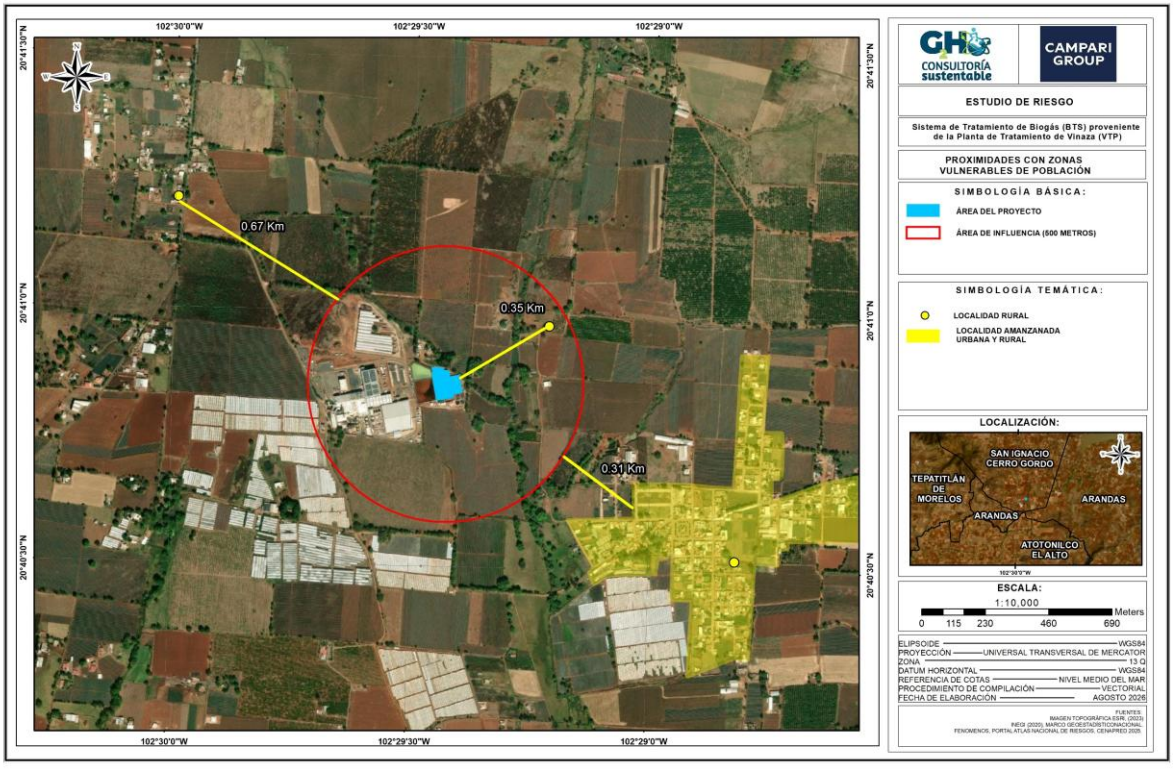


Figura 5. 28 Proximidades Con Zonas Vulnerables De Población

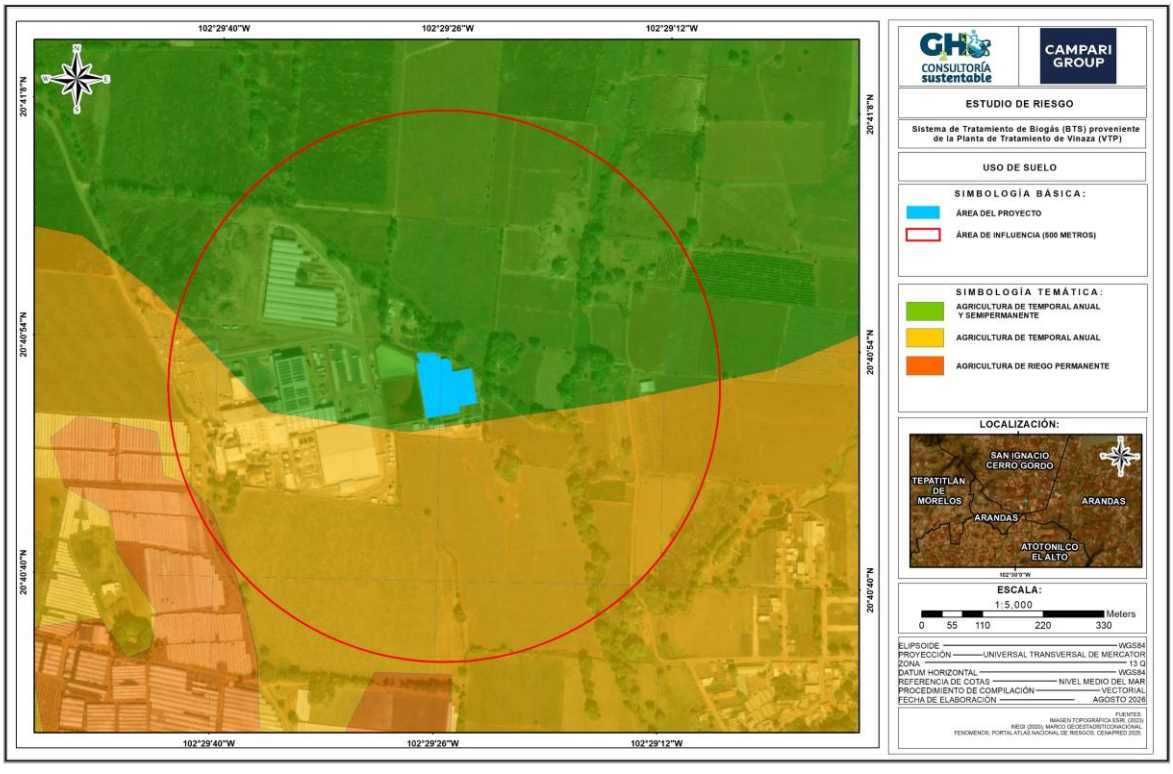


Figura 5. 29 Uso de suelo y vegetación

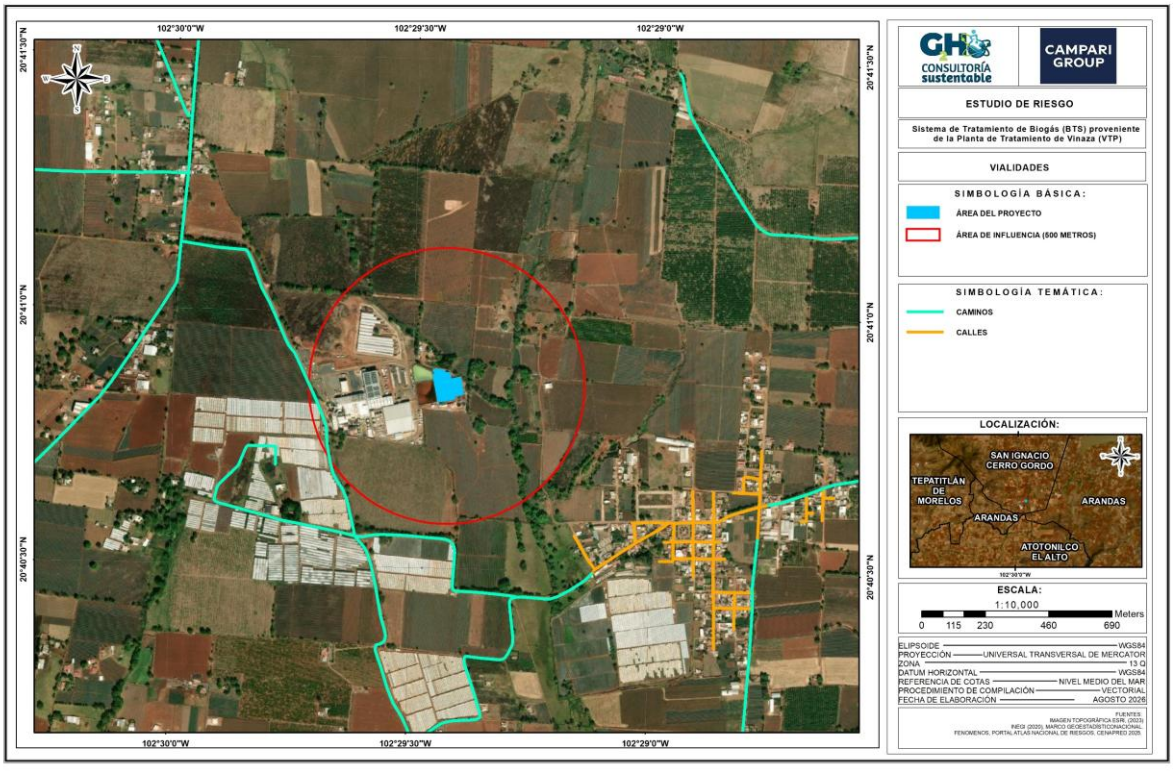


Figura 5. 30 Vialidades

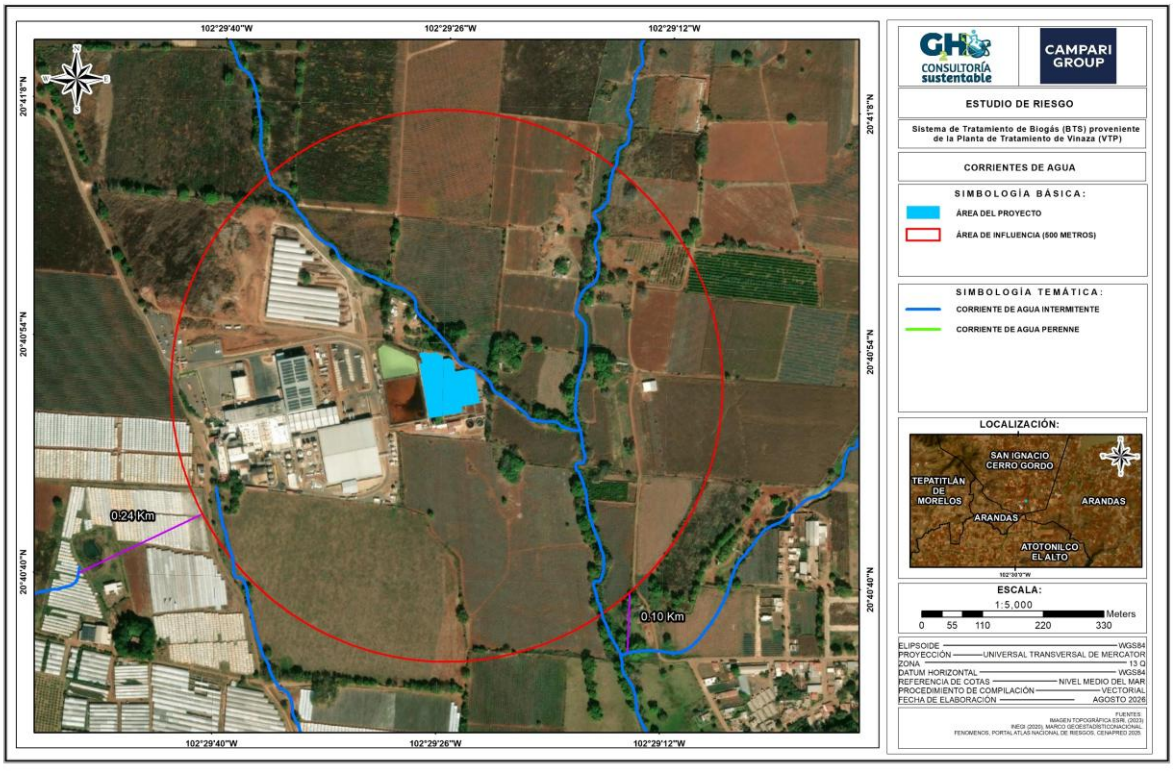


Figura 5. 31 Corrientes de agua

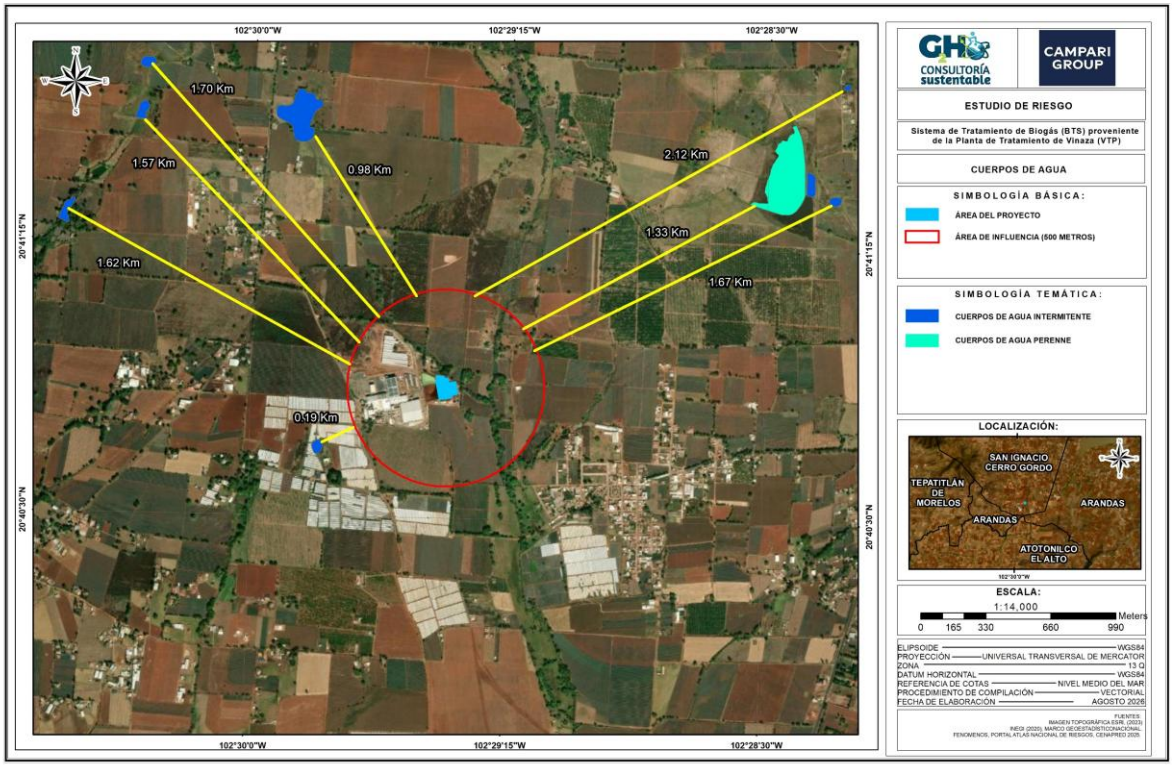


Figura 5. 32 Cuerpos de agua

6 Evaluación y análisis de riesgos

6.1 Identificación de peligros y jerarquización de escenarios de riesgos

CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., a través del presente documento, declara que la evaluación y análisis de riesgos del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) es realizada de manera exhaustiva, considerando puntos como el análisis preliminar de peligros, los antecedentes de eventos no deseados en proyectos similares, el análisis cualitativo a través de la metodología que permitan la identificación de desviaciones en los procesos involucrados en el proyecto, y su respectiva valoración, así como la identificación y análisis de las consecuencias de determinados escenarios, a través de simulaciones, dando como resultado, la visualización de los posibles radios de afectación.

6.1.1 Análisis preliminar de peligros

Derivado de las actividades del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) existen distintos peligros como los relacionados con el manejo de la sustancia principal del proceso, así como peligros que se originan de otras fuentes u operaciones como trabajos en alturas, electricidad, en espacios confinados, con objetos calientes, entre otros.

Sin embargo, el presente Estudio de Riesgo considera de forma principal, el peligro inherente en el manejo del Biogás al ser la sustancia con presencia en todos los procesos y actividades del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP). Lo anterior no excluye o limita el análisis de las desviaciones que puedan incluir otros peligros del proyecto.

6.1.2 Antecedentes de accidentes e incidentes en proyectos similares

La revisión de la bibliografía nacional e internacional sobre eventos no deseados que desencadenan en incidentes o accidentes en instalaciones similares, o bien, que simplemente estén relacionados con el manejo en general de la sustancia principal, independientemente de su estado físico, permite contar con la justificación de los posibles escenarios de riesgo que se planteen en el presente documento, así como un base sobre las “lecciones aprendidas” para evitar la materialización de dichos escenarios.

Por lo tanto, en la Tabla 6.1. se muestra el compendio de estos sucesos que han ocurrido, y que pudieran estar relacionados con el proyecto en cuestión:

Tabla 6. 1 Antecedentes de accidentes e incidentes

#	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia	Evento	Causa(s)	Nivel de afectación	Acciones de atención	Fuente consultada
1	2016	Ituzaingó, Cd. de Argentina	Biodigestor	Residuos orgánicos	Explosión de biodigestor	Equipo obsoleto, falta de implementación de medidas de seguridad e higiene	1 trabajador muerto, graves heridas y quemaduras a demás trabajadores	–	Murió un trabajador del INTA Castelar por la explosión de un biodigestor (primerplanoonline.com.ar)
2	2002	A Coruña, España	Planta de tratamiento de residuos solidos	Residuos orgánicos	Caída de 300T de basura	–	Paro de actividades, pérdidas materiales, 1 trabajador muerto	Despliegue de bomberos, servicios de emergencia, maquinaria pesada, Protección Civil y Cruz Roja	https://www.lavozdegalicia.es/noticia/galicia/2002/06/07/tanque-planta-nostian-revienta-derrama-300-toneladas-basura/0003_1115435.htm
3	2023	Durazno, Uruguay	Biodigestor	Residuos orgánicos	Personal cae dentro de biodigestor	–	2 personas muertas,	Bomberos, vaciado de biodigestor	Dos trabajadores fallecieron en Durazno tras accidente (telenoche.com.uy)
4	2023	Campillos, España	Planta de biogás	Residuos orgánicos / biogás	Incendio en planta de biogás (incendio en la recepción de residuos y restos orgánicos	–	Pérdidas materiales	Guardia civil, Policía local y bomberos	https://www.malagahoy.es/provincia/Incendio-biogas-Campillos-balsa-columna-humo_0_1822918622.html

#	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia	Evento	Causa(s)	Nivel de afectación	Acciones de atención	Fuente consultada
5	2010	–	Planta de biogás	Digestato	Perdida de digestato	Tanque de almacenamiento subterráneo se desbordo por dejar encendida una bomba por toda la noche	Pérdidas materiales	–	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
6	2011	–	Biodigestor	Residuos orgánicos	Ruptura del tanque de concreto	No contaba con los permisos de construcción, las fijaciones del agitador mecánico del digestor fallaron provocando el agujero en el tanque del digestato de concreto	Pérdidas materiales, contaminación al medio ambiente	–	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
7	2011	–	Planta de tratamiento de aguas residuales	Aguas residuales	Colapso de recipiente del biogás y posterior liberación	Fallo en válvulas de liberación de presión/vacío, la antorcha de reserva no funciono	Liberación a la atmosfera de 50,000 m3 de biogás	Bomberos	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf

#	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia	Evento	Causa(s)	Nivel de afectación	Acciones de atención	Fuente consultada
8	2012	–	Planta de digestión anaeróbica	Residuos orgánicos	Ruptura del techo de la membrana del digestor	Sistema de liberación de presión bloqueado por espuma (formada por materias primas con alto contenido de nitrógeno), rociadores de agua apagados, falta de sensores	Liberación de biogás a la atmosfera	Se cambio la tubería para proteger la válvula de liberación de presión, se agregaron sensores de espuma.	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
9	2012	–	Biodigestor	Residuos orgánicos	Techo de membrana y laterales de acero del digestor dañados	Sistema de liberación de presión bloqueado por espuma (el exceso de espuma fue causado por la sobrealimentación del reactor), falta de empleados y capacitación	Pérdida de biogás a la atmosfera	–	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
10	2013	–	Biodigestor	Residuos orgánicos	Abertura del biodigestor bajo presión	Obstrucción de las válvulas de alivio de presión por capa flotante de residuos sobrellenado del tanque por bombas de alimentación	Pérdida de biogás a la atmosfera y pérdida de digestato en el suelo	–	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf

#	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia	Evento	Causa(s)	Nivel de afectación	Acciones de atención	Fuente consultada
11	2013	–	Biodigestor	Residuos orgánicos	Agujero en el costado del tanque	Agitador defectuoso abrió un agujero en el tanque.	700 m3 de su contenido escaparon y el digestato entro en un arroyo provocando contaminación de 3.6 km aguas abajo	–	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
12	2015	–	Planta de tratamiento de aguas residuales	Aguas residuales	Liberación de biogás desde válvulas de alivio de presión en 3 tanques digestores	Falla (fuga) en un domo de almacenamiento de biogás	Liberación de 24,750 m3 de biogás	Instalación de tuberías temporales para evitar los domos de almacenamiento y permitir el flujo hacia la cogeneración y/o quema. Remplazo de domos de almacenamiento.	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
13	2016	–	Planta de Digestión anaeróbica	Residuos orgánicos	Daño del biodigestor y posterior perdida de material	Instalación incorrecta de mezclador sumergible dentro del tanque	Pérdida de 177 ton de residuos orgánicos,	Existencia de contención completa	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf

#	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia	Evento	Causa(s)	Nivel de afectación	Acciones de atención	Fuente consultada
14	2017	–	Digestor	Residuos orgánicos	Biodigestor sufre evento de sobrepresión	Pérdida total de energía	Liberación de biogás, exceso de digestato a través de escotilla superior y válvulas de alivio	–	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
15	2018	–	Planta de digestión anaeróbica	Residuos orgánicos	Incendio en la unidad del CIF (Filtro de Hierro Catalítico)	Formación de sulfuro de hierro pirofórico dentro del CIF	Planta cerrada	Bomberos	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf
16	2018	–	Planta de digestión anaeróbica	Residuos orgánicos	Propagación de incendio en cuarto de control hacia tanques de digestión y mezcla	Falla eléctrica en el cuarto de control	Contenedores de biogás destruidos, biogás quemado hacia la atmosfera, daños a tuberías y en paredes de	–	https://consult.environment-agency.gov.uk/environmental-permitting/standard-rules-consultation-no-20/user_uploads/incidents-report--2010-2018--final.pdf

#	Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia	Evento	Causa(s)	Nivel de afectación	Acciones de atención	Fuente consultada
							hormigón de los tanques		
17	2015	Torregrossa, España	Planta de biogás	Residuos orgánicos	Incendio en la planta de biogás (en un módulo de cogeneración)	–	Pérdida de uno de los motores del módulo de cogeneración, se detuvo la producción y se cortó el suministro eléctrico	Intervención de bomberos y personal de la planta	https://blog.somenergia.coop/som-energia/2015/10/incendio-en-nuestra-planta-de-biogas-en-torregrossa/#comments
18	2018	Tehuacán, Puebla	Biodigestor	Residuos orgánicos	Desborde de biodigestor	–	Residuos se vertieron en diferentes calles de la zona, Solicitud de reubicación del biodigestor	Brigadas de saneamiento para control de olores,	https://municipiospuebla.mx/nota/2018-03-31/tehuac%C3%A1n/exigen-reubicar-biodigestor-por-alteraciones-la-salud

6.2 Análisis cualitativo de riesgo

CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. declara que la metodología de evaluación de riesgos seleccionada será aquella que permita identificar, evaluar y analizar de manera exhaustiva los riesgos propios y característicos de acuerdo con el proyecto del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) y acorde al ciclo de vida de este, considerando las líneas, equipos principales, válvulas, conexiones y servicios auxiliares donde se manejen sustancias peligrosas.

Además, se indicarán las premisas y criterios considerados para su uso, aplicación y desarrollo, estableciendo los argumentos técnicos considerados para determinar dichas premisas y criterios, acordes con las características del proyecto.

6.2.1 Análisis de Riesgos y Operabilidad (HazOp)

La identificación de peligros de un sistema en plantas de proceso y otras instalaciones es fundamental para garantizar un diseño y operación seguros. La metodología de identificación de riesgos HazOp (Análisis de Peligros y Operabilidad) es una técnica para el análisis de peligros en procesos que es empleada durante el diseño de un proyecto, establecimiento de una instalación industrial o modificación mayor en un proceso.

La metodología HAZOP (Hazard and Operability Study) es una técnica cualitativa, sistemática y estructurada empleada para la identificación de peligros y evaluación de desviaciones operativas en sistemas de proceso que manejan sustancias peligrosas, particularmente aquellos que operan bajo condiciones de presión, temperatura y flujo variables, como es el caso de las plantas de tratamiento de aguas residuales y sistemas de purificación de biogás.

La Figura 6.1 muestra un diagrama de flujo general para realizar un análisis HazOp (adaptación de Dowell III, 1998). Para realizar un análisis HazOp, es necesario contar con los diagramas de flujo de proceso (DFP) y tubería e instrumentación (DTI) del sistema y dividir el proceso en secciones manejables con límites definidos, también conocidas como nodos. Dentro de cada nodo se analizan las posibles desviaciones de las principales propiedades que caracterizan el proceso (Presión, Temperatura, Flujo, etc.). Lo anterior, basándose en la premisa de que los accidentes se producen como consecuencia de una desviación de las variables de proceso con respecto a los parámetros definidos en la intención de diseño. Dicho análisis, es realizado por un grupo multidisciplinario cuyos miembros deben contar con la experiencia y conocimientos necesarios del sistema.

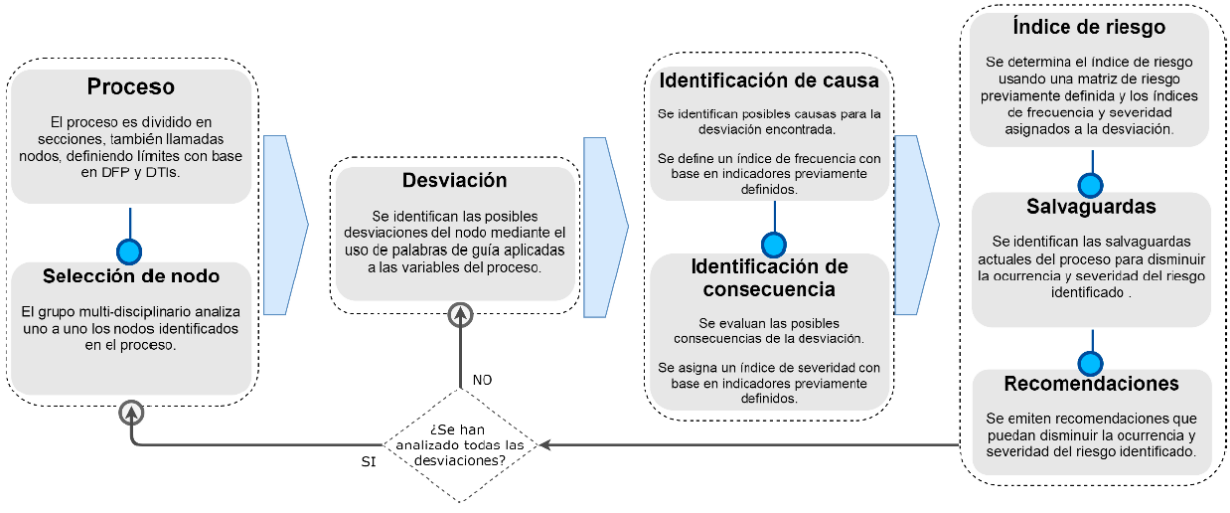


Figura 6. 1 Diagrama de flujo para realizar un análisis HazOp (adaptación de Dowell III, 1998).

Su aplicación se basa en el análisis sistemático de las posibles desviaciones respecto a la intención de diseño del proceso, mediante el uso de palabras guía tales como “Más”, “Menos”, “Ninguno”, “Inverso”, “Parte de”, “Diferente”, entre otras, aplicadas a parámetros operativos críticos como presión, flujo, temperatura y composición. A partir de este análisis, se identifican las causas que pueden originar dichas desviaciones, las consecuencias potenciales sobre la seguridad del proceso, el personal, el medio ambiente y las instalaciones, así como las salvaguardas existentes y, en su caso, las recomendaciones para la reducción del riesgo.

6.3 Identificación de peligros, evaluación y análisis de riesgos

6.3.1 Selección de nodos

La aplicación de la metodología HAZOP resulta técnicamente procedente en el presente proyecto, debido a que el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) constituye un sistema de proceso que presenta las siguientes características:

- Manejo de biogás, biometano a presión, considerado una sustancia inflamable.
- Manejo de dióxido de carbono criogénico, considerando una sustancia toxica.
- Presencia de equipos de proceso interconectados, tales como sopladores, intercambiadores de calor, quemadores, compresores, válvulas, equipos de adsorción y desorción.
- Existencia de variables operativas críticas, tales como composición, presión, flujo, temperatura, nivel
- Existencia de salvaguardas de ingeniería, tales como instrumentación de monitoreo (sensores, transmisores e indicadores de presión, temperatura, flujo, nivel, composición).

El Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) tiene como función principal la producción de biogás tratado mediante la captación del biogás crudo generado en los biodigestores anaerobios, su conducción al Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS), desulfurización, secado, acondicionamiento de presión y posterior aprovechamiento energético en la caldera.

El proceso inicia con la recepción de vinaza a los reactores anaerobios, previamente ingresada por las etapas internas de recepción, conducción y ecualización previstas para homogenizar caudal y carga orgánica. La transformación principal ocurre mediante digestión anaerobia en los reactores, en ausencia de oxígeno, donde microorganismos degradan la materia orgánica contenida en la vinaza generando biogás crudo. El reactor secundario recibe por gravedad el efluente procedente del reactor principal y proporciona una etapa adicional de digestión anaerobia.

El biogás generado en los digestores anaerobios es captado bajo las cubiertas de geomembrana y conducido mediante la red de tuberías de acero inoxidable hacia el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS). El biogás crudo está compuesto principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), humedad saturada y ácido sulfhídrico (H_2S).

La corriente de biogás crudo proveniente de los digestores es extraída mediante los sopladores centrífugos y conducido hacia el tren de tratamiento. En esta etapa el biogás pasa por la trampa de humedad y sedimentos donde se remueven condensados y partículas arrastradas desde los digestores para proteger los equipos ubicados aguas abajo.

Posteriormente, el biogás crudo ingresa a las unidades de desulfurización donde se realiza la remoción biológica de H_2S mediante biofiltros tipo scrubber. El proceso consiste en poner el biogás crudo en contacto con un medio biológico irrigado que favorece la oxidación biológica del sulfuro de hidrógeno, reduciendo la corrosividad, toxicidad.

Una vez desulfurizado, el biogás es conducido a las unidades de secado Estas unidades emplean chillers, intercambiadores de calor y demisters para reducir la temperatura del gas, provocar la condensación controlada del vapor de agua contenido en la corriente y separar los condensados generados antes del envío del biogás hacia el sistema de boosteo.

Después del secado, el biogás es impulsado mediante los sopladores booster cuya función es elevar la presión del gas hasta las condiciones requeridas para su utilización en la caldera. El biogás tratado, seco y comprimido se dirige finalmente hacia la caldera para su aprovechamiento como combustible alternativo en la generación de vapor de Planta Arandas.

Derivado de que el proceso implica el manejo de biogás, la ocurrencia de desviaciones operativas puede dar lugar a escenarios de liberación de gas, por lo que resulta necesario realizar un análisis sistemático de los riesgos mediante una metodología adecuada, como es el caso del HAZOP.

En apego a la metodología HAZOP, el sistema fue dividido en nodos de análisis, los cuales corresponden a secciones específicas del proceso que presentan condiciones operativas homogéneas y una función operativa definida.

La definición de los nodos se realizó considerando los siguientes criterios técnicos:

a) Homogeneidad de condiciones operativas

Cada nodo agrupa componentes que operan bajo condiciones similares de presión, temperatura y flujo, lo que permite identificar de manera precisa las desviaciones operativas asociadas a dichas condiciones.

b) Función operativa específica

Cada nodo corresponde a una etapa funcional del proceso, tales como recepción, compresión, almacenamiento y suministro de gas natural, lo cual permite evaluar los riesgos asociados a cada función del sistema.

c) Límites físicos del proceso

Los nodos fueron definidos considerando los límites físicos naturales del sistema, tales como equipos principales, recipientes a presión, sistemas de compresión y sistemas de suministro, lo cual permite analizar las desviaciones dentro de un contexto operativo coherente.

d) Cambios en condiciones energéticas

Se consideraron como nodos independientes aquellas secciones donde existe un cambio significativo en las condiciones de presión del gas natural, como ocurre en el sistema de compresión y almacenamiento, debido a que estos cambios representan un incremento en el potencial de riesgo asociado al sistema.

Con base en los criterios antes señalados, los nodos definidos corresponden a las principales etapas del proceso, incluyendo:

- Digestión anaerobia BVF
- Sistema de captación y manejo de biogás
- Sistema de desulfurización de biogás
- Sistema de acondicionamiento de biogás

La definición de dichos nodos permite evaluar de manera sistemática las posibles desviaciones operativas en cada etapa del proceso, así como las consecuencias asociadas y las salvaguardas existentes, garantizando una evaluación integral del riesgo.

Derivado de dicha evaluación, se estableció una clasificación de 4 nodos, los cuales se describen a continuación:

- **Nodo 1: Digestión anaerobia BVF,** el cual comprende la etapa de los reactores anaeróbicos, donde se produce el biogás a través de la degradación de materia orgánica.
- **Nodo 2: Sistema de captación y manejo de biogás,** incluye la etapa de la remoción de condensados y partículas, venteo de emergencia, extracción de biogás a través de sopladores y quema de biogás como medida de seguridad.

- **Nodo 3: Sistema de desulfurización de biogás,** corresponde a la etapa de remoción de ácido sulfhídrico (H_2S) utilizando un medio biológico con el objetivo de reducir la corrosividad, toxicidad.
- **Nodo 4: Sistema de acondicionamiento de biogás,** incluye la etapa de provocar la condensación del vapor de agua contenido en la corriente y ajustar las condiciones operativas para él envió de biogás seco hacia la caldera.

El análisis HazOp del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., se realizó con base en los diagramas y planos enlistados en la sección 2.4. Los nodos identificados para el análisis se muestran en la Tabla 6.3.

Tabla 6. 2 Descripción de nodos seleccionados para el análisis HazOp.

No.	Nombre del Nodo	Intención de diseño
1	Digestión anaerobia BVF	Recibir la vinaza acondicionada para ser transformada por acción de microorganismos en ausencia de oxígeno generando biogás crudo.
2	Sistema de captación y manejo de biogás	Captar el biogás proveniente del sistema de digestión anaerobia a través de los sopladores centrífugos para remover los condensados y partículas arrastradas y conducir el biogás hacia el sistema de desulfurización de biogás.
3	Sistema de desulfurización de biogás	Ingresar el biogás crudo para la remoción de H2S mediante biofiltros tipo scrubber.
4	Sistema de acondicionamiento de biogás	Llevar a cabo la condensación controlada del vapor de agua y separación de condensados y elevación de la presión del biogás.

6.3.2 Identificación de desviaciones

En la Tabla 6.4 se presentan las palabras guía y propiedades seleccionadas para generar las posibles desviaciones de los nodos identificados en el punto 6.3.1 Es importante recalcar que no todas las combinaciones de palabras guía y propiedades son aplicables en los nodos identificados.

Tabla 6. 3 Palabras guía y propiedades seleccionadas para realizar el análisis HazOp.

Palabras guía	Propiedad
Diferente	Composición
Más	Flujo
Menos	Presión
No	Nivel
	Temperatura
	Velocidad

En el ANEXO II. ANÁLISIS HAZOP, se muestran las palabras guía que se ocuparon por cada propiedad, para evaluar las desviaciones de estas, a través de la metodología mencionada.

6.4 Ocurrencia de desviaciones y valoración de consecuencias

El riesgo tiene dos componentes: la frecuencia de ocurrencia de un evento indeseado y la magnitud de las consecuencias de ese evento. Contar con una metodología para valorar los niveles de riesgo es importante cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su administración son limitados.

La ocurrencia de desviaciones en el sistema es evaluada con base en el índice de frecuencia mostrado en la Tabla 6.5.

Tabla 6. 4 Índice de frecuencia para la evaluación de ocurrencia de fallas.

Clasificación	Tipo	Descripción	Eventos/año
6	Muy frecuente	Ocurre una o más veces por año	1
5	Frecuente	Ocurre una vez en un periodo de 1 a 5 años	0.2
4	Poco frecuente	Ocurre una vez en un periodo de 5 a 10 años	0.1
3	Raro	Ocurre una vez en un periodo de 10 a 20 años	0.05
2	Muy raro	Ocurre una vez en la vida útil de la planta	0.01
1	Extremadamente raro	Evento que es posible que ocurra, pero no existe ningún registro a la fecha	0.001

Análogamente, la valoración de consecuencias de las desviaciones observadas es realizada mediante el índice de severidad mostrado en la Tablas 6.6 a 6.7. La frecuencia de falla de equipos e instrumentación fueron tomados de HSE (2012) y CCPS (2001).

Tabla 6. 5 Índice de severidad para la evaluación de consecuencias a la Población.

Clasificación	Tipo	Descripción
6	Extrema	Varias muertes (más de 20), cientos de heridos y más de 500 evacuados.
5	Mayor	Algunas muertes (más de 5), Varios heridos de severidad (20), hasta 500 evacuados.
4	Grave	Algunos heridos graves. Malestar general severo.
3	Moderada	Pocos heridos. Malestar de larga duración.
2	Menor	Malestar temporal leve.

Clasificación	Tipo	Descripción
1	Insignificante	No se esperan heridas o daños físicos

Tabla 6. 6 Índice de severidad para la evaluación de consecuencias al Ambiente.

Clasificación	Tipo	Descripción
6	Extrema	Impacto a escalas mayores. Destrucción de hábitat de especies locales. Daño extensivo e irreversible.
5	Mayor	Impacto negativo sobrepasa el área de instalaciones, llegando a zonas aledañas. Esfuerzo de remoción o limpieza considerable, empleando recursos del emplazamiento y expertos. Tiempo de recuperación a largo plazo.
4	Grave	Impacto negativo sobrepasa las barreras del área de operaciones (entorno inmediato. Restauración del área afectada a cargo del personal propio y/o contratistas
3	Moderada	Impacto Altamente perceptible por las personas debido a su magnitud. El impacto no sobrepasa las barreras del área de operación. Requiere intervención o ayuda de terceros para su mitigación.
2	Menor	Impacto poco perceptible por las personas y procesos, debido a la baja peligrosidad de los aspectos ambientales que lo generan. El impacto es confinado en un área dentro de las operaciones.
1	Insignificante	Impacto negativo imperceptible y controlado en su totalidad (condiciones finales similares a condiciones iniciales)

6.5 Índice de riesgo

Contar con una metodología para valorar los niveles de riesgo es importante cuando el conjunto de riesgos identificados es amplio y los recursos para su control o reducción son limitados. El valorar los niveles de riesgo y asignar prioridades a la atención de las recomendaciones permite un manejo adecuado de los recursos.

Para la jerarquización de los riesgos asociados al presente proyecto se emplearon matrices de riesgo, las cuales diseñan una escala de valores para contar con una medida de comparación entre diversos riesgos. Aunque un sistema de este tipo puede ser relativamente simple, la escala debe representar valores que tengan un significado para la organización y que puedan apoyar la toma de decisiones.

Esa escala debe de cumplir con las siguientes características:

- Ser simple de entender y fácil de usar.
- Incluir todo el espectro de frecuencia de ocurrencia de escenarios de riesgo potenciales.

- Describir detalladamente las consecuencias en cada categoría.
- Definir claramente los niveles de riesgo tolerable, tan bajo como sea razonablemente práctico (ALARP por sus siglas en inglés) y no tolerable.

La clasificación de las zonas de riesgo se establece de acuerdo con las recomendaciones descritas en la Guía ARSH 2020 de la ASEA:

Tabla 6. 7 Regiones de Riesgo.

Región de Riesgo:	Descripción
A) Riesgo NO Tolerable	Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implementar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.
B) Riesgo ALARP	Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo-beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable
C) Riesgo Tolerable	El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables

6.6 Matriz de Jerarquización de los Riesgos Inherentes

Con la evaluación de los riesgos inherentes en los 3 nodos, se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 6. 8 Jerarquización de riegos.

	Po			Am		
NODO	**A**	**B**	**C**	**A**	**B**	**C**
1	0	0	31	0	0	31
2	0	0	47	0	0	47
3	0	0	52	0	0	52
4	0	0	37	0	0	37
Total	0	0	167	0	0	167

Gráficos del riesgo inherente:

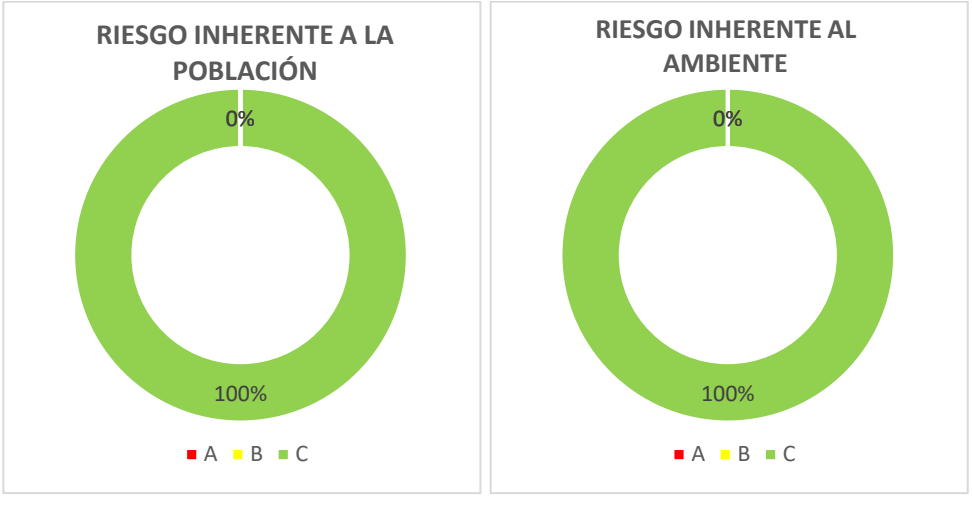


Figura 6. 2 Grafico de Riesgo Inherente por Receptores de Riesgo.

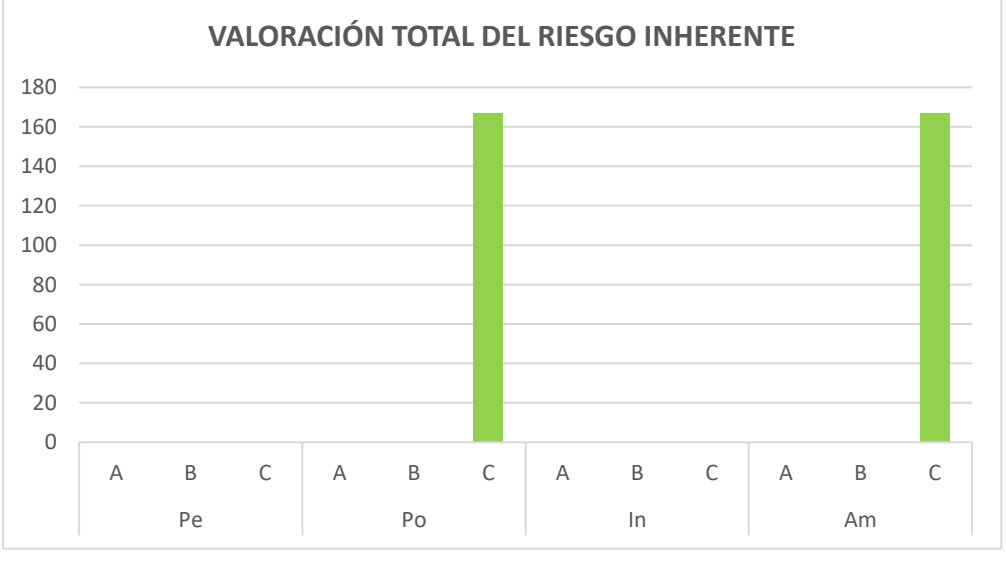


Figura 6. 3 Grafico de Riesgo Total Inherente.

6.7 Escenarios potenciales de riesgo

Para la selección de dichos escenarios, se consideró como criterio aquellos que se encuentran dentro de la región de riesgo No Tolerable, y región ALARP, sin embargo, durante el análisis HazOp no se identificó ningún escenario dentro de las regiones mencionadas. Los escenarios identificados corresponden a aquellos que, aunque se encuentren en la región de riesgo tolerable, se consideran los más probables de ocurrir durante la ejecución.

Tabla 6. 9 Escenarios potenciales de riesgo identificados del análisis HazOp.

No.	Causa	F	Consecuencia	Nivel de Consecuencia		Nivel de Riesgo	
				Po	Am	Po	Am
1.8	1.8.4 Obstrucción en tubería de suministro a sistema de captación y manejo de biogás	2	1.8.4.1 Sobrepresión con fuga de biogás con encuentro a punto de ignición con posible incendio	3	3	C	C
2.3	2.3.6 Desgaste de sellos en válvulas mariposa	2	2.3.6.1 Fuga de biogás con encuentro a punto de ignición con posible incendio	3	3	C	C
3.6	3.6.6 Válvulas de purga a la entrada de los Biofiltro scrubber (U32-T1, U32-T2) totalmente abiertas por error del operador	2	3.6.6.1 Liberación de biogás a la atmosfera	3	3	C	C
4.3	4.3.4 Desgaste de sellos en válvulas mariposa	2	4.3.4.1 Fuga de biogás con encuentro a punto de ignición con posible incendio	3	3	C	C

Con base en la jerarquización de riesgo realizada en el análisis HazOp, en la Tabla 6.11 se presentan los posibles escenarios potenciales de riesgo del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V.

Tabla 6. 10 Escenarios potenciales de riesgo identificados del análisis HazOp.

Clave	Descripción del escenario	Referencia de origen
ER-01	Se presenta una fuga en los sellos o juntas de la tubería de 20" de suministro al sistema de captación y manejo de biogás debido a un aumento de presión causado por una obstrucción. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).	1.8.4.1 Presión Más
ER-02	Se presenta una fuga en los sellos o juntas de la válvula mariposa a de 10" a la entrada de los sopladores (U31-C1A, U31-C1B, U31-C1C) debido a una reducción de presión causado por un desgaste de los sello. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).	2.3.6.1 Presión Menos
ER-03	Se presenta la liberación de biogás en la válvula mariposa de purga de 10" a la entrada de los Biofiltro scrubber (U32-T1, U32-T2) debido a una apertura de válvula por error operario. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).	3.6.6.1 Flujo Menos
ER-04	Se presenta una fuga en los sellos o juntas de la válvula mariposa a de 10" a la entrada de las unidades de secado (U33-M1, U33-M2) debido a una reducción de presión causado por un desgaste de los sello. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).	4.3.4.1 Presión Menos

Los escenarios identificados corresponden a la fuga de biogás. En cada uno de los nodos, el evento máximo catastrófico se da por la ocurrencia del evento causado por la obstrucción de tubería de suministro. Este tipo de incidentes no solo amenaza la seguridad de las instalaciones sino también la salud y bienestar.

Asimismo, la falta de mantenimiento y capacitación del personal puede ser la causa para la ocurrencia de eventos en el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) ya sea por falla en procedimientos operativos o la ejecución inadecuada de los programas de mantenimiento y capacitación por lo que el incumplimiento de estos podría terminar en la liberación de grandes volúmenes de gas con efectos devastadores sobre la población y medioambiente.

Entre las principales causas de riesgo se destacan las desgaste de los sellos de las válvulas, válvulas de purga abiertas y ruptura de membrana en los reactores anaeróbicos, lo que podría desencadenar fugas que afectarían directamente la calidad del aire y la salud de las personas. Una situación de emergencia podría surgir también por fugas en las líneas de suministro de gas, incrementando el riesgo de explosiones o incendios que pondrían en peligro tanto a la población como a los ecosistemas locales generando un impacto negativo en el medio ambiente, contaminando suelos y cuerpos de agua, y alterando el equilibrio ecológico. Por ello, la gestión adecuada del riesgo es crucial para proteger a las comunidades y preservar los recursos naturales circundantes.

7 Análisis de consecuencia

7.1 Análisis de Frecuencias

De acuerdo con lo establecido en la *Guía para la Elaboración del Análisis de Riesgo para el Sector Hidrocarburos* emitida por la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA), la realización de un análisis detallado de frecuencias es requerida únicamente para aquellos escenarios de riesgo que:

- Se ubiquen en la región de riesgo no tolerable, o bien,
- Se encuentren en la región ALARP (tan bajo como razonablemente posible) y sean de interés particular para su evaluación.

En el presente análisis de riesgos, y con base en la jerarquización de los escenarios desarrollada previamente, ninguno de los escenarios evaluados se encuentra en la región de riesgo no tolerable, ni se ha identificado un interés técnico o normativo específico que justifique la evaluación detallada de frecuencias en los escenarios clasificados en región ALARP.

La estimación de frecuencia para los escenarios seleccionados corresponde al nivel 3 (Raro: Ocurre una vez en un periodo de 10 a 20 años), en tanto que las consecuencias asociadas fueron valoradas en niveles 1 y 3, lo cual indica impactos de magnitud limitada, tales como:

Población:

- Nivel 3 Moderada: Pocos heridos. Malestar de larga duración.
- Nivel 1 Insignificante: No se esperan heridas o daños físicos

Ambiente:

- Nivel 3 Moderada: Impacto Altamente perceptible por las personas debido a su magnitud. El impacto no sobrepasa las barreras del área de operación. Requiere intervención o ayuda de terceros para su mitigación.
- Nivel 1 Insignificante: Impacto negativo imperceptible y controlado en su totalidad (condiciones finales similares a condiciones iniciales).

Por lo tanto, y en concordancia con los lineamientos de la Guía de ASEA, se determinó que no era necesario realizar un análisis detallado de frecuencias, toda vez que los criterios técnicos no lo demandan y los niveles de riesgo identificados son gestionables bajo las condiciones operativas actuales.

7.2 Análisis de consecuencias

Una vez identificados los escenarios de riesgo, es necesario determinar las afectaciones que estos pueden conllevar. Para ello, y con base en los criterios establecidos por la autoridad mexicana competente, se determinan los radios de afectación de cada escenario mediante el cálculo de la liberación de material y su interacción en el ambiente para la generación de posibles incendios y/o explosiones. La información contenida en las hojas de seguridad permite omitir riesgos por toxicidad. El software empleado para la

simulación de la evaluación de consecuencias fueron SCRI Emisiones© versión 1.3, SCRI Fuego© versión 2.2.

7.3 Determinación de las zonas de riesgo y amortiguamiento

Para el cálculo de consecuencias de los accidentes hipotéticos que se han identificado en el punto anterior, se estiman las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, entendiéndose éstas como:

Zona de Alto Riesgo: Zona de restricción total, en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad, incluyendo los asentamientos humanos y la agricultura, con excepción de actividades de forestación, el cercamiento y señalamiento de esta, así como el mantenimiento y vigilancia.

Zona de amortiguamiento: Zona donde se puede permitir determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al medio ambiente, restringiendo el incremento de la población ahí asentada y capacitándola en los programas de emergencia que se realicen para tal efecto.

Para definir y justificar las zonas de seguridad en torno a la planta, se aplicarán los criterios establecidos en la Guía para presentación del Estudio de Riesgo Nivel 2 (instalaciones en operación), expedida por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla 7. 1 Criterios para determinación de las zonas de riesgo y amortiguamiento.

Escenarios	Toxicidad (concentración)	Inflamabilidad (radiación térmica)	Explosividad (sobrepresión)
Zona de alto riesgo por daños a equipos.	---	37.5 kW/m^2	10 lb/in^2
Zona de riesgo	IDLH	5 kW/m^2	1.0 lb/plg^2
Zona de amortiguamiento	TLV_8 o TLV_{15}	1.4 kW/m^2	0.5 lb/plg^2

Efectos de la Radiación Calórica Incidente

Tabla 7. 2 Efectos de la radiación calórica incidente.

kW/m^2	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
400	Máxima radiación tolerable por una pared de ladrillos	--------
200	Debilitamiento del hormigón armado	--------
60	Máxima radiación tolerable por el cemento	--------
40	Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado. Destrucción de equipos y tanques	--------
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras	100% de mortalidad en 1 minuto.
25	El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama	1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 seg.

kW/m²	Daños a equipos / materiales	Daños a personas
12.5	Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos. daños severos a equipos de instrumentación	ZONA DE INTERVENCION: Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado (ejemplo bomberos). Es más que conveniente, de todos modos, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 seg.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica	
8	--------	Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1min.
4	--------	ZONA DE ALERTA: Suficiente para causar dolor si la exposición es mayor de 20 seg. Quemadura de 1er grado. Improbable formación de ampollas.
1.5	--------	Máximo soportable por personas con vestimentas normales y un tiempo prolongado

Estimado de daños por sobrepresión en explosiones

Tabla 7. 3 Estimado de daños por sobrepresión en explosiones.

Sobrepresión (psig)	Daño esperado
0.03	Ruptura ocasional de ventanas grandes que ya se encuentren bajo tensión.
0.04	Ruido elevado (143 dB); fallas en vidrio debido al “boom” sónico.
0.1	Ruptura de ventanas pequeñas bajo tensión.
0.15	Presión típica para fallas en vidrio.
0.3	Cierto daño en techos de casas, 10% de rupturas en vidrios de ventana.
0.4	Daño estructural menor limitado.
0.50-1.0	Normalmente ventanas despedazadas, algo de daño en los marcos de las mismas.
0.7	Daño menor a estructuras de casas.
1	Demolición parcial de casas, éstas se vuelven inhabitables.
1.0-2.0	Paneles de metal corrugado que fallan y se doblan. Implosión de paneles de madera para construcción.
1.0-8.0	Rango de lesiones de leves a serias debido a laceraciones de la piel por pedazos volantes de vidrio y otros misiles.
1.3	Ligera distorsión en marco de metal de edificios recubiertos.
2	Colapso parcial de muros y techos de casas.
2.0-3.0	Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado.
2.3	Límite inferior de daño estructural serio.
2.4-12.2	Rango de 1 a 90% de rotura de tímpanos entre las personas expuestas.
2.5	Destrucción del 50% del enladrillado casero.
3	Edificios con estructura de acero distorsionados y arrancados de sus cimientos.
3.0-4.0	Edificios de panel de acero sin estructura arruinados.

Sobrepresión (psig)	Daño esperado
4	Ruptura en recubrimiento de edificios industriales ligeros.
5	Postes de madera arrancados.
5.0-7.0	Destrucción casi completa de casas.
7	Volcadura de carros de ferrocarril con carga.
7.0-8.0	Falla en muros de ladrillo de 8 a 12” de espesor sin refuerzo debido a la flexión o desgarre.
9	Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.
10	Posible destrucción total de edificios.
14.5-29.0	Rango de 1 a 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.

7.4 Criterios para la simulación de eventos

Para una estimación efectiva de daños al medio ambiente y a la salud humana provocados por incendio y/o explosión por fuga/derrame de combustible se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- **Propiedades fisicoquímicas y de riesgo de las sustancias involucradas**: de acuerdo a la tabla 4.4.
- **Condiciones meteorológicas:** Los dos parámetros meteorológicos más importantes son la velocidad mínima del viento y la estabilidad atmosférica de Pasquill. La dispersión de material en la atmósfera es función de la estabilidad del aire, la velocidad de los vientos y la rugosidad de la superficie.

  La estabilidad se define en términos del gradiente vertical de temperatura en la atmósfera, y se describe usando el sistema de categorías desarrollado por Pasquill. Este sistema emplea seis categorías para cubrir condiciones: inestables, neutras y estables, definidas por las letras A - F. La estabilidad neutra se presenta cuando hay una cobertura total de la nube y se define como categoría D. Las condiciones inestables se presentan cuando el sol está brillando, porque el calentamiento del suelo incrementa la turbulencia convectiva; las condiciones inestables se designan con las letras A C, A como la condición menos estable. Las condiciones estables se presentan en noches claras y con calma, cuando el aire cerca del suelo está estratificado y sin turbulencia y se designan por las letras E y F.

  En el caso específico de las modelaciones realizadas, se llevan a cabo los cálculos bajo condiciones atmosféricas recomendadas en la Guía ARSH de la ASEA, donde se considera una estabilidad tipo “A-B”, y una velocidad promedio del viento de 1.5 m/s. En cuanto a la dirección del viento, la humedad relativa y la temperatura ambiente se consideraron los valores registrados en la Tabla 5.2 para el modelado de los escenarios.

Tabla 7. 4 Criterios para determinación de las categorías de Pasquill.

Velocidad del Viento[3] (m/s)	Día (insolación solar)			Noche (nubosidad[4])	
	Fuerte[5]	Moderado[6]	Ligero[7]	Nublado	Claro
< 2	A	A-B[8]	B	E	F
2 - 3	A-B	B	C	E	F
3 – 5	B	B-C	C	D	E
5 – 6	C	D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

- **Tiempos de Respuesta (duración de la fuga):** Para definir la duración de las fugas de tuberías y equipos, se tiene como referencia los valores establecidos en el Purple Book de TNO, sección 4.4.1, estos son:
    - 1-2 minutos para sistemas de detecciones y cortes totalmente automáticos.
    - 5-10 minutos, para sistemas remotos donde se detecta el fallo automáticamente en sala de control y el operador actúa mediante botonera.
    - 30 minutos para los sistemas donde la detección es automática, pero son operados manualmente.

- **Tamaños de fuga/ruptura:** Los diámetros equivalentes del orificio originados por fuga en bridas, uniones y conexiones, etc., se presentan en la Tabla 7.5:

Tabla 7. 5 Diámetro equivalente de fuga (DEF)

Escenarios	Equipo	Diámetro equivalente
Caso alterno	línea de proceso 0.75"<DN<2"	DEF = 1.0 * DN
	línea de proceso 2"<DN<6"	DEF = 0.3 * DN
	línea de proceso 6"<DN	DEF = 0.2 * DN
	Bridas	Mismos criterios según DN
	Sellos o empaquetaduras	DEF = 100% del área anular
Caso más probable	línea de proceso 0.75"<DN<2"	DEF = 0.2 * DN
	línea de proceso 2"<DN<2"	DEF = 0.6" * DN (por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura)
	línea de proceso o ductos de transporte 6"<DN	DEF = 0.75" para DN de 6" a 14" DEF = 1.25" para DN de 16" a 24"

[3] Velocidad del viento a 10 metros sobre el nivel de piso.
[4] Nubosidad es definida como la fracción del cielo cubierta por nubes.
[5] Corresponde a un día claro de verano con sol más alto que 60° sobre el horizonte.
[6] Corresponde a un día de verano con nubes escasas, o un día claro con sol de 35-60° sobre el horizonte.
[7] Corresponde a una tarde de otoño, o un día nublado, o un día claro de verano, con el sol de 15 a 30 ° arriba del horizonte.
[8] Para condiciones A-B, B-C o C-B es el promedio de los valores obtenidos para cada uno.
Nota: A = muy inestable, B = moderadamente inestable, C = ligeramente inestable, D = neutral, E = ligeramente estable, F = estable. A pesar de la velocidad del viento, la clase D debe ser asumida para condiciones nubladas del día o la noche.

Escenarios	Equipo	Diámetro equivalente
		DEF = 2.0" para DN mayores a 30"
	Bridas	Mismos criterios según DN
	Sellos o empaquetaduras	DEF = 40% del área anular

Las memorias de cálculo y reportes de resultados se presentan en el ANEXO III. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS Y SIMULACIONES.

8 Representación de radios potenciales de afectación

A continuación, se presentan el análisis de vulnerabilidad con base en la simulación de evaluación de consecuencias. En la Tabla 8.1 se muestran los resultados del análisis de consecuencias de los eventos ER-01 a ER-04 con base en la jerarquización de riesgo realizada en el análisis HazOp y los escenarios presentados en la Tabla 6.11.

Los gráficos de los radios potenciales de afectación se presentan en el ANEXO III. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS Y SIMULACIONES.

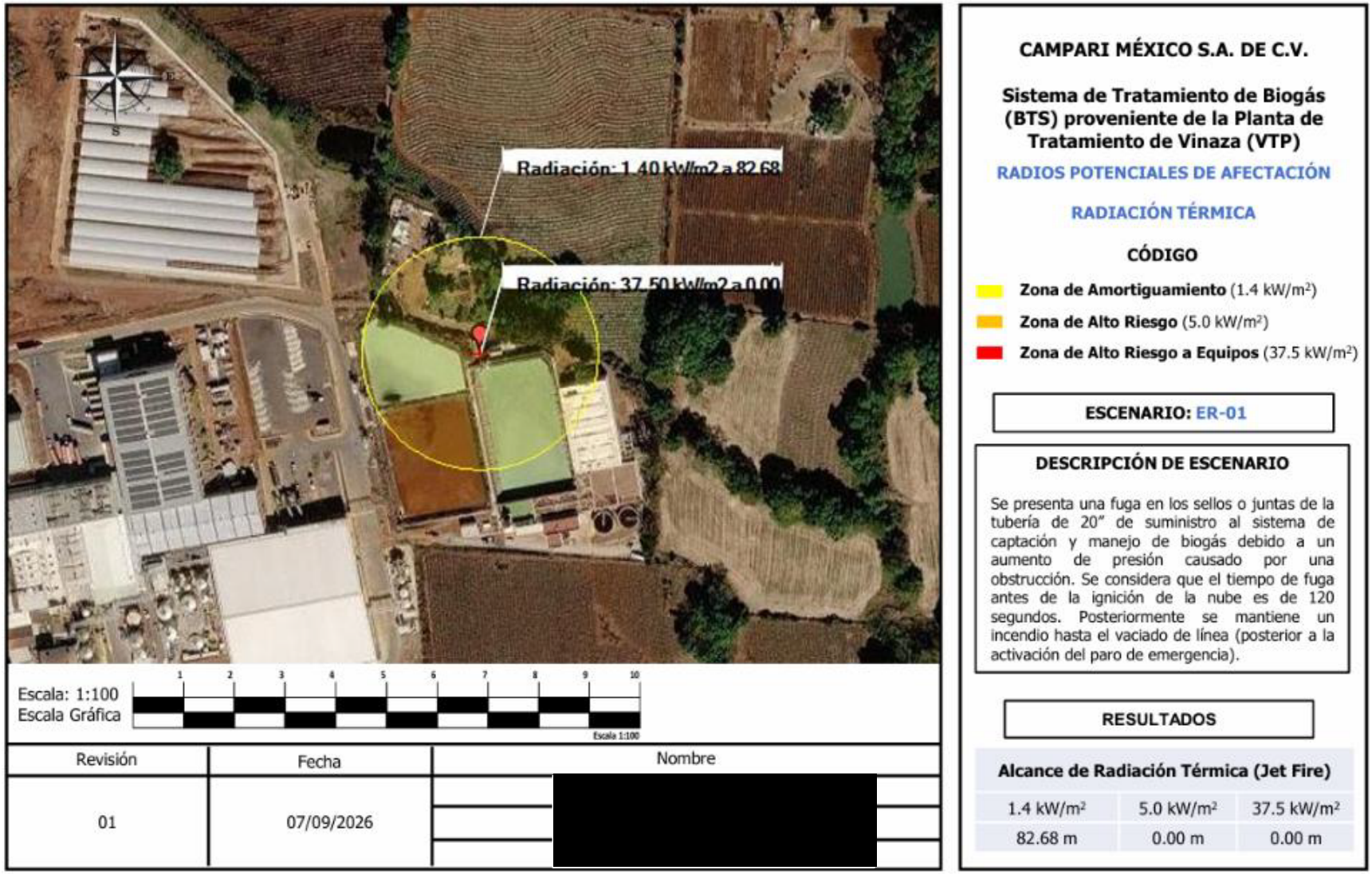


Figura 8. 1 Radios Potenciales de Afectación ER-01 (Jet Fire)

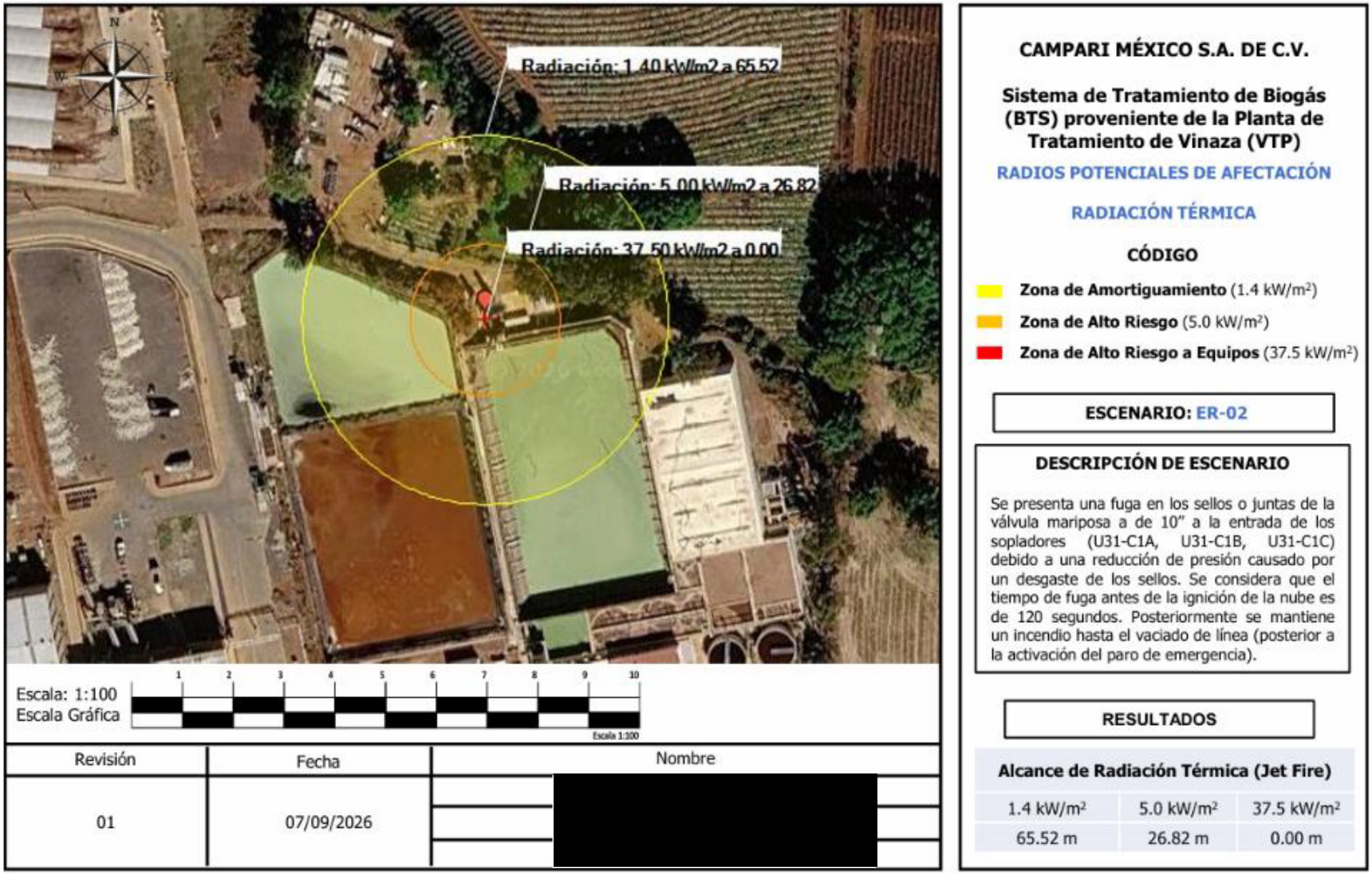


Figura 8. 2 Radios Potenciales de Afectación ER-02 (Jet Fire)

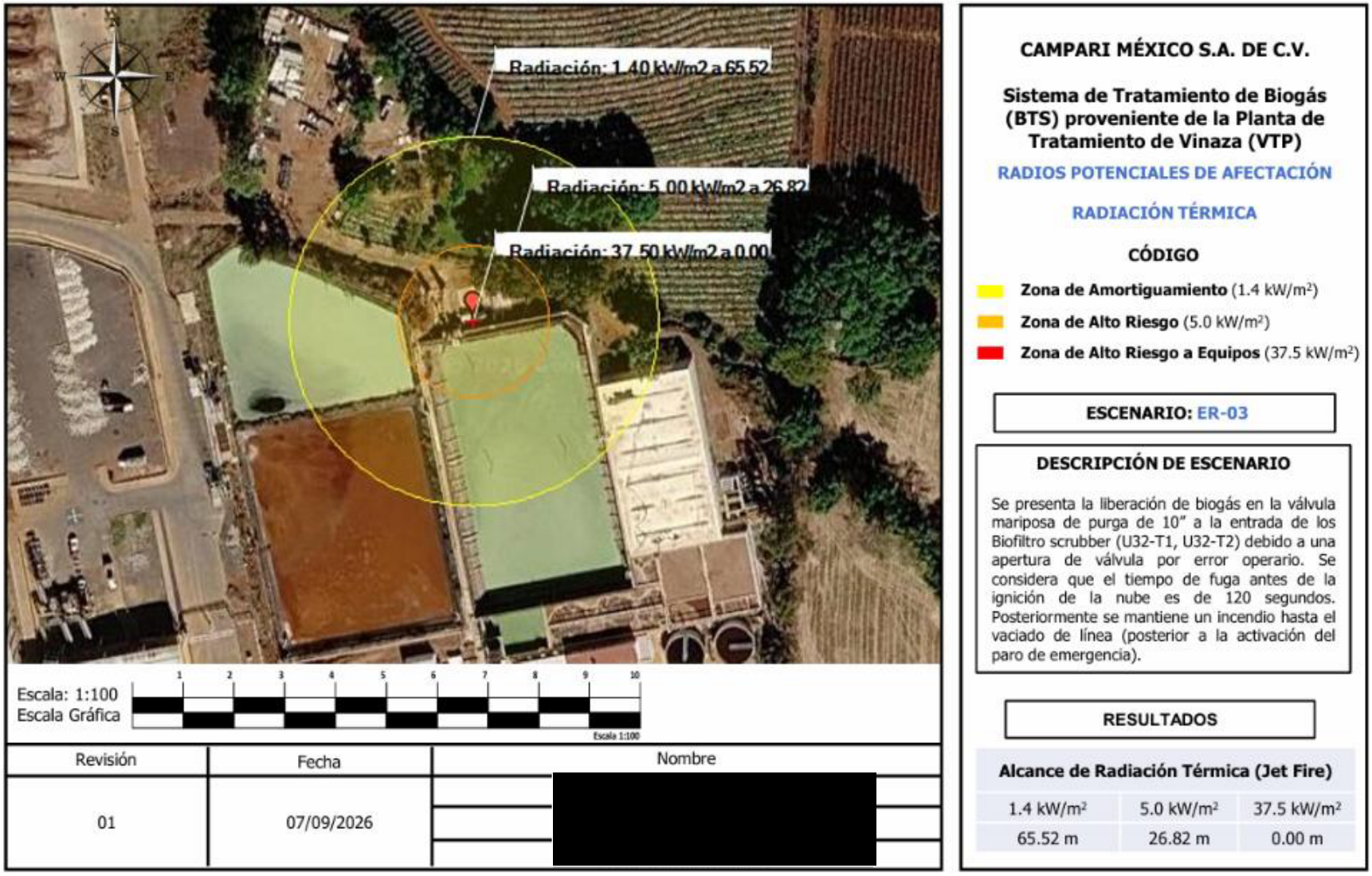


Figura 8. 3 Radios Potenciales de Afectación ER-03 (Jet Fire)

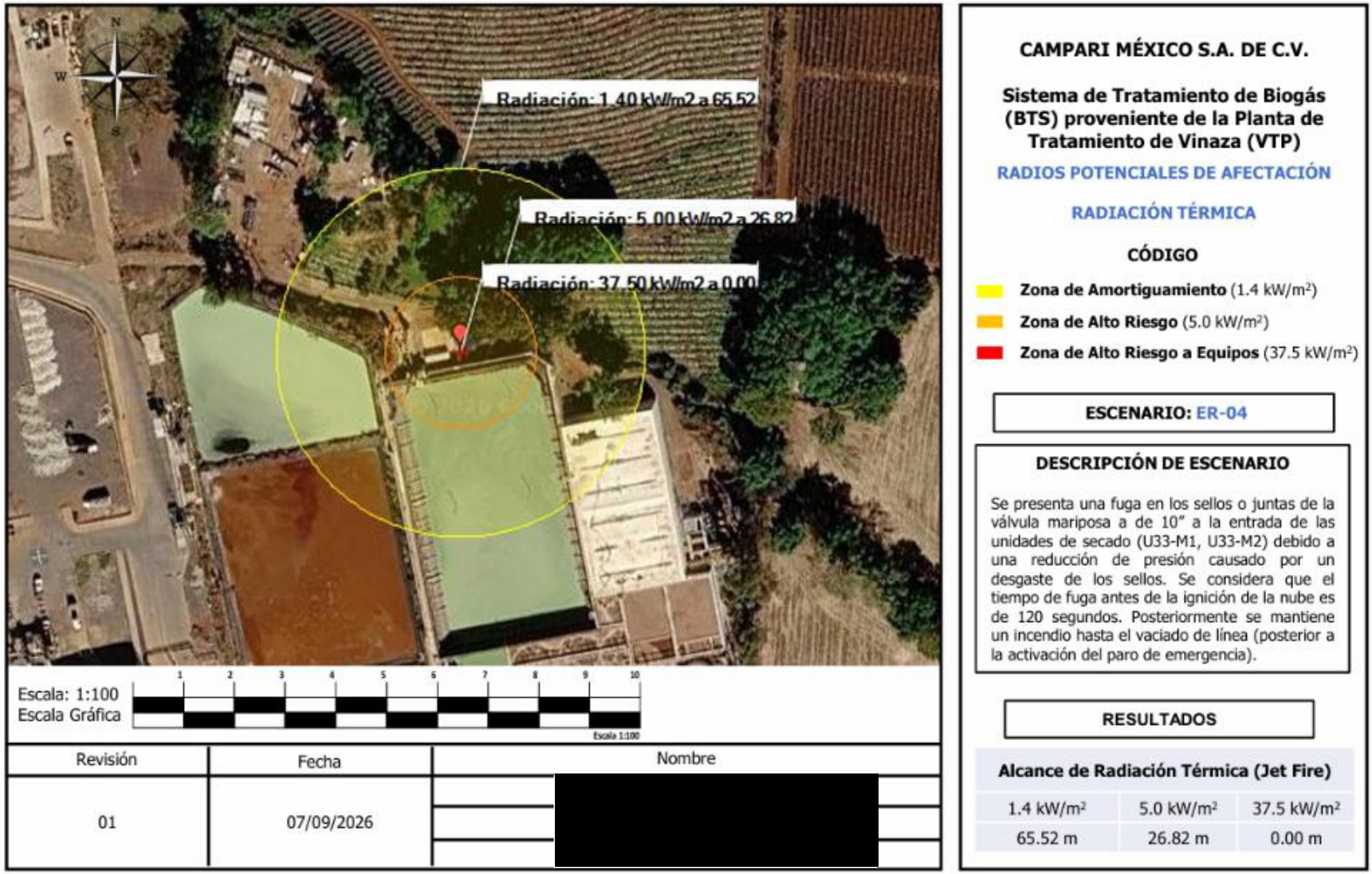


Figura 8. 4 Radios Potenciales de Afectación ER-04 (Jet Fire)

Tabla 8. 1 Tabla de resultados de la simulación de consecuencias de los escenarios de riesgo identificados en el análisis.

Clave de evento	Tipo de liberación / contención[9]					Cantidad (kg) / Flujo (kg/s) / Volumen (m^3)	Sustancia	Escenario de fuego simulado	Altura de flama	Radios de afectación por Radiación			Radios de afectación por Sobrepresión		
	I	C	F	SC	NC					1.4 kW/m^2	5kW/m^2	37.5kW/m^2	0.5 lb/$pulg^2$	1.0 lb/$pulg^2$	10 lb/$pulg^2$
ER-01		x			x	25.5 kg/s	Biogás	Jet Fire	107.84 m	82.68 m	0.00 m	0.00 m	N/A	N/A	N/A
ER-02		x			x	12.75 kg/s	Biogás	Jet Fire	53.92 m	65.52 m	26.82 m	0.00 m	N/A	N/A	N/A
ER-03		x			x	12.75 kg/s	Biogás	Jet Fire	53.92 m	65.52 m	26.82 m	0.00 m	N/A	N/A	N/A
ER-04		x			x	12.75 kg/s	Biogás	Jet Fire	53.92 m	65.52 m	26.82 m	0.00 m	N/A	N/A	N/A

[9] (I) Instantánea, (C) Continua, (F) Finita, Sí confinada (SC), No confinada (NC).

9 Análisis de Vulnerabilidad e Interacciones de Riesgo

En esta sección, se identificarán los escenarios, que, por su ubicación, pudieran potencializar el riesgo a través de un "Efecto dominó" u otros mecanismos, debido a que dentro de las Zonas de Alto Riesgo por daño a equipos y Zonas de Alto Riesgo se ubican equipos de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. u otras instalaciones industriales manejando hidrocarburos u otras Sustancias Peligrosas, dentro o fuera de los límites de propiedad o jurisdicción del proyecto del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP).

Lo anterior, se integrará mediante la siguiente Tabla 9.1 y 9.2.

Tabla 9. 1 Descripción de los posibles receptores de Riesgo.

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ER-01	Población	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado.
			Amortiguamiento	Irritación ocular, respiratoria o dérmica por exposición indirecta a polvos dispersos a personal circundante. Percepción de olores o ruido provocando malestar a personal circundante Quemaduras de primer o segundo grado a personal circundante.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	N/A		-Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Sin afectación		
			Amortiguamiento	Contaminación de suelo inmediato circundante a la planta de generación de biometano. Dispersión de gases contaminantes. Mortalidad de fauna como consecuencia de la exposición directa a altas temperaturas, inhalación de gases de combustión.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
ER-02	Población	Radiación	Alto Riesgo	Irritación ocular, respiratoria o dérmica por exposición indirecta a polvos dispersos a personal circundante. Percepción de olores o ruido provocando malestar a personal circundante Quemaduras de primer o segundo grado a personal circundante.	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación de los sopladores, antorchas, trampa de humedad, venteo de emergencia. -Establecer un programa de
			Amortiguamiento	Irritación ocular, respiratoria o dérmica por exposición indirecta a polvos dispersos a personal circundante. Percepción de olores o ruido provocando malestar a		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				personal circundante Quemaduras de primer o segundo grado a personal circundante.		mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Contaminación de suelo inmediato circundante a la planta de generación de biometano. Dispersión de gases contaminantes. Mortalidad de fauna como consecuencia de la exposición directa a altas temperaturas, inhalación de gases de combustión.		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	Contaminación de suelo inmediato circundante a la planta de generación de biometano. Dispersión de gases contaminantes. Mortalidad de fauna como consecuencia de la exposición directa a altas temperaturas, inhalación de gases de combustión.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
ER-03	Población	Radiación	Alto Riesgo	Irritación ocular, respiratoria o dérmica por exposición indirecta a polvos dispersos a	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				personal circundante. Percepción de olores o ruido provocando malestar a personal circundante Quemaduras de primer o segundo grado a personal circundante.		prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de desulfurización y válvulas de purga. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección
			Amortiguamiento	Irritación ocular, respiratoria o dérmica por exposición indirecta a polvos dispersos a personal circundante. Percepción de olores o ruido provocando malestar a personal circundante Quemaduras de primer o segundo grado a personal circundante.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		de una posible fuga o liberación de biogás.
			Amortiguamiento	N/A		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Contaminación de suelo inmediato circundante a la planta de generación de biometano. Dispersión de gases contaminantes. Mortalidad de fauna como consecuencia de la exposición directa a altas temperaturas, inhalación de gases de combustión.		
			Amortiguamiento	Contaminación de suelo inmediato circundante a la planta de generación de biometano. Dispersión de gases contaminantes. Mortalidad de fauna como		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				consecuencia de la exposición directa a altas temperaturas, inhalación de gases de combustión.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
ER-04	Población	Radiación	Alto Riesgo	Irritación ocular, respiratoria o dérmica por exposición indirecta a polvos dispersos a personal circundante. Percepción de olores o ruido provocando malestar a personal circundante Quemaduras de primer o segundo grado a personal circundante.	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list,

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	Irritación ocular, respiratoria o dérmica por exposición indirecta a polvos dispersos a personal circundante. Percepción de olores o ruido provocando malestar a personal circundante Quemaduras de primer o segundo grado a personal circundante.		para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado y la unidad de compresión. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		
	Medio Ambiente	Radiación	Alto Riesgo	Contaminación de suelo inmediato circundante a la planta de generación de biometano.		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				Dispersión de gases contaminantes. Mortalidad de fauna como consecuencia de la exposición directa a altas temperaturas, inhalación de gases de combustión.		
			Amortiguamiento	Contaminación de suelo inmediato circundante a la planta de generación de biometano. Dispersión de gases contaminantes. Mortalidad de fauna como consecuencia de la exposición directa a altas temperaturas, inhalación de gases de combustión.		
		Sobrepresión	Alto Riesgo	N/A		

Clave del escenario de riesgo	Receptor de Riesgo	Tipo de evento	Tipo de zona	Descripción de la afectación	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
			Amortiguamiento	N/A		
		Toxicidad	Alto Riesgo	N/A		
			Amortiguamiento	N/A		

Tabla 9. 2 Interacciones de Riesgos y descripción de los posibles receptores de Riesgo

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta/km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipo o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
ER-01	Digestión anaerobia BVF	Biogás	Alto riesgo en equipos	Radiación	0.00 m	Sin afectación	Sin afectación	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado.
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		
			Alto riesgo	Radiación	0.00 m	Sin afectación	Sin afectación		
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta/km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipo o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
									-Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.
ER-02	Sistema de captación y manejo de biogás	Biogás	Alto riesgo en equipos	Radiación	0.00 m	Sin afectación	Sin afectación	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		
			Alto riesgo	Radiación	26.82 m	Digestión anaerobia BVF Sistema de desulfurización de biogás Sistema de acondicionamiento de biogás	Digestión anaerobia BVF: 13.11 m Sistema de desulfurización de biogás: 10.61 m Sistema de acondicionamiento de biogás: 19.19 m		

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta/km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipo o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		de los sopladores, antorchas, trampa de humedad, venteo de emergencia. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.
ER-03	Sistema de desulfurización de biogás	Biogás	Alto riesgo en equipos	Radiación	0.00 m	Sin afectación	Sin afectación	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		
			Alto riesgo	Radiación	26.82 m	Digestión anaerobia BVF Sistema de acondicionamiento de biogás	Digestión anaerobia BVF: 9.01 m		

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta/km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipo o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
						Sistema de captación y manejo de biogás	Sistema de acondicionamiento de biogás: 10.37 m Sistema de captación y manejo de biogás: 10.61 m		formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de desulfurización y válvulas de purga. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		
ER-04	Sistema de acondicionamiento de biogás	Biogás	Alto riesgo en equipos	Radiación	0.00 m	Sin afectación	Sin afectación	Sin salvaguardas para este escenario	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list,
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		
			Alto riesgo	Radiación	26.82 m	Digestión anaerobia BVF Sistema de captación y manejo de biogás	Digestión anaerobia BVF: 12.35 m Sistema de captación y manejo de biogás: 20.24 m		

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta/km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada	Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo	Tipo de zona	Tipo de evento	Radio de la afectación	Equipo o Instalaciones Industriales presentes en el radio de afectación	Distancias de los Equipos o Instalaciones Industriales al punto de fuga	Descripción de salvaguardas existentes	Recomendaciones para implementar
						Sistema de desulfurización de biogás	Sistema de desulfurización de biogás: 8.80 m		para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado y la unidad de compresión. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.
				Sobrepresión	N/A	N/A	N/A		

10 Sistemas de seguridad y medidas para administrar el riesgo

10.1 Sistemas de seguridad

Tabla 10. 1 Dispositivos, equipos y sistemas de administración de riesgos.

TAG	Plano	Tipo	Nombre	Información	Función
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Transmisor de nivel de reactor	Su principal función es el monitoreo continuo del nivel del reactor.	Control
LSA-HH-H-L-LL	MTD_Campari UNIDADES DE DESFLUORACION DE BIOGAS BN INGLES	Alarma	Alarma de nivel LL, L, H y HH	Su principal función es alertar condiciones anormales y proteger los equipos de proceso contra operación fuera de rango.	Control
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Interbloqueo por nivel bajo	Evita el funcionamiento de bombas de recirculación y mezcladores cuando el nivel es insuficiente.	Control
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Sistema de rebose de emergencia (EOF)	Limita el nivel máximo de operación y evita derrames o sobrellenado de los reactores.	Prevención
N/A	MTD_Campari	Equipo	Puertos de muestreo y venteo de emergencia	Permiten muestreo de lodos y temperatura; también funcionan como venteos de emergencia.	Control
N/A	MTD_Campari	Equipo	Cámara de eliminación de gas (GEC)	Remueve biogás atrapado en la recirculación de lodos para prevenir cavitación de bombas.	Prevención
U31-S1	MTD_Campari	Equipo	Trampa de humedad y sedimentos	Retiene condensados y partículas para proteger sopladores y tuberías de biogás.	Control

TAG	Plano	Tipo	Nombre	Información	Función
	TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES				
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Transmisor de presión de cubierta	Controla la presión bajo la cubierta y ajusta automáticamente la velocidad de los sopladores para mantener vacío de operación.	Control
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Manómetro de verificación	Confirmación local de la presión de cubierta para operación segura.	Control
U31-M1	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES	Equipo	Venteo de emergencia	Permite liberar biogás si falla el sistema de transporte o si hay concentración peligrosa de oxígeno.	Prevención
U31-H1	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES	Equipo	Antorcha de biogás	Quema controlada de biogás cuando no existe aprovechamiento energético.	Prevención
U31-H2	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES	Equipo	Antorcha de biogás	Respaldo de U31-H1 para disposición segura del biogás.	Prevención
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Analizador de oxígeno (O_2)	Detecta infiltración de aire al sistema de biogás. Si $O_2 > 5\%$ se detiene la operación y	Control

TAG	Plano	Tipo	Nombre	Información	Función
				se inspecciona el sistema.	
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Analizador de H_2S	Monitorea la concentración de sulfuro de hidrógeno y la eficiencia de remoción de los scrubbers.	Control
N/A	MTD_Campari UNIDADES DE DESFLUORACION DE BIOGAS BN INGLES	Dispositivo	Analizador de CH_4	Verifica la calidad energética del biogás previo a su uso en caldera.	Control
U33 S1/S2	MTD_Campari	Equipo	Trampas de condensado	Eliminan condensados antes de los equipos de secado.	Control
PICRA U34A/U34B	MTD_Campari UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES	Dispositivo	Transmisores de presión	Supervisan presión de succión y descarga de biogás para proteger los compresores.	Control
FCV-U34A	MTD_Campari UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES	Dispositivo	Válvula antisurge	Previene surge y operación inestable de sopladores centrífugos.	Control
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Interbloqueo automático de desvío hacia antorcha	Envía automáticamente el exceso de biogás a las antorchas cuando la caldera no puede consumirlo.	Prevención
FCV-U35A	MTD_Campari UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES	Dispositivo	Válvula de control	Si permanece cerrada, detiene los boosters y desvía automáticamente el biogás a antorcha.	Control

TAG	Plano	Tipo	Nombre	Información	Función
PLC U35A	MTD_Campari	Dispositivo	Panel de control de caldera	Gestiona interbloqueos de presión, caudal y disponibilidad de sistemas previos al uso del biogás.	Control
PICRA-H	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES	Alarma	Alarma de presión alta H	Advierte una elevación de presión antes del límite crítico y permite al operador verificar disponibilidad de sopladores, consumidores y antorchas.	Control
PICRA-HH	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES	Alarma	Alarma de presión alta-alta HH	Identifica una condición crítica de sobrepresión. La respuesta automática deberá definirse expresamente, por ejemplo, desvío a antorcha, detención de alimentación de gas o activación de la ruta de alivio.	Control
PICRA-L	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES	Alarma	Alarma de presión baja L	Advierte una presión de succión o vacío fuera del rango normal. Permite verificar obstrucciones, acumulación de condensado, pérdida de producción o posición incorrecta de válvulas.	Control

TAG	Plano	Tipo	Nombre	Información	Función
PICRA-LL	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES	Alarma	Alarma de presión baja-baja LL	Identifica una condición crítica de baja presión. Puede generar paro de sopladores o boosters para proteger la cubierta y evitar operación fuera de las condiciones permitidas.	Control
FICRA-L	MTD_Campari	Alarma	Alarma de flujo bajo L	Advierte reducción de caudal y permite revisar válvulas, sopladores, condensados, disponibilidad del consumidor y condiciones del proceso.	Control
FICRA-LL	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS (EMERGENCIA) INGLES UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES UNIDADES DE DESFLUORACION DE BIOGAS BN INGLES	Alarma	Alarma de flujo bajo bajo LL	Identifica caudal insuficiente para una operación estable.	Control
TA-H	MTD_Campari TREN DE MANEJO DE BIOGAS	Alarma	Alarma de temperatura alta H	Advierte una tendencia de sobrecalentamiento para permitir revisión de carga, ventilación,	Control

TAG	Plano	Tipo	Nombre	Información	Función
	(EMERGENCIA) INGLES UNIDADES DE SECADO DE BIOGAS Y UNID. DE REFUERZO INGLES			lubricación o condición mecánica.	
TA-HH	MTD_Campari	Alarma	Alarma de temperatura alta-alta HH	Produce el paro automático del equipo afectado cuando así esté establecido por el fabricante y la lógica de control.	Control
N/A	MTD_Campari	Alarma	Alarma de nivel alto o alto-alto en trampas de condensado	Advierte acumulación de líquido y posible arrastre hacia equipos.	Control
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Paro por baja presión de succión	Detiene el equipo para evitar funcionamiento fuera de su envolvente operativa.	Prevención
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Paro por alta temperatura de motor o rodamiento	Detiene el equipo afectado y genera alarma para prevenir daño térmico o mecánico.	Prevención
N/A	MTD_Campari	Dispositivo	Paro por baja señal de flujo	Impide sostener en servicio equipos que requieren un flujo mínimo de biogás.	Prevención

- **Sistemas de administración de riesgos**
- **Procedimientos y/o programas**
- **Lineamientos y políticas de seguridad**
- **Atención a emergencias y restauración de zonas**

11 Observaciones y recomendaciones

11.1 Generales del Estudio de Riesgo

Como resultado del "Estudio de Riesgo" mediante la metodología HazOp realizado al Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP), los sistemas de seguridad y medidas preventivas se consideran seguros.

Sumado a las salvaguardas existentes, a continuación, se enlistan una serie de observaciones y recomendaciones elaboradas con base en el nivel de riesgo encontrado a partir de los análisis realizados.

Observaciones:

- Los Diagramas de Tubería e Instrumentación no cuentan con todas las especificaciones de diámetros de tubería, válvulas e instrumentación en cada etapa del proceso.

Recomendaciones:

1) Establecer un programa para la prevención de accidentes (PPA) y Protocolo de Respuesta a Emergencia (PRE).

2) Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO_2.

3) Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma.

4) Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso.

5) Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.

6) Establecer e implementar el sistema de bloqueo y etiquetado (LOTO) en las válvulas manuales críticas del proceso, particularmente en aquellas asociadas a los reactores anaeróbicos, bombas de extracción de lodos, sopladores, sistema de venteo de emergencia, trampa de humedad, antorchas, sistema de desulfurización, tanque de solución, bombas dosificadoras de solución, sistema de secado y la unidad de compresión.

7) Establecer e implementar programas de capacitación para el personal operativo en el uso adecuado del sistema de bloqueo y etiquetado (LOTO) de las instalaciones, así como en los procedimientos correctos para la apertura y cierre de válvulas, con el fin de prevenir maniobras inseguras, evitar accidentes y garantizar la integridad del personal y la operación.

8) Establecer e implementar procedimientos y/o protocolos operativos para el funcionamiento integral del sistema, que incluyan los reactores anaeróbicos, bombas de extracción de lodos, sopladores,

sistema de venteo de emergencia, trampa de humedad, antorchas, sistema de desulfurización, tanque de solución, bombas dosificadoras de solución, sistema de secado y la unidad de compresión.

9) Establecer e implementar un programa integral de mantenimiento preventivo y correctivo para los reactores anaeróbicos, bombas de extracción de lodos, sopladores, sistema de venteo de emergencia, trampa de humedad, antorchas, sistema de desulfurización, tanque de solución, bombas dosificadoras de solución, sistema de secado y la unidad de compresión.

10) Establecer e implementar recorridos de inspección periódicos, mediante listas de verificación, para evaluar de manera continua las condiciones de operación e integridad mecánica de los reactores anaeróbicos, bombas de extracción de lodos, sopladores, sistema de venteo de emergencia, trampa de humedad, antorchas, sistema de desulfurización, tanque de solución, bombas dosificadoras de solución, sistema de secado y la unidad de compresión.

11) Establecer e implementar recorridos de inspección periódicos para verificar de manera continua la integridad, correcto funcionamiento y condiciones de operación de los sensores de presión, temperatura, flujo, nivel, indicadores y transmisores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, transmisores analizadores, PLC, válvulas actuadoras con el fin de asegurar la confiabilidad del sistema y la detección oportuna de fallas.

12) Establecer e implementar un programa integral de mantenimiento preventivo y correctivo para los sensores de presión, temperatura, flujo, nivel, indicadores y transmisores de presión, temperatura, flujo, transmisores de nivel, transmisores analizadores, PLC, válvulas actuadoras con el fin de asegurar la confiabilidad del sistema y la detección oportuna de fallas.

13) Establecer la actualización de los Diagramas de Tubería e Instrumentación del proceso donde se presenten los diámetros de tuberas y válvulas complementado con su respectivo TAG con el objetivo de implementar el etiquetado de los TAG en los equipos de proceso, instrumentos, válvulas y tuberías, conforme a la actualización de los diagramas de tuberías e instrumentación (P&ID), con el fin de asegurar la correcta correspondencia entre campo y documentación, facilitar la operación, el mantenimiento y la trazabilidad de los sistemas.

11.2 Recomendaciones Técnico – Operativas

Adicional a las recomendaciones generales, CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. deberá tener en cuenta los siguientes puntos de mejora para llevar el proyecto a un nivel de riesgo aceptable:

Tabla 11. 1 Recomendaciones de la evaluación y estudio de riesgo.

No.	Recomendación	ID Nodo	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo	Fecha o periodo para implementación
			No.	Descripción			
1	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado y la unidad de compresión. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.	1	ER-01	Se presenta una fuga en los sellos o juntas de la tubería de 20" de suministro al sistema de captación y manejo de biogás debido a un aumento de presión causado por una obstrucción. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).	CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V.	**C)** Riesgo Tolerable	Pre-arranque

No.	Recomendación	ID Nodo	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo	Fecha o periodo para implementación
			No.	Descripción			
2	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado y la unidad de compresión. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.	2	ER-02	Se presenta una fuga en los sellos o juntas de la válvula mariposa a de 10" a la entrada de los sopladores (U31-C1A, U31-C1B, U31-C1C) debido a una reducción de presión causado por un desgaste de los sello. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).	CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V.	**C)** Riesgo Tolerable	Pre-arranque
3	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA).	3	ER-03	Se presenta la liberación de biogás en la válvula mariposa de purga de 10" a la entrada de los Biofiltro scrubber (U32-T1, U32-T2) debido a una apertura de	CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V.	**C)** Riesgo Tolerable	Pre-arranque

No.	Recomendación	ID Nodo	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo	Fecha o periodo para implementación
			No.	Descripción			
	-Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado y la unidad de compresión. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.			válvula por error operario. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).			
4	-Establecer un protocolo de respuesta a emergencia (PRE) y un programa de prevención de accidentes (PPA). -Establecer la colocación de un sistema contra incendios y extintores tipo PQS, CO2. -Establecer recorridos de inspección periódicos, procedimientos y formatos de	4	ER-04	Se presenta una fuga en los sellos o juntas de la válvula mariposa a de 10" a la entrada de las unidades de secado (U33-M1, U33-M2) debido a una reducción de presión causado por un desgaste de los sello. Se considera que el tiempo de fuga antes de la ignición de	CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V.	**C)** Riesgo Tolerable	Pre-arranque

No.	Recomendación	ID Nodo	Escenario de riesgo		Responsable	Nivel de riesgo	Fecha o periodo para implementación
			No.	Descripción			
	check list, para verificar de manera continua la integridad y condiciones de operación del sistema de secado y la unidad de compresión. -Establecer un programa de mantenimiento a las válvulas. -Establecer la colocación de paros de emergencia a equipos críticos enlazados a un sistema de alarma. -Realizar inspecciones periódicas para detección de fugas en sellos, juntas, bridas, válvulas y equipos de proceso. -Establecer la colocación de detectores multigases para la pronta detección de una posible fuga o liberación de biogás.			la nube es de 120 segundos. Posteriormente se mantiene un incendio hasta el vaciado de línea (posterior a la activación del paro de emergencia).			

12 Conclusiones

El presente "Estudio de Riesgo" para el proyecto del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. permitió identificar los posibles escenarios de riesgo del sistema (HazOp), definir las medidas de protección necesarias para evitar la ocurrencia o minimizar el impacto de dichos eventos y finalmente cuantificar el impacto de los eventos si llegasen a ocurrir aterrizado a los receptores de población y ambiente.

Del análisis HazOp, el principal evento a ocurrir es el de fuga de biogás. Considerando operaciones normales, las principales fallas se dan el desgaste de sellos de las válvulas, válvulas de purga abiertas por error operario y taponamiento en líneas de suministro del energético a los diferentes equipos. La fuga de biogás, presenta un alto riesgo de incendio, debido al alto flujo al que opera el sistema, una fuga de cualquiera de estos eventos podría poner en serio riesgo la integridad del medioambiente. Como se determinó por medio de la matriz de riesgo en el HazOp, la ocurrencia de todos estos eventos podría culminar en la afectación del medioambiente.

Después de cuantificar el impacto asociado a los escenarios potenciales de riesgo, fue posible determinar zonas de riesgo y amortiguamiento para las operaciones del sistema. En ellas, se puede observar que los límites de zona de alto riesgo y de amortiguamiento por radiación térmica para el peor escenario modelado (ER-01) son de 0.00 m y 82.68 m, respectivamente.

Derivado del análisis del entorno y de vulnerabilidad, se puede resaltar que en el radio de influencia seleccionado (500 m), NO SE ENCUENTRAN instalaciones susceptibles, que pudieran sufrir algún impacto importante ante la materialización de algún escenario de riesgo planteado en el Estudio de Riesgo. Por lo tanto posterior a la realización del análisis de consecuencias, se demostró a través de los escenarios de riesgos simulados para el Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) para los escenarios de Jet Fire que el impacto, en caso de ocurrir algún escenario de riesgo, resultaría gravemente perjudicial para el medioambiente. Lo anterior, puede reducirse siempre que se mantenga el nivel de riesgo evaluado al momento para este proyecto, y se atiendan las recomendaciones establecidas.

Respecto a aspectos ambientales (factores bióticos y/o abióticos), el proyecto se encuentra dentro de un área altamente susceptible a los siguientes fenómenos: Fenómenos Hidrometeorológicos (Inundaciones, Sequias, Tormentas Eléctricas).

Ante el riesgo de ocurrencia de un incendio, es indispensable que el proyecto de Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) cuente con la totalidad de medidas, equipos y sistemas de seguridad establecidos en la etapa de pre-arranque. Asimismo, deberá elaborarse, implementarse y mantenerse actualizado el Programa de Prevención de Accidentes y Protocolo de Respuestas a Emergencias, así como los procedimientos operativos y de mantenimiento necesarios para conservar el nivel de seguridad evaluado.

El Estudio de Riesgo permite concluir que las operaciones del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. representan un nivel de riesgo BAJO, por lo que resulta viable su operación. Lo anterior, tomando en cuenta el resultado del análisis y evaluación de los riesgos a través de la metodología antes mencionada, así como los resultados el análisis de vulnerabilidad, para la etapa de operación y mantenimiento.

Sin embargo, la actividad de producción y aprovechamiento de biogás se podrá realizar con un riesgo aceptable siempre que se cumpla cabalmente con las medidas pertinentes y los criterios mínimos necesarios dispuestos por normatividad, se lleven a cabo los procedimientos constructivos y en su momento operativos y programas de mantenimiento, entre otros aplicables, conforme a las mejores prácticas, y se realice lo que indican las recomendaciones hechas en este estudio. Sumado a esto, es necesario que CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. cuente con personal altamente capacitado, en cada etapa, así como en la atención a emergencias y combate de incendios, incluyendo la programación de simulacros dentro de las instalaciones. Además CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V. deberá asegurar que los procedimientos operativos y programas de mantenimiento se encuentran accesibles para el personal y que estos son cumplidos en tiempo y forma por todo el personal que se encuentra dentro de las instalaciones.

Es importante mencionar que los resultados del estudio de riesgo NO EXIMEN de ninguna forma las responsabilidades inherentes al permisionario y operador del Sistema de Tratamiento de Biogás (BTS) proveniente de la Planta de Tratamiento de Vinaza (VTP) de CAMPARI MÉXICO S.A. DE C.V., en lo que respecta al monitoreo y seguimiento de los riesgos presentes en la instalación.

13 Referencias

(INEGI), I. N. (24 de Agosto de 2021). *Mapa Digital de México* . Obtenido de http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIzLjMyMDA4LGxvbjotMTAxLjUwMDAwLHo6MSxsOmMxMTFzZXJ2aWNpb3N8dGMxMTFzZXJ2aWNpb3M=

ASEA. (Julio de 2020). *Guía para la elaboración del análisis de riesgo para el sector hidrocarburos*. CDMX. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/569599/V.Web_GUIA_ARSH_10.08.2020.pdf

Ayala, S. G. (2015). *Análisis de riesgos/peligros en los procesos: Metodologías* (1a ed.). Monterrey, Nuevo León, México: Dinámica Heurística.

Casal, J., Montiel, H., Planas, E., & Vílchez, J. (1999). *Análisis del riesgo en instalaciones industriales* (1ra ed.). (I. P. Padrós, Trad.) Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.

CCPS. (2001). *Layer of Protection Analysis - Simplified Process Risk Assessment.* Nueva York: AIChE.

CENAPRED, C. N. (24 de 08 de 2021). *Sistema de información geográfica sobre riesgos.* Obtenido de Sistema de información sobre riesgos: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

CONAGUA. (s.f.). *Sistema de Información y Visualización de Estaciones Automáticas*. Obtenido de https://smn.conagua.gob.mx/tools/PHP/sivea_v2/sivea.php

DGPC. (31 de Enero de 2020). *El ABC de los fenómenos perturbadores*-. Obtenido de Centro Nacional de Prevención de Desastres: http://www.preparados.cenapred.unam.mx/fenomenos

Dowell, A. M. (02 de Diciembre de 1998). *Layer of protection analysis for determining safety integrity level*. Deer Park, Texas, USA: Rohm and Haas Company. Obtenido de https://doi.org/10.1016/S0019-0578(98)00018-4

Gould, J. (2000). *Review of hazard identification techniques.* (H. A. LABORATORY, Ed.) Recuperado el 15 de 10 de 2020, de Health and Safety Executive: https://www.hse.gov.uk/research/hsl_pdf/2005/hsl0558.pdf

HSE. (2017). *Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments.* UK.

Klets, T. (2001). *Hazop and Hazan - Identifying and assessing process industry hazards* (4th ed.). Warwickshire, UK: IChemE.

Less, F. P. (1996). *Loss Prevention in the Process Industries - Hazard ldentification, Assessment and Control* (2a. ed., Vol. I). Oxford, UK: Butterworth-Heinemann.

Planning, D. o. (2011). *HAZOP Guidelines.* Department of Planning, Sydney. Recuperado el 15 de 10 de 2020, de www.planning.nsw.gov.au

Uijt de Haag, P., & Ale, B. (Diciembre de 2005). Guidelines for quantitative risk assessment. *Purple Book, III, 3*. GEVAARLIJKE STOFFEN.

14 ANEXOS

ANEXO I. DOCUMENTOS BASE

ANEXO II. ANÁLISIS HAZOP

ANEXO III. ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS Y SIMULACIONES

ANEXO IV. RESUMEN EJECUTIVO