

**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
AGENCIA DE SEGURIDAD, ENERGÍA Y AMBIENTE**



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL
MODALIDAD PARTICULAR RESIDUOS
DE MANEJO ESPECIAL Y PELIGROSOS**

**TRATAMIENTOS INTEGRALES MV, S.A. DE C.V.
“PROYECTO ECOLÓGICO MOVA”**

**Localidad Paseo de Los Carros, Municipio de Cotaxtla,
Estado de Veracruz de Ignacio Llave, México**

Octubre, 2024

CONTENIDO

Índice de Tablas.....	3
Índice de Figuras	6
CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL REGULADO Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	9
I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	9
I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO.....	16
I.1.2. NATURALEZA DEL PROYECTO.....	16
I.1.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO	16
I.1.4. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	18
I.1.5. SÍNTESIS DEL PROYECTO	18
I.2. DATOS GENERALES DEL REGULADO	19
I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	19
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC) DEL REGULADO CITAR EL RFC (ANEXAR COPIA SIMPLE).....	21
I.2.3. CÉDULA ÚNICA DE REGISTRO DEL REGULADO (CURR).....	21
I.2.4. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL	21
I.2.5. DOMICILIO DEL REGULADO O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES7.....	21
II.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	22
1.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	22
1.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC) O CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP).....	22
1.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.....	22
1.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.....	22
1.3.5. ESCRITO BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD	22
CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	24

II.1.	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	24
II.2.	ETAPAS DEL PROYECTO.....	77
CAPÍTULO III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO		99
CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO		126
CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES		226
CAPÍTULO VI	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	243
CAPÍTULO VII	PRONÓSTICOS AMBIENTALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	255
CAPÍTULO VIII	IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	263

Índice de Tablas

Tabla 1 Coordenadas UTM Datum WGS84 del predio o terreno.	10
Tabla 2 Superficie por utilizar por las áreas que integran el proyecto o terreno.	10
Tabla 3 Coordenadas de la infraestructura autorizada por la SEMARNAT.	11
Tabla 4 Procesos autorizados por SEMARNAT para las áreas de tratamiento de residuos peligroso.	14
Tabla 5 Procesos autorizados por ASEA para tipo de tratamiento y contaminante.	15
Tabla 6 Síntesis del proyecto.	18
Tabla 7 Listado de sustancias químicas a manejar en el proyecto.	19
Tabla 8 Inversión estimada para la etapa de operación y mantenimiento.	24
Tabla 9 Coordenadas del polígono proyecto.	25
Tabla 10 Coordenadas del polígono proyecto.	26
Tabla 11. Coordenadas UTM correspondientes al área de influencia	32
Tabla 12. Coordenadas UTM correspondientes al área del proyecto.	32
Tabla 13. Coordenadas UTM correspondientes al área de tratamiento del proyecto y su superficie.	32
Tabla 14. Superficie a utilizar.	33
Tabla 15. Consumo de agua en las etapas del proyecto.	35
Tabla 16. Procesos de tratamientos a realizar dentro del proyecto.	36
Tabla 17. Listado de residuos para recepción y manejo.	37
Tabla 18. Proceso de tratamiento para los Residuos Peligrosos y límites esperados.	38
Tabla 19. Proceso de tratamiento para los Residuos de Manejo Especial (RME).	38
Tabla 20. Proceso de tratamiento por oxidación Química.	39
Tabla 21. Proceso de tratamiento por Biorremediación por biopilas.	44
Tabla 22. Proceso de tratamiento por Desorción Térmica.	49
Tabla 23. Criterios para la selección del tipo de Desorción Térmica.	50
Tabla 24. Tiempos de retención de suelos con 15000 ppm de hidrocarburos	56
Tabla 25. Gráfico de Regresión Lineal a distintas temperaturas	57
Tabla 26. Proceso de tratamiento de biorremediación por biopilas.	62
Tabla 27. Equipos a utilizar en los procesos de tratamiento.	66
Tabla 28. Especificaciones del Equipo de Desorción Térmica.	67
Tabla 29. Condiciones de operación para el proceso de desorción.	68
Tabla 30. Características del horno rotatorio.	68
Tabla 31. Características del horno de Desorción.	69
Tabla 32. Características de la lavadora tipo scrubber.	72
Tabla 33. Especificaciones de las tolvas y bandas transportadoras.	73
Tabla 34. Características de los alimentadores.	73
Tabla 35. Capacidad de tratamiento anual Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos	75
Tabla 36. Capacidad de tratamiento anual. Residuos de manejo especial. Fluidos y recortes de perforación base agua.	75
Tabla 37. Capacidad de tratamiento anual. Residuos de manejo especial. Fluidos y recortes de perforación base aceite.	76
Tabla 38. Programa de trabajo.	76
Tabla 39. Información de las características de las celdas.	81
Tabla 40. Coordenadas de los pozos de monitoreo.	83
Tabla 41. Control de mantenimiento general.	88
Tabla 42. Personal requerido para la etapa de Operación y Mantenimiento.	89
Tabla 43. Maquinaria y equipo requerido para la etapa de Operación y Mantenimiento.	89
Tabla 44. Sustancias requeridas durante la etapa de operación y mantenimiento.	90
Tabla 45. Estimación de residuos a generar en las diferentes etapas del proyecto.	94
Tabla 46. Estimación de generación de aguas residuales en las diferentes etapas del proyecto.	95
Tabla 47. Generación de emisiones.	95
Tabla 48. Cálculos de remediación de suelo.	96
Tabla 49. Cálculos de combustión para el secador	96
Tabla 50. Cálculos para el oxidador térmico	96
Tabla 51. Emisiones del sistema.	96

Tabla 52. Cantidad de energía disipada.....	97
Tabla 53. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	100
Tabla 54. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. ..	100
Tabla 55. Vinculación del proyecto con la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	101
Tabla 56. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.	102
Tabla 57. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.	102
Tabla 58. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.	103
Tabla 59. Vinculación del proyecto con la Ley General de Prevención y Gestión de los Residuos.	103
Tabla 60. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	106
Tabla 61. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.	107
Tabla 62. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	107
Tabla 63. Vinculación del proyecto con la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente.	107
Tabla 64. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.	108
Tabla 65. Criterios Unidad Ambiental Biofísica 75.	112
Tabla 66. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 75.	113
Tabla 67. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.	122
Tabla 68. Vinculación del proyecto con el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024.	123
Tabla 69. Vinculación del proyecto con las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG).	123
Tabla 70. Coordenadas del Sistema Ambiental.	126
Tabla 71. Coordenadas UTM correspondientes al Área de Influencia.	129
Tabla 72. Coordenadas UTM correspondientes al Área del Proyecto.	129
Tabla 73. Superficies del Sistema ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.	129
Tabla 74. Eventos (sismos) más recientes en las proximidades del área del Proyecto Ecológico Mova.	143
Tabla 75. Niveles de desagregación de aguas superficiales del SA	160
Tabla 76. Parámetros definidos en el estudio geohidrológico.	163
Tabla 77. Los parámetros evaluados para determinar la recarga de mantos freáticos.	163
Tabla 78. Índice de diversidad biológica en la Región de Sotavento correspondiente al tipo de vegetación selva baja caducifolia.	167
Tabla 79. Categorías de diversidad de Margalef*.	174
Tabla 80. Categorías de diversidad de Simpson*.	175
Tabla 81. Categorías de diversidad de Shannon*.	175
Tabla 82. Sitios de muestreo.	176
Tabla 83. Riqueza de especies por estrato vegetal forestal de la Selva Baja Caducifolia.	177
Tabla 84. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia.	178
Tabla 85. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia.	179
Tabla 86. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de la Selva Baja Caducifolia	180
Tabla 87. Riqueza de especies por estrato vegetal del Pastizal.	181
Tabla 88. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo del Pastizal.	181
Tabla 89. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de Pastizal.	182
Tabla 90. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de del Pastizal.	182
Tabla 91. Riqueza de especies por estrato vegetal de los campos de cultivo.	183
Tabla 92. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de los Terrenos de Cultivo	184
Tabla 93. Riqueza de especies por estrato vegetal de la Selva Baja Caducifolia	184
Tabla 94. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia.	185
Tabla 95. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia.	186
Tabla 96. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de la Selva Baja Caducifolia	187
Tabla 97. Riqueza de especies por estrato vegetal del Pastizal.	187
Tabla 98. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de Pastizal.	188
Tabla 99. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo del Pastizal.	189
Tabla 100. Distribución de especies de flora por tipo de vegetación.	189
Tabla 101. Listado de flora dentro del predio.	192
Tabla 102. Listado de flora dentro del Sistema Ambiental.	194
Tabla 103. Cobertura de vegetación y uso de suelo en el estado de Veracruz.	196
Tabla 104. Categorías de diversidad de Margalef*.	202

Tabla 105. Categorías de diversidad de Simpson*.....	203
Tabla 106. Categorías de diversidad de Shannon*.....	203
Tabla 107. Sitios de muestreo.....	204
Tabla 108. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de la Selva Baja Caducifolia del SAR.....	205
Tabla 109. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados de la SBC del SAR.....	206
Tabla 110. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de Pastizal del SAR.....	207
Tabla 111. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados del Pastizal del SAR.....	207
Tabla 112. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de los campos de Cultivo del SAR.....	208
Tabla 113. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados de los campos de Cultivo del SAR.....	209
Tabla 114. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de la Selva Baja Caducifolia del Predio.....	210
Tabla 115. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados de la SBC del Predio.....	210
Tabla 116. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de Pastizal del Predio.....	211
Tabla 117. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados del Pastizal del Predio.....	212
Tabla 118. Distribución de especies de fauna por tipo de vegetación.....	213
Tabla 119. Disponibilidad de servicios en las viviendas particulares en el municipio de Cotaxtla.....	222
Tabla 120. Lista de verificación de impactos.....	227
Tabla 121. Lista de factores ambientales por componente.....	230
Tabla 122. Matriz de identificación de impactos ambientales.....	231
Tabla 123. Caracterización inicial de impactos identificados.....	232
Tabla 124. Indicadores ambientales.....	233
Tabla 125. Parámetros de valoración de importancia de impactos.....	235
Tabla 126. Asignación de pesos a factores ambientales por componente y subsistema ambiental.....	236
Tabla 127. Valoración cuantitativa de impactos ambientales.....	238
Tabla 128. Valoración cualitativa de impactos ambientales.....	240
Tabla 129. Descripción de medidas de acuerdo con el tipo de impacto por el proyecto.....	244
Tabla 130. Programa de Vigilancia Ambiental.....	248
Tabla 131. Montos aproximados para atención de medidas de mitigación y acciones correctivas.....	253
Tabla 132. Escenario sin proyecto T0.....	256
Tabla 133. Escenario sin proyecto T1.....	257
Tabla 134. Escenario sin proyecto T2.....	259
Tabla 135. Análisis de escenarios con y sin proyecto e integración de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección.....	260

Índice de Figuras

Figura 1 Imagen satelital del polígono del proyecto autorizado por la SEMARNAT.....	12
Figura 2 Imagen satelital de los polígonos autorizados y su descripción.	13
Figura 3 Ubicación geográfica del proyecto	17
Figura 4 Imagen satelital del área del proyecto con un arreglo general de las instalaciones.....	18
Figura 5 Ubicación topográfica del predio y del área del proyecto.	25
Figura 6 Imagen satelital que muestra la ubicación del área del proyecto y las 3 áreas de interés para los procesos de tratamiento.....	26
Figura 7 Distribución de las celdas sobre la superficie autorizada en el Área 1.....	27
Figura 8 Distribución de las superficies con modificaciones de proyecto. Área 2	28
Figura 9 Distribución de las superficies con modificaciones de proyecto. Área 3	28
Figura 10 Plano de Uso de Suelo y Vegetación.....	34
Figura 11. Diagrama de flujo Oxidación química OXIQ-FS.....	42
Figura 12. Diagrama de flujo PILA-LS, Biorremediación por biopilas.	47
Figura 13 Diagrama de flujo Desorción Térmica. DESO-FS.....	54
Figura 14. Diagrama de flujo para recepción y acondicionamiento de RME, recortes y fluidos de perforación base agua y/o base aceite.....	58
Figura 15 Imagen satelital con la ubicación de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas.....	83
Figura 16 Diagrama de flujo general de la operación del proyecto.....	84
Figura 17 Equipo Petroflag	86
Figura 18 Plano de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).	112
Figura 19 Áreas Naturales Protegidas Federales aledañas al proyecto.....	115
Figura 20 Áreas Naturales Protegidas Estatales aledañas al proyecto.	116
Figura 21 Sitios Ramsar aledaños al proyecto.....	117
Figura 22 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) aledañas al proyecto.....	118
Figura 23 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPRI) aledañas al proyecto.	119
Figura 24 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) aledañas al proyecto.	120
Figura 25 Regiones Marítimas Prioritarias (RMPRI) aledañas al proyecto.....	121
Figura 26 Mapa Topográfico con la delimitación del Sistema Ambiental, Área de Influencia y del Área del Proyecto.	130
Figura 27 Mapa climático del SA y del Área del Proyecto.	132
Figura 28 Hietograma. Fuente: PHEC (2019).	133
Figura 29 Temperatura media mensual (°C). Fuente: PHEC (2019).	133
Figura 30 Precipitación (mm). Isoyetas en el área del Proyecto Ecológico MOVA. Fuente: PHEC (2019).	134
Figura 31 Temperatura media mensual (°C). Isotermas en el área del Proyecto Ecológico MOVA. Fuente: PHEC (2019).....	135
Figura 32 Vientos dominantes en la zona del Proyecto	136
Figura 33 Huracanes en el estado de Veracruz.....	137
Figura 34 Mapa Geológico del SA y del Área del Proyecto.	139
Figura 35 Litología de la zona de estudio. Fuente: PHEC (2019).....	141
Figura 36 Imagen satelital que muestra Riesgos sísmico en el área del Proyecto Ecológico Mova.	143
Figura 37 Imagen Satelital con el reporte de sismos recientes en la zona de estudio.	144
Figura 38 Provincias y subprovincias fisiográficas del estado de Veracruz.....	145
Figura 39 Provincia fisiográfica donde se ubica el Sistema Ambiental y el Área del Proyecto.	146
Figura 40 Subprovincia fisiográfica donde se ubica el Sistema Ambiental y el Área del Proyecto.	147
Figura 41 Topografía en el área de Proyecto Ecológico MOVA.	148
Figura 42 Topoformas en el área del Proyecto Ecológico MOVA.....	149
Figura 43 Lineamientos morfoestructurales en el área del Proyecto Ecológico MOVA. Fuente: PHEC (2019).	154
Figura 44 Porcentaje de suelos en el estado de Veracruz.....	155
Figura 45 Tipo de suelos en el área del Proyecto Ecológico MOVA.	157
Figura 46 Mapa de erosión presente en el Sistema Ambiental y el área del Proyecto Ecológico MOVA.	158
Figura 47 Mapa de Hidrología Superficial presente en el Sistema Ambiental y el área del Proyecto.	160
Figura 48 Mapa de coeficiente de escurrimientos, cuerpos y corrientes de agua en el área de influencia y área del Proyecto Ecológico MOVA.	162
Figura 49 Mapa de Hidrología Subterránea presente en el Sistema Ambiental y el área del Proyecto.	165

Figura 50. Tipos de vegetación en el municipio de Cotaxtla.	168
Figura 51. Carta de Uso de Suelo y Vegetación.	169
Figura 52. Número de especies en riesgo por tipo de vegetación a nivel estatal, NOM059-SEMARNAT-2010. Tomado de: SEDEMA (sin fecha).	171
Figura 53. Sitios de muestreo de vegetación en el predio, área de influencia y el SA.	172
Figura 54. Diseño de los transectos utilizados para el muestreo de la vegetación.	172
Figura 55. Carta de Uso de Suelo y Vegetación.	179
Figura 56. Cobertura y uso del suelo en el estado de Veracruz de ambientes naturales y modificados de acuerdo con la serie IV del INEGI (2010). Tomado de: SEDEMA, sin fecha).	198
Figura 57. Porcentaje de especies por grupo faunístico en el estado de Veracruz (a), Número de especies endémicas por grupo faunístico en el estado de Veracruz (b).....	198
Figura 58. Número de especies por grupo faunístico en el estado de Veracruz listadas en la NOM059-SEMARNAT-2010. Tomado de: SEDEMA (sin fecha).	199
Figura 59. Número de especies por grupo faunístico y tipo de vegetación presente en el SAR, área de influencia y área del proyecto. Fuente: SEDEMA (sin fecha).	200
Figura 60. Población por sexo en el municipio de Cotaxtla, Ver.	219
Figura 61. Distribución de la población por edades en el municipio de Cotaxtla, Ver.	219
Figura 62. Población nacida en el municipio de Cotaxtla, Ver.	220
Figura 63. Actividad económica y ocupación de la población del municipio de Cotaxtla, Ver.	220
Figura 64. Población analfabeta y grado de escolaridad de la población del municipio de Cotaxtla, Ver.	221
Figura 65. Población con servicios de salud en el municipio de Cotaxtla, Ver.	221
Figura 66. Tipo de vivienda en el municipio de Cotaxtla, Ver.	222
Figura 67 Síntesis de unidades de impacto ambiental por factor y componente ambiental.	237
Figura 68 Visualización gráfica del comportamiento de la calidad ambiental sin proyecto.	257
Figura 69 Visualización gráfica del comportamiento de la calidad ambiental con proyecto pero sin medidas. .	258
Figura 70 Visualización gráfica del comportamiento de la calidad ambiental con proyecto y con medidas.	259
Figura 71 Visualización gráfica del Pronósticos por escenario	261

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL REGULADO Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL REGULADO Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

La empresa Tratamientos Integrales MV S.A. de C.V., inició con el proyecto denominado “Proyecto Ecológico MOVA” con pretendida ubicación en el municipio de Cotaxtla en el estado de Veracruz, con el cual se pretende dar un multi-servicio en un Centro de Manejo Integral de Residuos Industriales Generados en Actividades principalmente de la Industria Privada, Metalúrgica, Minera, entre otras.

La finalidad de este proyecto es diversificar la cartera de clientes mediante un Complejo Ecológico, el cual se encargará del manejo integral de los residuos generados por las industrias antes mencionadas, así como adicionar los residuos peligrosos y de manejo especial generados en actividades del sector hidrocarburos, aplicando principios tecnológicos de tratamiento, recuperación, reúso, reciclaje y reducción, garantizando el correcto manejo de los materiales y residuos recibidos, en cumplimiento con la normatividad ambiental vigente y aplicable, y con los principios de conservación de los recursos naturales.

El área donde se encuentra localizado el Proyecto Ecológico MOVA se ubica en la localidad de Paseo de los Carros Municipio de Cotaxtla, Estado de Veracruz de Ignacio Llave. Antes de la adquisición del terreno (Anexo 1 se adjunta las escrituras del predio), esta área tenía un uso del suelo agrícola y los lugareños la utilizaban como área de pastoreo de su ganado, por lo que se considera una zona impactada por actividades humanas.

Como antecedente de este proyecto, es importante mencionar que las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono para el **Proyecto Ecológico MOVA** fue autorizado por la SEMARNAT en materia de impacto ambiental mediante el Oficio Resolutivo No. **SGPA/DGIRA/DG/02315**, sin embargo, dicha autorización excluye a los residuos generados por el Sector Hidrocarburos, ya que no es competencia de esta Secretaría resolver estos temas, pues quien es la responsable de emitir dichas resoluciones del Sector Hidrocarburos es la **Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA)**. Por este motivo se está sometiendo a evaluación ante la ASEA la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de poder desarrollar las etapas de operación y mantenimiento del Proyecto Ecológico MOVA, enfocados al manejo de **Residuos Peligrosos** y de **Manejo Especial** para las empresas del **Sector Hidrocarburos**.

Antecedentes:

La empresa **Tratamientos Integrales MV, S.A. de C.V.** (de aquí en adelante El Promovente), ingresó el **03 de septiembre de 2020** una **Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular (MIA-P)** así como el **Estudio de Riesgo Ambiental (ERA)** a la SEMARNAT solicitando su evaluación en materia de impacto y riesgo ambiental, para el “**Proyecto Ecológico MOVA**” (proyecto), quedando registrado con la clave **30VE20210072**.

Con fecha 24 de junio de 2021, la SEMARNAT a través de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) mediante oficio No. **SGPA/DGIRA/DG/02315** (Anexo 2) dictaminó que el proyecto es ambientalmente viable y resuelve de manera condicionada bajo quince (15) Términos y cuatro (4) condicionantes establecidas en el Término Séptimo.

El proyecto fue autorizado con una vigencia de un (1) año para la preparación del sitio y construcción y de treinta (30) años para la operación.

De acuerdo con el resolutivo autorizado por la SEMARNAT el proyecto consiste en el tratamiento de residuos industriales peligrosos y se encuentra ubicado en un predio o terreno cuya superficie total es de 855,070 m², de los cuales se estima que será utilizada una superficie de 170,268 m² para el desarrollo del proyecto ubicado en la localidad Paseo de los Carros, en el municipio de Cotaxtla, Veracruz, en las siguientes coordenadas:

Tabla 1 Coordenadas UTM Datum WGS84 del predio o terreno.

Vértice	Coordenadas UTM (WGS84)	
	X	Y
1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP	
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
1		

Tabla 2 Superficie por utilizar por las áreas que integran el proyecto o terreno.

Área	Nombre	Largo m	Ancho m	Superficie m ²
1	Oxidación química	170	168	28,560.00
R1	Retorno	20	168	3,360.00
2	Almacén temporal	116	164	19,024.00
R2	Retorno	20	164	3,280.00
3	Incineración, desorción y pirólisis	168	161	27,048.00
R3	Retorno	20	161	3,220.00
4	Sosas y neutralización química	243	157	38,151.00
R4	Retorno	20	157	3,140.00
5	Oxidación química	114	155	17,670.00
R5	Retorno	20	155	3,100.00
6	Almacenamiento temporal	133	155	20,615.00
R6	Retorno	20	155	3,100.00
Total a ocupar (m²)				170,268.00
Total a ocupar en ha				17.0268

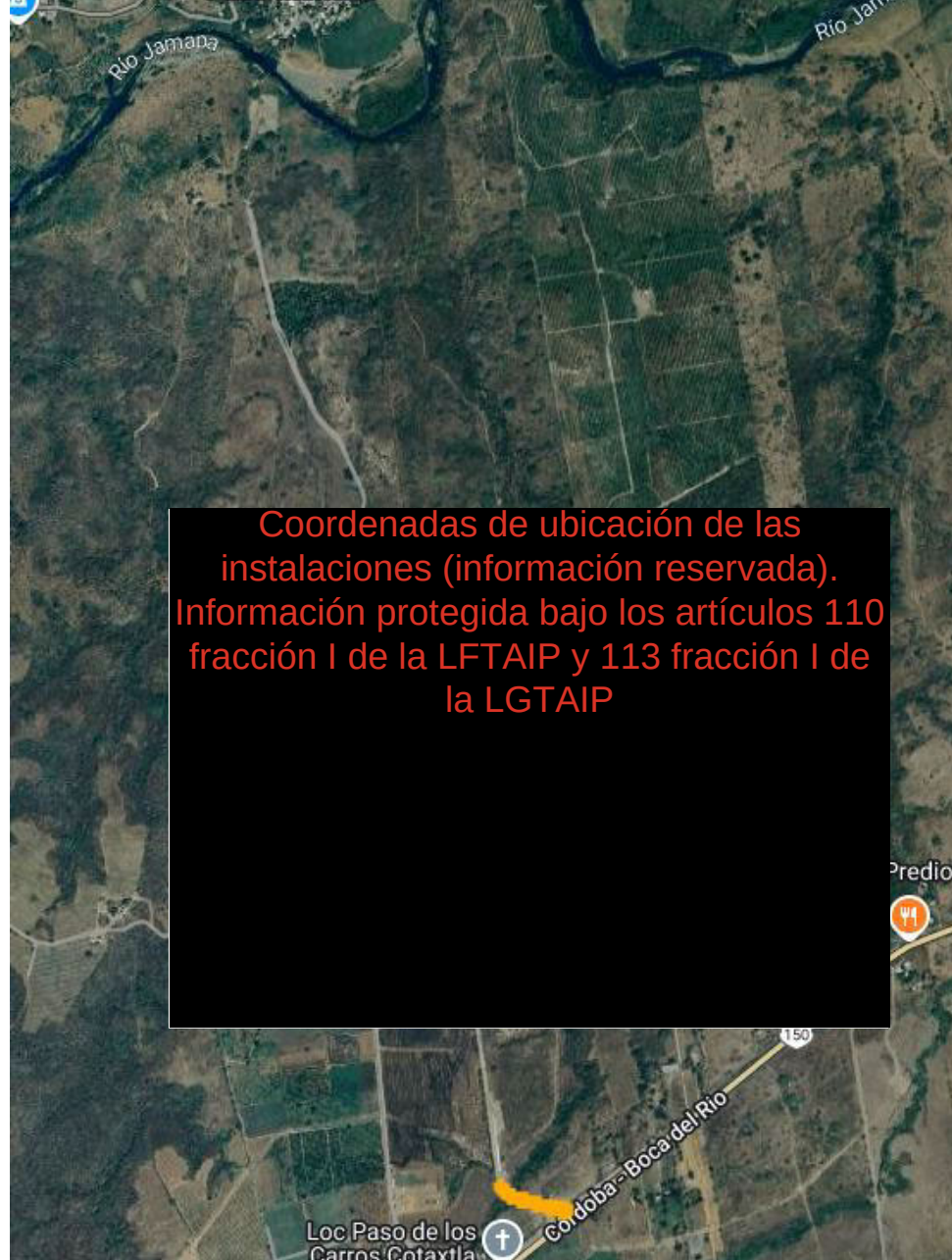
Dentro del resolutivo autorizado fueron señaladas las coordenadas de la infraestructura a instalar como son caminos de acceso y los polígonos de cada una de las áreas señaladas y las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3 Coordenadas de la infraestructura autorizada por la SEMARNAT.

Nombre	Coordenadas	
	X	Y
Camino de acceso	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP	
Área 1		
Almacén		
Área 3		
Área 4		
Área 5		

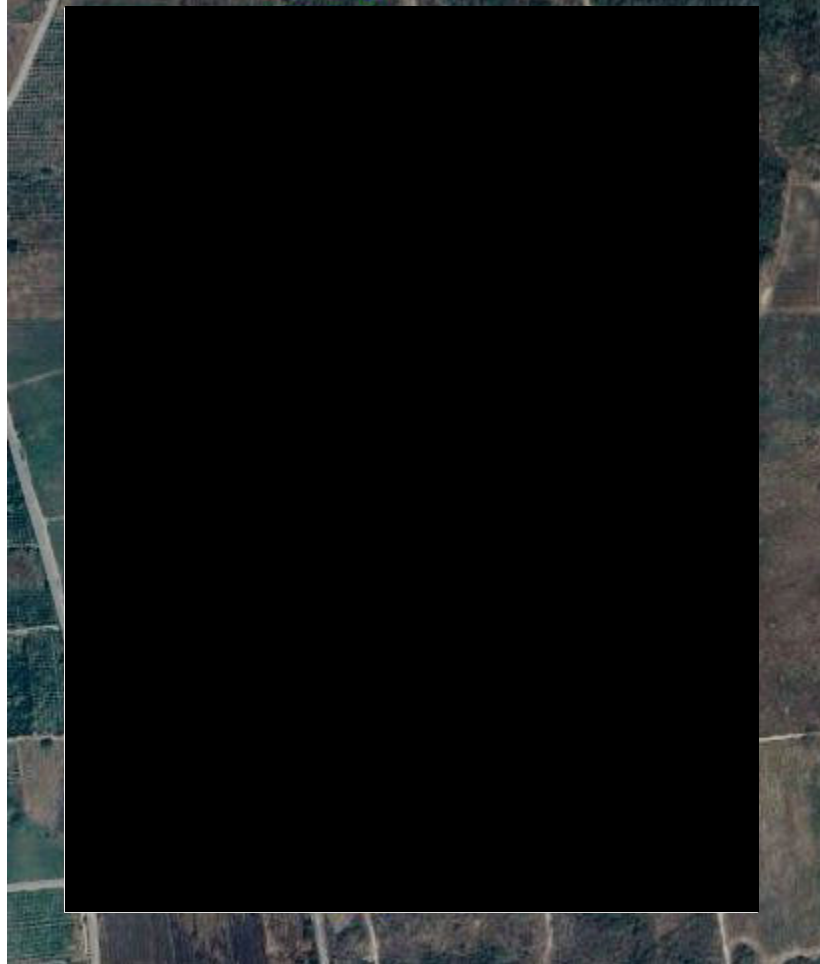
Cabe señalar, que todas las áreas fueron autorizadas a excepción de la denominada Área 6, en la siguiente imagen se muestran las superficies autorizadas por la SEMARNAT.

Figura 1 Imagen satelital del polígono del proyecto autorizado por la SEMARNAT.



Fuente: <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>

Figura 2 Imagen satelital de los polígonos autorizados y su descripción.



Fuente: <https://mapas.semarnat.gob.mx/sigeia/#/sigeia>

El resolutivo autoriza el proyecto con la superficie señalada y las etapas de preparación y construcción, operación y mantenimiento y finalmente abandono, las etapas incluyen las siguientes actividades:

Etapas de Preparación del sitio. Limpieza del terreno, desmonte y despalme, nivelación del terreno, acarreo, trazo, nivelación y apertura de caminos de accesos.

Etapas de Construcción. Para esta etapa se tendrá el uso de maquinaria y equipos e instalación de sanitarios portátiles.

1. Construcción de celdas para el tratamiento de residuos:
 - Construcción de bordos perimetrales de las celdas.
 - Compactación de la base de las celdas.
 - Colocación de una base en las celdas (material arcilloso).
 - Compactación del relleno de las celdas en húmedo.
 - Colocación de una membrana o liner sobre la celda.
 - Colocación de material arcilloso y/o arena.
 - Compactación del material arcilloso y/o arena.
 - Colocación de geotextil.
 - Construcción de cárcamo para la captación de lixiviados recubierto con una membrana.

2. Construcción de tres losas de concreto armado.
 - Montaje del equipo de pirólisis.
 - Montaje del equipo de desorción térmica.
 - Montaje del equipo de incineración.
3. Construcción de losas de concreto para el tratamiento de sosas gastadas.
4. Construcción de losa de concreto para el tratamiento de residuos peligrosos líquidos y semilíquidos (manejo especial).
5. Limpieza y restitución del terreno.
6. Instalaciones eléctricas (suministro para los equipos de tratamiento).
7. Instalaciones drenaje para servicios.

Etapas de operación y mantenimiento.

La finalidad del proyecto autorizado por SEMARNAT es encargarse del manejo integral de residuos industriales, aplicando principios tecnológicos de tratamiento, recuperación, reúso, reciclaje y reducción, garantizando el correcto manejo de los materiales y residuos recibidos.

El proyecto llevará a cabo los siguientes procesos para el tratamiento de residuos peligrosos.

Tabla 4 Procesos autorizados por SEMARNAT para las áreas de tratamiento de residuos peligrosos.

Área	Nombre	Procesos a aplicar	Residuos peligrosos/suelos contaminados a tratar
1	Oxidación química	Oxidación química sólida por biopilas.	Materiales o suelos contaminados con hidrocarburos, lodos aceitosos o sedimentos de hidrocarburos, lodos de tanques de almacenamiento, lodos de proceso.
		Neutralización química	Suelos contaminados de ácidos y álcalis.
		Desorción térmica	Suelos contaminados, suelos contaminados con hidrocarburos.
		Desorción térmica	Transformador distribución c/aceite, transformador de potencia c/aceite, diésel contaminado
3	Incineración, desorción y pirólisis	Incineración	Aceite de corte, aceites solubles en ácido, con metales pesados (viruta metálica, etc), aditivos con cadmio, álcalis, carbón activado gastado, alquitran de hulla, carbón de proceso de planta de cloruro de vinilo, carbón decoquizado, de mantenimiento, (acumuladores, baterías, refacciones, etc), fibra de vidrio contaminada, filtros de proceso, grasas gastadas contaminadas, material filtrado, óxido de níquel, recubrimiento vidrioflex, recubrimiento vidriomat, residuos de estopa, equipo de seguridad, madera, arena y plásticos impregnados de aceite, residuos de limpieza de plantas impregnadas con HC, residuos de plantas de acrilonitrilo (cenizas, polímeros), residuos de laboratorios químicos (reactivos químicos, cartuchos de celulosa, papel filtrado utilizado), sólido impregnado de RP (no hidrocarburos), convertidores catalíticos de vehículos, residuos de limpieza abrasiva, fibras minerales contaminadas, perlita expandida contaminada, residuos sólidos impregnados con pintura peligrosa, fibras minerales contaminadas, perlita expandida contaminada, residuos sólidos impregnados con pintura, solventes, solventes orgánicos, solventes orgánicos (benceno), solventes orgánicos (hexano), soluciones gastadas de zinc, cartuchos y tóner, envases y tambores vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos, plaguicidas (envases y sus remanentes), escorias en calderas, escorias finas, lámparas de cadmio, Lámparas de halógenos metálicos, lámparas de vapor de sodio, asbesto, pinturas caducas, productos químicos caducos, balastra, barreras y cordones oleofílicos impregnados con hidrocarburos, vegetación impregnada con hidrocarburo, toallas y rollos oleofílicos impregnados con hidrocarburos, equipo de protección (overol, guantes, botas, cascos) impregnado con hidrocarburos.
		Pirólisis	Aceite de corte, aceites solubles en ácido, con metales pesados (viruta metálica, etc) carbón activado gastado, alquitran de hulla, convertidores catalíticos de vehículos, arena sandblasteo de pintura, diésel contaminado, solventes orgánicos, solventes orgánicos (benceno), solventes orgánicos (hexano), soluciones gastadas de zinc, sedimentos de corridas de diablo, grumos de chapopote, aceites de combustión, aceites quemados de barco.
4	Sosas y neutralización química	Oxidación química líquida, neutralización química.	Suelos contaminados de ácidos y álcalis, lodos residuos líquidos y semilíquidos (manejo especial)
5	Oxidación química	Neutralización química	Escorias y materiales con metales pesados

Particularmente el **Área 2**, está autorizada como almacén temporal o área de recepción y de residuos y materiales a tratar.

- Reclasificación de los residuos.

Área de almacenamiento temporal de residuos recibidos para ser direccionados al tratamiento que se requiera.

Etapas de Abandono. La etapa de abandono incluye desmonte de equipos, retiro de losas de concreto, retiro de instalaciones (eléctricas, hidráulicas, tuberías combustibles).

Por otro lado, en la página 13 del oficio resolutivo la SEMARNAT enfatiza, *“Es importante mencionar que la promovente pretende dar tratamiento de residuos generados por las operaciones de actividades que corresponden al sector hidrocarburos, mismas que se encuentran en el ámbito de competencia de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, por lo que la presente resolución se enfocará exclusivamente en los residuos peligrosos industriales”*.

El resolutivo autorizado, ampara las etapas antes mencionadas para las actividades de tratamiento de residuos peligrosos que le competen a la SEMARNAT, por lo que debido a que el promovente pretende llevar a cabo las actividades de tratamiento de residuos peligrosos y suelos o materiales semejantes a suelos contaminados, ingresará el presente estudio para que la ASEA evalúe en materia de impacto ambiental, las actividades de su competencia en las etapas de operación y mantenimiento.

En el entendido que las actividades de preparación y construcción para la superficie total del proyecto ya se encuentran autorizadas dentro del resolutivo en mención, así como la etapa de abandono.

En el Anexo 2 se adjunta el Resolutivo No. SGPA/DGIRA/DG/02315.

- **Oficio No. ASEA/UGI/DGGEERC/1292/2019 (ver anexo 3). ASEA-ATT-SCH-0074-19 Autorización para prestar el servicio de tratamiento de suelos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos.**

Provenientes de la realización de obras y/o actividades del Sector Hidrocarburos señalados en el artículo 3 fracción XI de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.

En su Término Primero la ASEA otorga autorización para los siguientes procesos, suelos contaminados, materiales semejantes a suelos contaminados, suelos contaminados con ácidos y bases provenientes del sector hidrocarburos y tipo de contaminantes.

Tabla 5 Procesos autorizados por ASEA para tipo de tratamiento y contaminante.

En el sitio contaminado			
No.	Proceso de tratamiento	Para el tratamiento de	Contaminante
1	Bioventeo Aerobio en el sitio contaminado	Suelos contaminados con hidrocarburos.	• Hidrocarburos fracción ligera, Hidrocarburos fracción media. • HAP's ** • BTEX ***
2	Extracción de Vapores en el sitio contaminado	Suelos contaminados con hidrocarburos.	• Hidrocarburos fracción ligera, Hidrocarburos fracción media. • HAP's ** • BTEX ***

3	Landfarming en el sitio contaminado	Suelos contaminados con hidrocarburos.	• Hidrocarburos fracción media, Hidrocarburos fracción pesada. • HAP's **
un lado del sitio contaminado			
4	Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado.	Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos*	• Hidrocarburos fracción media, Hidrocarburos fracción pesada. • HAP's **
5	Lavado de suelos a un lado del sitio contaminado	Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos*	• Hidrocarburos fracción media, Hidrocarburos fracción pesada. • HAP's **
6	Oxidación química a un lado del sitio contaminado	Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos*	• Hidrocarburos fracción media, Hidrocarburos fracción pesada. • HAP's **
7	Neutralización Química a un lado del sitio contaminado	Suelos contaminados con ácidos y suelos contaminados con bases provenientes del sector hidrocarburos.	• Ácidos • Bases
8	Desorción Térmica a un lado del sitio contaminado	Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos*	• Hidrocarburos fracción media, Hidrocarburos fracción pesada. • HAP's **

*Lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento, entre otros. Artículo 149 último párrafo del Reglamento de la Ley General para la Prevención y gestión Integral de los Residuos. **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos o Polinucleares, ***Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (suma de isómeros) NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

“Proyecto Ecológico MOVA (Operación y Mantenimiento)”.

I.1.2. NATURALEZA DEL PROYECTO

Proyecto para el tratamiento de Residuos Peligroso y de Manejo Especial y suelos o materiales semejantes a suelos contaminados procedentes del Sector Hidrocarburos.

I.1.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Zona de estudio se ubica en la localidad Paseo de los Carros, con pretendida ubicación en el Municipio de Cotaxtla, Estado de Veracruz de Ignacio Llave (Figura 3); el predio o terreno posee una superficie de 855,070 m² (85 Ha); la principal vía de acceso al predio es por la Carretera número 150 Boca del Río-Córdoba; y se encuentra entre las cotas 68 msnm y 23 msnm con pendiente general del Sur hacia el Noreste.

Figura 3 Ubicación geográfica del proyecto

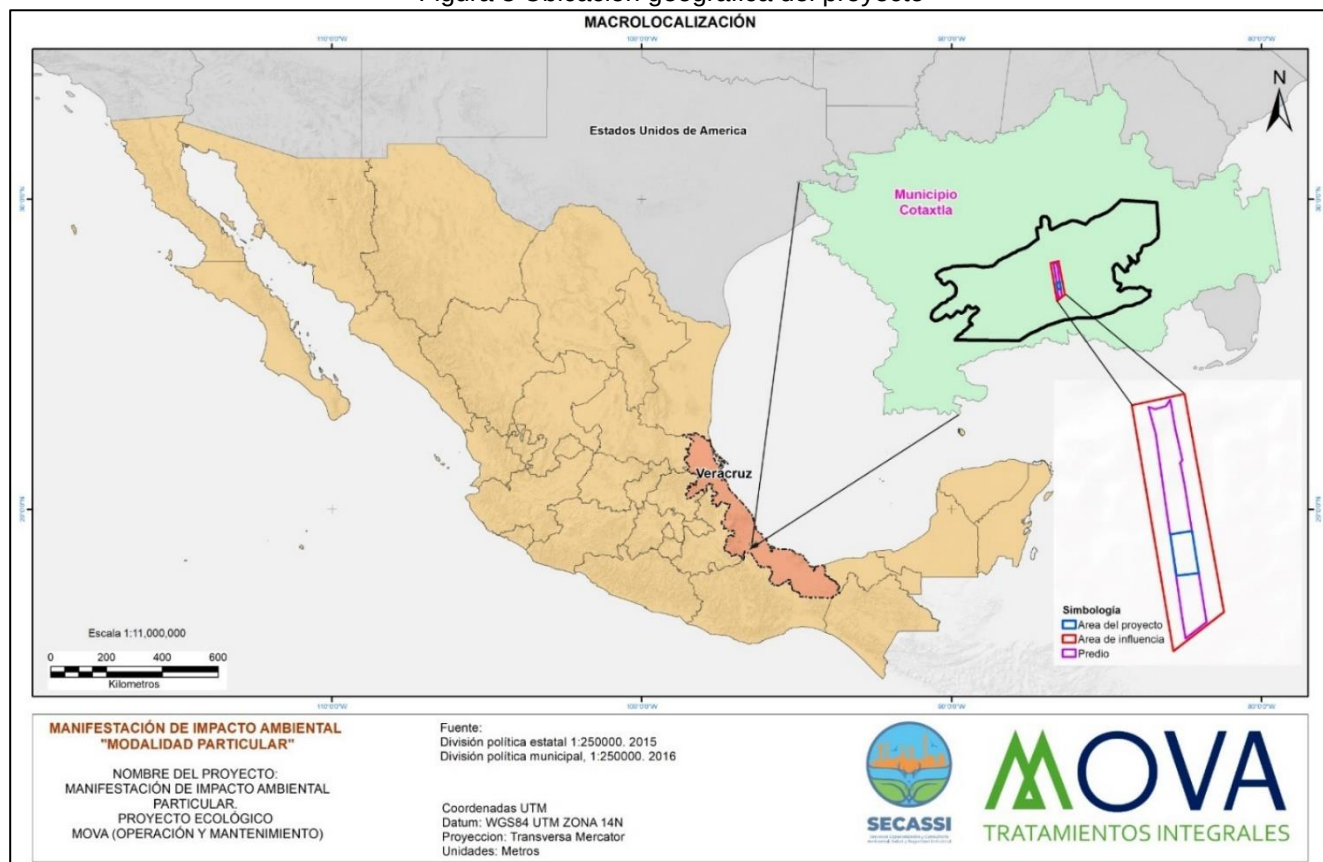
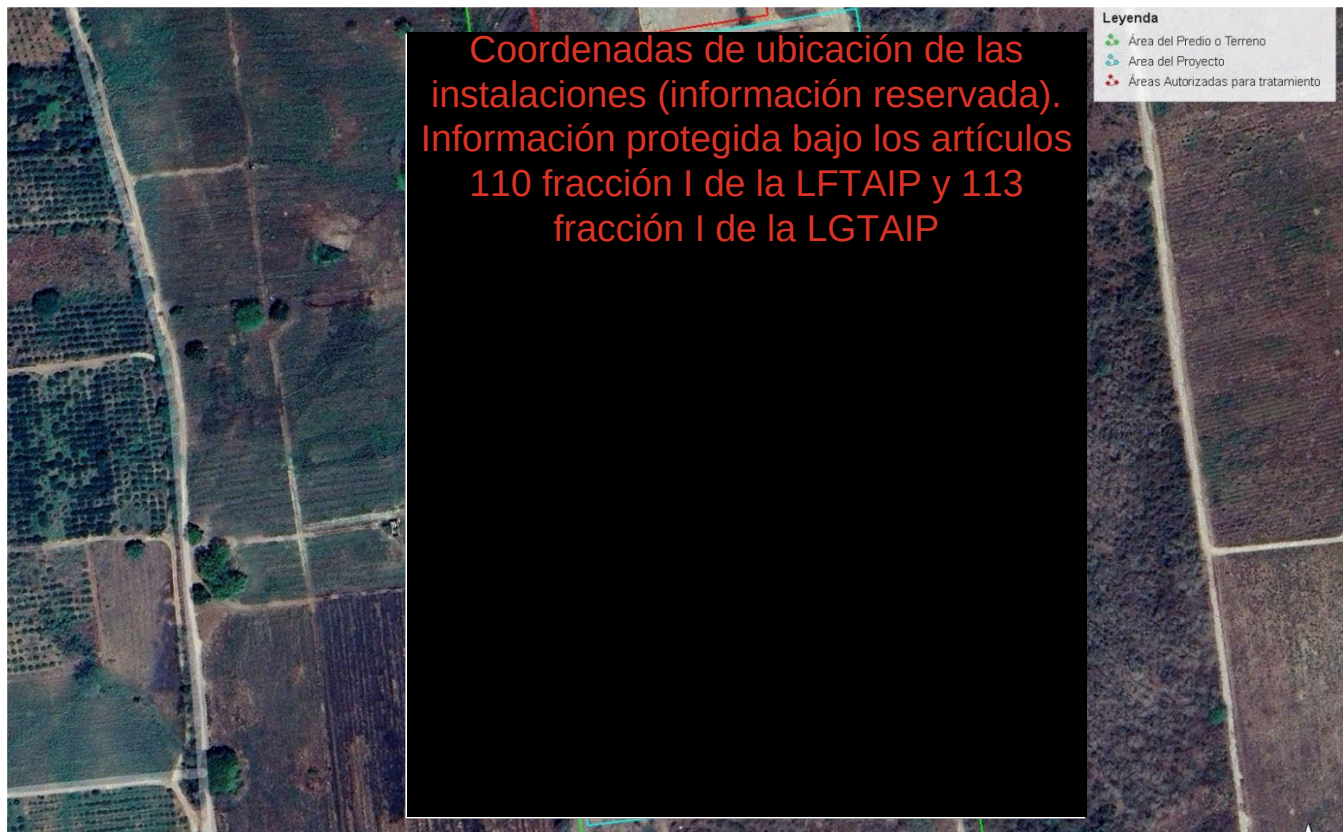


Figura 4 Imagen satelital del área del proyecto con un arreglo general de las instalaciones.



I.1.4. TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se considera una vida útil del proyecto de aproximadamente 30 años, considerando un crecimiento industrial en la zona, y en el transcurso de este tiempo ir actualizando y modernizando el proyecto de tal forma que se pueda ir dando el servicio que se vaya requiriendo, según los adelantos tecnológicos y ambientales que pudieran ir surgiendo con el paso del tiempo y las diversas tecnologías que pudieran inventarse o descubrirse con la ayuda de nuevas investigaciones.

I.1.5. SÍNTESIS DEL PROYECTO

Tabla 6 Síntesis del proyecto.

ENTIDAD	MUNICIPIO	REGULADO	NOMBRE DEL PROYECTO	MODALIDAD
Veracruz	Cotaxtla	Tratamientos Integrales MV, S.A. de C.V.	Proyecto Ecológico MOVA (Operación y Mantenimiento)	MIA-P / ERA

El proyecto consiste en la operación y mantenimiento del Proyecto Ecológico Mova, el cual será un centro especializado en el tratamiento de Residuos de Manejo especial y Residuos Peligrosos para la industria del Sector Hidrocarburo, adicional a lo ya autorizado por la SEMARNAT mediante el Resolutivo No. SGPA/DGIRA/DG/02315. Durante el proceso de operación del proyecto se manejarán los siguientes productos químicos:

Tabla 7 Listado de sustancias químicas a manejar en el proyecto.

Nombre la sustancia	Uso	Cantidad almacenada por evento	Cantidad de reporte
Sulfato Diamónico	Nutrientes fertilizantes agrícolas	3 sacos de 50 kg	No reportado
Nitrato de potasio	Nutrientes fertilizantes agrícolas	3 sacos de 50 kg	No reportado
QC , SULF200	Surfactante	10 cubetas de 20 l	No reportado
H ₂ O ₂		1,000 litros a una concentración del 50% máximo	1er Listado de Actividades
Peróxido de Hidrógeno	Oxidante	(500 kg)	Altamente Riesgosas 1,000 Kg
Permanganato de potasio	Oxidante	500 litros	No reportado
QC Surfox	Oxidante	10 cubetas de 20 l	No reportado
SOLIBAC IP, bacterias autóctonas, SOLIBAC IP, BACH- H, BACH-B	Consorcio bacteriano	15 cubetas de 20 l	No reportado
Ca(OH) ₂ Hidróxido de calcio	Neutralizantes	5 cubetas de 20 l	No reportado
CaO Óxido de calcio (cal)	Neutralizantes	5 sacos de 50 kg	No reportado
HCl Ácido Clorhídrico	Neutralizantes	3 Bidones de 20 l al 30% (18 kg)	1er Listado de Actividades Altamente Riesgosas 1 Kg como cloruro de hidrógeno
Triple 17	Nutrientes fertilizantes agrícolas	5 sacos de 50 kg	No reportado
Urea	Nutrientes fertilizantes agrícolas	5 sacos de 50 kg	No reportado
Biosurfactante Quantum Clean, SULF200	Surfactante	15 cubetas de 20 l	No reportado
Diesel	Combustible	10,000 litros	No reportado

De las sustancias enlistadas en la tabla anterior, las siguientes se encuentran en los listados de actividades altamente riesgosas:

- Peróxido de hidrógeno
- Ácido clorhídrico (cloruro de hidrógeno)

De las sustancias mencionadas, solo el ácido clorhídrico (como cloruro de hidrógeno), supera la cantidad de reporte, por lo cual el Proyecto Ecológico MOVA es considerada una Actividad Altamente Riesgosa.

I.2. DATOS GENERALES DEL REGULADO

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Tratamientos Integrales MV, S.A. de C.V.

I.2.1.1. OBJETO DE LA RAZÓN SOCIAL

Por Escritura número ciento once mil novecientos cincuenta y tres, volumen mil ochocientos cuarenta (ver Anexo 4), de fecha veintiuno de febrero de dos mil once, otorgada ante la fe del Licenciado Fernando Castaño Muro Sandoval, Notario Público Titular de la Notaría Pública número diecisiete del Distrito Federal (Hoy Ciudad de México), inscrita en el Registro Público de Comercio de la Ciudad de México con, bajo el Folio Mercantil Electrónico "435314-1", se hizo constar la constitución de la sociedad compareciente, de nacionalidad mexicana, con cláusula de exclusión de extranjeros, domicilio social en Ciudad México, duración noventa y nueve años, capital social NACIONAL), dividido en 1 000/100 MONEDA NACIONAL

Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión).
Información protegida bajo los Artículos 113 fracción III de la LFTAIP y 116 párrafo cuarto de la LGTAIP

Mediante el Acta de Asamblea Número cuatrocientos noventa y tres (493) volumen doce

ordinarios (12) folios: dos al doce (002-012) hecho que se hace constar. protocolización de acta de asamblea general extraordinaria de accionistas, solicitante. - "Tratamientos Integrales MV" Sociedad Anónima de Capital Variable en Metepec, Estado de México, a treinta de abril de dos mil diecinueve. Por medio del Licenciado Ernesto Santín Quiroz, notario titular de la notaría pública número ciento ochenta y dos del Estado de México, con residencia en este municipio, hace constar: la protocolización del Acta de Asamblea General Extra de Accionistas de fecha veintinueve de abril de dos mil diecinueve, a solicitud de "Tratamientos Integrales MV" Sociedad Anónima de Capital Variable a través de su Delegado Especial el Licenciado Carlos Manuel Vallejo. En el Anexo 5 se adjunta el Acta de Asamblea.

En el PUNTO UNO (I). En desahogo del Primer Punto del Orden del Día, el presidente de la asamblea manifiesta a los socios que por razones de operatividad y mercadotecnia es necesario modificar la denominación social, por lo que previamente se ha solicitado a la Secretaría de Economía la autorización de uso de denominación, respecto de "Tratamientos Integrales MV" S.A. de C. V., denominación que se ajusta al enfoque de productos y servicios que se pretende oferte la sociedad.

Por lo que una vez que fuera ampliamente discutido el punto en consideración, los socios accionistas tomaron las siguientes

Resoluciones

Primera. - Los socios accionistas de "Boston Networks" S.A. de C. V. de forma unánime aprueban modificar el artículo primero de los estatutos de la sociedad a efecto de que la denominación correcta desde este momento sea la de "Tratamientos Integrales MV" seguido de las palabras Sociedad Anónima de Capital Variable o sus siglas S.A. de C. V.

PUNTO DOS (II).- En desahogo del segundo punto de la orden de día, el presidente de la asamblea refiere a los socios accionistas que por razones de operatividad es necesario ampliar el objeto social de la sociedad para agregar diversos puntos que a continuación se enlistan:

b.- Planeación, desarrollo y ejecución de Auditorías ambientales, Estudios de Impacto Ambiental, Estudios y Análisis de Riesgo Ambiental, Caracterizaciones de sitios contaminados, Estudios Geológicos y Geofísicos, en áreas impactadas por residuos peligrosos y/o contaminantes como Hidrocarburos, metales pesados, ácidos, álcalis y/o salinos.

c.- Restauración y tratamiento de suelo o materiales semejantes a suelo, contaminados con hidrocarburos, metales pesados, ácidos, álcalis y sales, por medio de tecnologías Biológicas, Físicas, Químicas y/o Mecánicas.

d.- Restauración y tratamiento de agua, superficiales y/o subterráneas contaminadas con hidrocarburos, metales pesados, ácidos, álcalis y sales, por medio de tecnologías Biológicas, Físicas, Químicas y/o Mecánicas.

e.- Diseño, planeación, construcción, importación, exportación, compra, venta de plantas y/o equipos de tratamiento de residuos peligrosos, suelo o materiales semejantes a suelo contaminados con hidrocarburos, metales pesados, ácidos, álcalis y sales.

f.- Diseño, planeación, construcción, importación, exportación, compra, venta de plantas y/o equipos de tratamiento de aguas residuales domesticas o industriales, cuerpos de agua superficiales o subterráneos contaminados con hidrocarburos, metales pesados, ácidos, álcalis

y sales.

g.- Elaboración, importación, exportación, compra, venta de productos Químicos o Biológicos desarrollados para el tratamiento y restauración de suelo, materiales semejantes a suelo y agua.

h.- Atención a emergencias y contingencias ambientales derivadas de fugas o derrames de hidrocarburos o algún otro residuo peligroso sobre suelo o aguas superficiales o subterráneas.

i.- Extracción, manejo, acopio y transporte de residuos peligrosos, residuos de manejo especial, suelos o materiales semejantes a suelos contaminados.

I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC) DEL REGULADO CITAR EL RFC (ANEXAR COPIA SIMPLE).

RFC de la persona moral. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

I.2.3. CÉDULA ÚNICA DE REGISTRO DEL REGULADO (CURR)

La empresa Tratamientos Integrales MV S.A. de C.V., no cuenta con Cédula Única de Registro del Regulado.

I.2.4. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL

C. Jorge Jesús Vélez Castillo

Representante legal de la empresa Tratamientos Integrales MV S.A. de C.V.

Por medio del Acta de Asamblea General Ordinaria de Accionistas Número mil ciento treinta y cinco (1135) de fecha dos de julio de dos mil veintiuno se aprueba por unanimidad de votos la ratificación del nombramiento al cargo de ADMINISTRADOR ÚNICO de la sociedad al C. Jorge Jesús Vélez Castillo quien cuenta con Registro Federal de Contribuyentes VECJ740527TL9 (Anexo 7).

I.2.5. DOMICILIO DEL REGULADO O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES

Calle:

No. Exterior:

Colonia:

Código Postal:

Ciudad:

Email:

Domicilio, teléfono y correo electrónico del Representante Legal, datos protegidos bajo el Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP.

II.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Servicios Especializados y Consultoría Ambiental Salud y Seguridad Industrial.

1.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (RFC) O CLAVE ÚNICA DE REGISTRO DE POBLACIÓN (CURP)

SEC230107TV9

1.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Biól. Roberto Tovar Peña

RFC de la persona física. Información protegida bajo los artículos 113 fracción I LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP.

1.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

Calle:

No. Exterior:

Colonia:

Código Postal:

Localidad:

Municipio:

Estado:

Teléfono:

Correo electrónico:

Domicilio, teléfono y correo electrónico del Responsable técnico, datos protegidos bajo el Art. 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 de la LGTAIP.

1.3.5. ESCRITO BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD

En el Anexo 9 se adjunta la carta de decir verdad.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1. SELECCIÓN DEL SITIO

El promovente, considerando el tipo de residuos a los que pretende dar tratamiento, realizó una evaluación de las fuentes de generación considerando el sector de hidrocarburos donde se generan suelos contaminados con hidrocarburos, así como materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos (lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento, entre otros), además de residuos peligrosos del sector industrial.

Por otro lado, el “**Proyecto Ecológico MOVA**”, como se ha mencionado en los antecedentes, cuenta con una autorización previa en materia de impacto ambiental con oficio No. SGPA/DGIRA/DG/02315 para las tres etapas del proyecto, autorizando la operación para el tratamiento de residuos industriales, exceptuando el tratamiento de residuos generados por las operaciones de actividades que corresponden al sector hidrocarburos.

Por lo que el sitio ha sido seleccionado debido a que ya cuenta con una autorización previa en materia de impacto ambiental, así mismo ya se tiene infraestructura para la operación del sitio, solo se definirán en el presente estudio las áreas que se pretenden utilizar para el tratamiento de residuos generados por las operaciones de actividades que corresponden al sector hidrocarburos.

II.1.2. INVERSIÓN DEL PROYECTO

Se muestra la inversión requerida para el proyecto acotada a las etapas de la operación y mantenimiento y en su caso abandono, se incluyen los costos de las medidas de prevención y mitigación. La inversión estimada es del orden de [REDACTED]).

Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción III de la LFTAIP y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP

Tabla 8 Inversión estimada para la etapa de operación y mantenimiento.

Etapas	Monto Estimado \$ M.N
Operación y Mantenimiento.	Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión).
Medidas de mitigación	Información protegida bajo los Artículos 113 fracción III de la LFTAIP y Art. 116 párrafo cuarto de la LGTAIP
Total:	

II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA, SUPERFICIE Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El predio donde se ubicará el proyecto se localiza en la localidad Paseo de Los Carros, Municipio de Cotaxtla, Estado de Veracruz de Ignacio Llave, México. Las colindancias del predio son las siguientes:

Norte: [REDACTED]
Sur: [REDACTED]
Este: [REDACTED]
Oeste: [REDACTED]

Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP

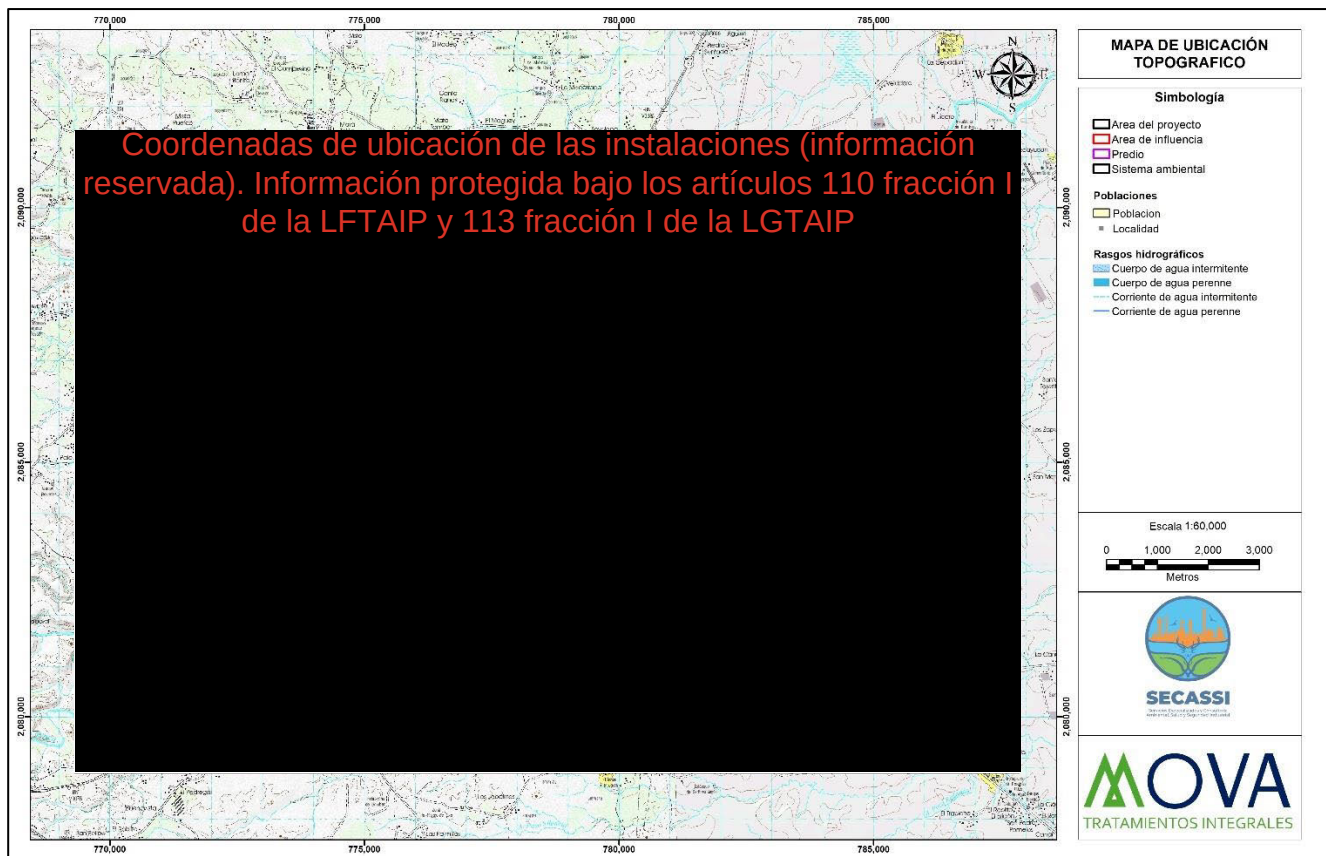
El acceso principal al predio es por la Carretera No. 150 Boca del Río – Córdoba.

Superficie. Las actividades a desarrollar para el tratamiento de residuos por las operaciones de actividades que corresponden al sector hidrocarburos estarán inmersas en las Áreas 1, 2 y 3, así como las superficies aledañas donde se cuenta con obras complementarias como oficinas, sanitarios, almacén de insumos, etc. Se muestran las coordenadas del polígono del proyecto.

Tabla 9 Coordenadas del polígono proyecto.

Nombre	Coordenadas UTM (Sistema WGS 84)	
	X	Y
V1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP	
V2		
V3		
V4		
V5		
V6		

Figura 5 Ubicación topográfica del predio y del área del proyecto.



En la siguiente imagen se muestra el polígono del proyecto.

Figura 6 Imagen satelital que muestra la ubicación del área del proyecto y las 3 áreas de interés para los procesos de tratamiento.



Fuente: Google earth 2024

A continuación, se desglosan las modificaciones (ASEA) que se pretenden realizar al proyecto ingresado y autorizado por la SEMARNAT.

Tabla 10 Coordenadas del polígono proyecto.

Proyecto inicial (SEMARNAT)	No. de celdas (proyecto inicial)	Descripción (Proyecto actualizado) ASEA
Área 1	Dentro de esta superficie se cuenta con 8 celdas para tratamiento de residuos industriales (SEMARNAT).	• Celdas 1 y 2 (SEMARNAT) Residuos industriales, Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos. • Celda 3, 4, 5 y 6- (ASEA) Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos. • Celda 7. (ASEA) Residuos de manejo especial (Recortes y fluidos de perforación base agua). • Celda 8. (ASEA) Residuos de manejo especial (Recortes y fluidos de perforación base aceite.)
Área 2	El proyecto identifica esta superficie como almacenamiento para recepción y clasificación de los residuos, Existen 4 celdas de diferentes dimensiones y 4 fosas.	En toda la superficie se proyecta tratar residuos de manejo especial del sector hidrocarburos, (recortes y fluidos de perforación base agua y base aceite). • Recortes y fluidos de perforación base agua. (ASEA) Fosa 1, fosa 2, celda 11 y celda 12. • Recortes y fluidos de perforación base aceite. (ASEA). Fosa 3, fosa 4, celda 9 y celda 10.

Proyecto inicial (SEMARNAT)	No. de celdas (proyecto inicial)	Descripción (Proyecto actualizado) ASEA
Área 3	Toda la superficie se proyectó para tratamiento de residuos industriales, por los tratamientos de desorción térmica, incineración y pirólisis.	La modificación incluye 3 celdas para el tratamiento de desorción térmica, las que ocupan una fracción de la superficie autorizada. • Celda 13. (ASEA). Recortes y fluidos de perforación base aceite • Celda 14. (ASEA). Suelos contaminados con hidrocarburos. • Celda 15. (ASEA/SEMARNAT). Alimentación del horno.

Para una referencia gráfica se muestran en la siguiente imagen la actualización del proyecto en las Áreas 1, 2 y 3.

Figura 7 Distribución de las celdas sobre la superficie autorizada en el Área 1.



Figura 8 Distribución de las superficies con modificaciones de proyecto. Área 2



Figura 9 Distribución de las superficies con modificaciones de proyecto. Área 3



En el Anexo 10 se muestra el Plano de distribución de las áreas de tratamiento.

II.1.4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es dar un servicio integral para el tratamiento de residuos generados por las operaciones de actividades que corresponden al sector hidrocarburos, así como los de origen industrial.

La empresa cuenta con la experiencia necesaria para dar un manejo integral, mediante diversos tratamientos tecnológicamente probados, garantizando el cumplimiento con la normatividad ambiental vigente aplicable.

Las etapas por describir se acotan a la de operación y mantenimiento, de forma específica en el presente estudio para las instalaciones en las que se pretende dar tratamiento a los residuos generados por las operaciones de actividades que corresponden al sector hidrocarburos.

El proyecto pretende ser un complejo ecológico en el que se dé tratamiento a los residuos a recibir mediante tecnologías económicamente viables y ambientalmente factibles aplicando el principio de valorización.

El proyecto contará con la siguiente infraestructura.

Área 1.

Se proyectan 8 celdas de diversas capacidades 2 de ellas para recepción de residuos industriales (SEMARNAT), 4 celdas para suelos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos (ASEA), y 2 celdas para recepción de residuos de manejo especial, recortes y fluidos de perforación base aceite y base agua, provenientes de las actividades del sector hidrocarburos. (ASEA).

Área 2.

Con capacidad para 3 celdas y 4 fosas profundas para el tratamiento de residuos de manejo especial de manera específica recortes y fluidos de perforación base aceite y base agua, provenientes de las actividades del sector hidrocarburos. En esta área se contará con una superficie donde será colocada la infraestructura móvil para el tratamiento de los residuos de manejo especial y para el almacenamiento de los lixiviados. El equipo para el proceso de acondicionamiento (decantador centrífugo, extrusoras) se colocarán frente a las celdas de tratamiento.

Área 3.

En esta superficie se proyectan 3 celdas, una de ellas para recepción de suelos contaminados con hidrocarburos, la segunda es para recepción de recortes y fluidos de perforación base aceite y la tercera será utilizada para la alimentación al horno.

Asimismo, dentro de la misma superficie se colocará el equipo para desorción térmica, 2 tanques tipo Rotoplas con capacidad de 5,000 y 10,000 litros, dos contenedores tipo marítimo para almacenamiento de insumos (secos y húmedos), así como una oficina móvil tipo camper donde se encontrará también el equipo para la toma de muestras de campo para el monitoreo del avance del tratamiento (laboratorio móvil), un tanque de almacenamiento para diésel con capacidad de 10,000 litros, adicional se instalarán sanitarios móviles.

Superficies de apoyo.

No se requerirán obras complementarias o asociadas para el proyecto, por lo que no se considera alguna construcción adicional a las celdas, en las superficies aledañas a cada una de las áreas de tratamiento será instalada infraestructura móvil como apoyo a cada uno de los procesos de tratamiento.

En estas superficies se prepararán las mezclas de bacterias, soluciones nutritivas, o soluciones oxidantes, estas se prepararán en tanques tipo Rotoplas para hacer las soluciones y mezclas y de ahí serán bombeadas a las pipas que se encargarán de aplicar sobre los residuos en las celdas de tratamiento.

Se describe el tipo de infraestructura que se colocará en cada una de ellas.

- En la superficie aledaña al Área 1, se ubican oficinas y sanitarios, cabe mencionar que esta construcción existía antes del proyecto. Asimismo, para el apoyo del tratamiento se instalarán 2 tanques tipo Rotoplas con capacidad de 5,000 y 10,000 litros, dos contenedores tipo marítimo para almacenamiento de insumos (secos y húmedos) así como una oficina móvil tipo camper donde se encontrará también el equipo para la toma de muestras de campo para el monitoreo del avance del tratamiento (laboratorio móvil).
- En la superficie contigua al Área 2, para el apoyo del tratamiento se instalarán 2 tanques tipo Rotoplas con capacidad de 5,000 y 10,000 litros, dos contenedores tipo marítimo para almacenamiento de insumos (secos y húmedos).

Por otro lado, fuera del área del proyecto se ubican instalaciones existentes que serán utilizadas como parte del procedimiento de recepción. En el acceso al predio, se cuenta con una caseta de vigilancia, donde se realizará la recepción y control de acceso a las unidades. Posterior a esta instalación a unos metros se ubica la báscula de pesaje, esta será utilizada en el caso que las unidades no cuenten con información de la cantidad de toneladas que transportan. Asimismo, forma parte de las superficies de apoyo el camino de acceso.

Se muestran algunas fotografías de las instalaciones existentes.



Fotografía 1. Oficinas y sanitarios ubicados en la superficie contigua al Área 1.



Fotografía 2. Camino existente que conduce a las instalaciones de MOVA.



Fotografía 3. Báscula para el pesaje del material.

Para pronta referencia en el Anexo 10 se muestra el plano del proyecto.

II.1.5. SUPERFICIES Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

- a) Área de influencia del proyecto. Por lo que respecta a la delimitación del área de influencia del proyecto, se utilizó el mismo criterio empleado en la MIA autorizada por SEMARNAT, siendo el principal criterio considerado el alcance de los efectos (impactos ambientales y radios de afectación de riesgo ambiental) del proyecto ante alguna eventualidad. En este caso, se realizaron simulaciones para obtener los radios de afectación de riesgos por toxicidad del ácido clorhídrico al 30% (tres bidones) en el Área 1 Tratamientos Biológicos y Químicos (Biorremediación biológica, oxidación y neutralización químicas en pilas de tratamiento); los resultados arrojaron una zona de alto riesgo en un radio de 10 m y una zona de amortiguamiento en un radio de 38 m, lo cual es un riesgo que no pasa los límites de la poligonal del predio donde se ubicarán las instalaciones del proyecto MOVA.

Tabla 11. Coordenadas UTM correspondientes al área de influencia

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Área de Influencia		
Vértice		
1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP	
2		
3		
4		
1		
Área		

- b) Área del Proyecto. Se definió en base a la superficie requerida para realizar las obras o actividades operativas para llevar a cabo los procesos de tratamientos para los residuos peligrosos y de manejo especial provenientes de las actividades del sector hidrocarburos.

Tabla 12. Coordenadas UTM correspondientes al área del proyecto.

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Área del Proyecto		
Vértice		
1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP	
2		
3		
4		
5		
1		
Área o Superficie (Ha)	13.8344	

La superficie de las 3 Áreas que integran al proyecto y que se utilizarán para el tratamiento de los residuos que corresponden al sector hidrocarburos, se localizan en las siguientes coordenadas.

Tabla 13. Coordenadas UTM correspondientes al área de tratamiento del proyecto y su superficie.

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08			
Área	X	Y	Superficie
Área 1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP		
Área 2			
Área 3			
Área o Superficie (Ha):			7.4131

Tabla 14. Superficie a utilizar.

Infraestructura	Superficie m ²	Porcentaje respecto a la superficie total.
Área 1	29,474.26	21.30
Área 2	18,154.86	13.12
Área 3	26,503.50	19.16
Retorno 1	1,245.36	0.90
Retorno 2	4,153.76	3.00
Retorno 3	2,996.55	2.17
Retorno 4	3,619.48	2.62
Áreas de apoyo ¹	52,196.31	37.73
Total	138,344.08	100.00%

¹ Superficie de áreas de apoyo; (Caminos interiores, oficinas, infraestructura móvil para el proceso de tratamiento etc).

II.1.6. CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES (CUSTF)

Mediante oficio No. OP/003/2019 de fecha 31 de octubre de 2019, la Dirección de Obras Públicas del municipio de Cotaxtla, comunica que, de la reunión de Cabildo se emitió opinión favorable para el cambio de Uso de Suelo de una fracción de 85 Has. 50 áreas, 70 centiáreas., de uso Agrícola a Uso Industrial, mismo que posee como Propietaria la Empresa "Tratamientos Integrales MV" Sociedad Anónima de Capital Variable; el cual se encuentra ubicado en la localidad de Paso de los Carros, perteneciente a este Municipio de Cotaxtla, Ver, del predio Rustico denominado "Paso de los Carros".

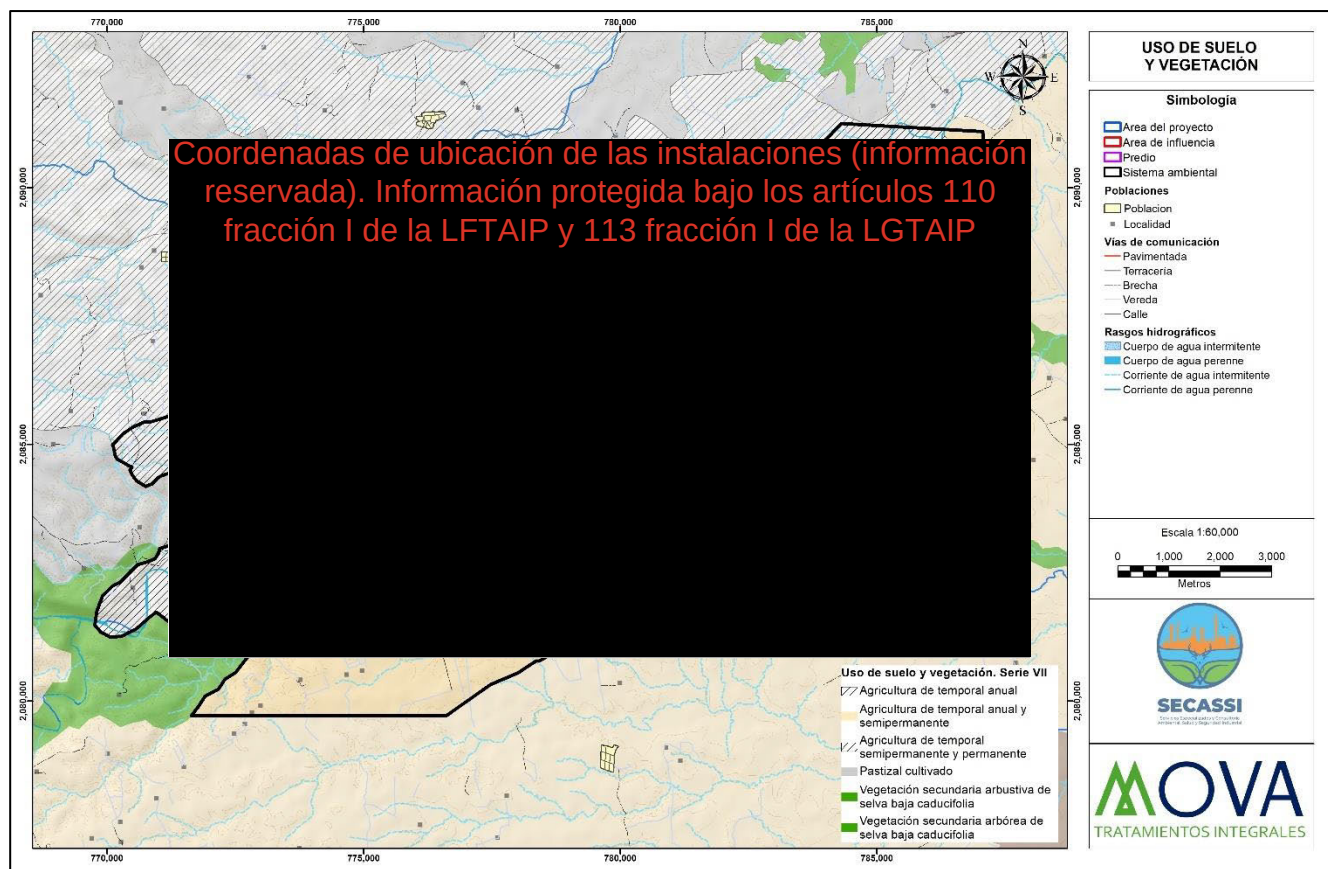
El contenido de este documento se fundamenta en el Artículo 25 fracción VII, del Reglamento en Materia de impacto Ambiental, de la Ley Numero 62 Estatal de Protección Ambiental, publicado en la Gaceta Oficial del Estado número 100, del día 20 de Mayo de 2005, y en cumplimiento a los Artículos 6º fracción XVII, 39 fracción X y 52 de la Ley Numero 62 Estatal de Protección Ambiental, publicada en el Alcance de la Gaceta Oficial 130 del 30 de Junio de 2000, y modificado por decreto número 814, publicada en la Gaceta Oficial número extraordinario 57 de fecha 22 de Febrero de 2010, el H.

Ayuntamiento tiene a bien emitir la presente Opinión Municipal en Sentido Favorable a la solicitud de la empresa "Tratamientos Integrales MV" Sociedad Anónima de Capital Variable.

Anexo 11. Oficio uso de suelo municipio.

Es importante señalar que el Proyecto Ecológico MOVA (Operación y Mantenimiento), no contempla las etapas de Preparación del Sitio ni Construcción, ya que el mismo fue autorizado previamente por la SEMARNAT mediante el oficio resolutivo No. **SGPA/DGIRA/DG/02315**, y el cual no requirió Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, ya que el proyecto se construyó sobre un área catalogada como Agricultura de Temporal Anual y Semipermanente como se puede observar en la siguiente imagen del plano de Uso de Suelo y Vegetación.

Figura 10 Plano de Uso de Suelo y Vegetación



II.1.7. DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El proyecto Ecológico MOVA se localiza en la localidad de Paso de los Carros, municipio de Cotaxtla, Ver, existen vías de acceso para llegar al mismo, las localidades cercanas, cuentan con servicios públicos como energía eléctrica, teléfono, drenaje y agua potable. Dentro de los servicios requeridos y los que se tiene disponibilidad para el desarrollo del proyecto se tiene lo siguiente:

Vías de acceso. La principal vía de acceso que comunica al proyecto son las terrestres, de noreste a suroeste; carretera No. 150 Boca del Río – Córdoba, de la localidad de Paso del Toro, en un estimado de 32 kilómetros se ubica el proyecto.

Electricidad. El suministro de energía eléctrica será a través de la línea de transmisión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), en las áreas de tratamiento no se requiere energía eléctrica, sin embargo, se contará con una planta de luz móvil en caso de ser necesario.

Consumo de combustible. Los combustibles necesarios para la operación de vehículos utilitarios, maquinaria y equipo son gasolina y diésel respectivamente. Los vehículos se abastecerán en Estaciones de Servicio cercanas al proyecto. El suministro diésel para la maquinaria y equipo, se llevará a cabo mediante un vehículo autorizado por la SICT para transporte de materiales peligrosos. El trasiego de combustible se realizará en el sitio mediante una bomba mecánica, tomando como referencia los patrones de consumo de cada unidad para evitar su almacenamiento en el sitio.

Consumo de agua. Las actividades por desarrollar requerirán del suministro de agua, siendo el consumo estimado el siguiente.

Tabla 15. Consumo de agua en las etapas del proyecto.

Etapas	Uso	Cantidad estimada	Origen	Transporte
Operación y mantenimiento	Agua potable para y uso doméstico.	10 m ³ mensuales	Comisión del Agua del Estado de Veracruz.	Camión tipo pipa.
	Agua tratamiento	*200 m ³	Comisión del Agua del Estado de Veracruz.	Camión tipo pipa.
	Agua purificada	3 litros por persona diarios	Planta purificadora	En garrafones de 20 litros

*Esta cantidad será variable y dependerá de la cantidad de residuos que sean aceptados para tratamiento, el agua será almacenada en tanques tipo Rotoplas con capacidades de 5 y 10 m³ ubicados en cada área de tratamiento.

El agua potable para uso doméstico se proporcionará mediante pipas almacenándola en un tanque subterráneo de 5 m³, ubicado en el área de oficinas. En cuanto al suministro de agua purificada se llevará a cabo a través de la compra de garrafones de 20 litros que se distribuye en la zona y en los establecimientos cercanos al proyecto.

Dentro del proyecto existe un sistema de drenaje pluvial donde el agua lluvia se dirige hacia un cárcamo con una capacidad de almacenamiento de 1,125 m³ que será utilizada como insumo en los tratamientos biológicos, con esta medida se disminuye el consumo de agua potable.

Drenaje. Durante la etapa de operación y mantenimiento los residuos líquidos a generar dentro de las actividades del proyecto corresponden a aguas residuales domésticas generadas por el uso de sanitarios, regaderas y lavamanos, mismas que se colectarán a través de una fosa séptica, donde se realizará un tratamiento primario conforme a la NOM-006-CNA-1997 antes de su disposición final. Por otro lado, en el área 3 se instalarán 2 sanitarios móviles. Para el mantenimiento tanto de la fosa séptica como de los sanitarios móviles será contratado un proveedor que cuente con los permisos correspondientes para el mantenimiento y disposición final de las aguas residuales.

Rellenos sanitarios: Los residuos sólidos urbanos generados durante el desarrollo del proyecto se almacenarán en una superficie para este propósito. Su recolección y clasificación, se realizará en contenedores, con tapa y debidamente etiquetados de acuerdo con el tipo de residuos que contenga, verde para residuos biodegradables (orgánicos) y amarillo para residuos reciclables (inorgánicos).

Lo anterior para evitar la disposición de residuos de manera inadecuada, de forma periódica serán recolectados por el municipio de Cotaxtla para su traslado, aprovechamiento y disposición final en el Relleno Sanitario “El Guayabo” que se ubica en el municipio de Medellín de Bravo.

Telefonía e Internet. En lo que se refiere al uso de teléfono e internet, se tiene que, dentro de la región existe cobertura de telefonía fija y móvil.

II.1.8. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.1.8.1. DATOS PARTICULARES

A) TIPO DE ACTIVIDAD O PROCESOS QUE SE PRETENDEN LLEVAR A CABO.

Se presentan enseguida los procesos de tratamiento para los suelos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos provenientes de actividades del sector hidrocarburos.

Tabla 16. Procesos de tratamientos a realizar dentro del proyecto.

Identificación del Área	Nomenclatura de las celdas	Capacidad de las celdas (m³)	Tratamiento a aplicar	Residuos a tratar
Área 1	Celda 3	4,005.71	a. Oxidación Química b. Biorremediación por biopilas	Suelos contaminados con hidrocarburos y *Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos
	Celda 4	4,391.32		
	Celda 5	4,399.13		
	Celda 6	6,161.72		
	Celda 7	3,731.97	Oxidación Química	Residuos de manejo especial. Recortes y fluidos de perforación base agua.
	Celda 8	4,867.40	a. Oxidación Química b. Biorremediación por biopilas	Residuos de manejo especial. Recortes y fluidos de perforación base aceite.
Área 2	Fosa 1	4,315.22	Oxidación Química	Residuos de manejo especial. Recortes y fluidos de perforación base agua.
	Fosa 2	4,317.97		
	Celda 12	1,425.60		
	Fosa 3	10,134.00	a. Oxidación Química b. Biorremediación por biopilas	Residuos de manejo especial. Recortes y fluidos de perforación base aceite.
	Fosa 4	10,134.00		
	Celda 9	2,344.89		
	Celda 10	3,553.20		
	Celda 11	1,676.95	Almacenamiento de Fluidos (presa Metálica) y lixiviados (Tanques de Almacenamiento)	Almacenamiento de fluidos y lixiviados
Área 3	Celda 13	1,749.60	a. Oxidación Química b. Biorremediación por biopilas	Residuos de manejo especial. Recortes y fluidos de perforación base aceite.
	Celda 14	1,749.60	a. Oxidación Química b. Biorremediación por biopilas	Suelos contaminados con hidrocarburos.
	Celda 15	2,201.37	La celda será utilizada para la alimentación al horno	No aplica, solo será utilizada para la alimentación al horno
	Celda 15	Capacidad horno:	Desorción térmica	Suelos contaminados con hidrocarburos y

Identificación del Área	Nomenclatura de las celdas	Capacidad de las celdas (m³)	Tratamiento a aplicar	Residuos a tratar
	Horno de desorción	259,200 m³		*Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos y Residuos de manejo especial. Recortes y fluidos de perforación base aceite.

*Lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento, entre otros. Artículo 149 último párrafo del Reglamento de la Ley General para la Prevención y gestión Integral de los Residuos.

B) TIPO DE RESIDUOS QUE SERÁN RECIBIDOS PARA SU REUTILIZACIÓN, RECICLAJE O TRATAMIENTO. TIPO DE SUELOS O MATERIALES SEMEJANTES A SUELOS CONTAMINADOS QUE SERÁN RECIBIDOS PARA SU TRATAMIENTO.

Se presenta el listado de residuos por recibir y manejar en los procesos de las instalaciones del proyecto.

Tabla 17. Listado de residuos para recepción y manejo.

Nombre	Estado físico	Volumen anual (m³)	Origen	Tipo de residuo	Caract. CRETIB	Clave NOM-052	Área
Suelos contaminados con hidrocarburos	Sólidos	341,241.76	Sector hidrocarburos, Reparto, Refinerías, TAR, Estaciones de Servicio, etc	Residuo Peligroso	(Tt)	**SO4, Sólidos contaminados por derrames de hidrocarburos	Área 1 Celdas 3, 4, 5 y 6
*Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos	Lodos sedimentos, etc		Sector hidrocarburos, Reparto, Refinerías, TAR, Estaciones de Servicio, etc	Residuo Peligroso	(Tt)	E4/02, E4/03, E4/04, E4/05	Área 1 Celdas 3, 4, 5 y 6
Suelos contaminados con hidrocarburos	Sólidos	31,492.80	Sector hidrocarburos, Reparto, Refinerías, TAR, Estaciones de Servicio, etc	Residuo Peligroso	(Tt)	*SO4, Sólidos contaminados por derrames de hidrocarburos	Área 3 Celda 14
*Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos	Lodos sedimentos, etc		Sector hidrocarburos, Reparto, Refinerías, TAR, Estaciones de Servicio, etc	Residuo Peligroso	(Tt)	E4/02, E4/03, E4/04, E4/05	Área 3 Celda 14
Recortes y fluidos de perforación base agua.	Sólido, semilíquido	67,175.40	Sector Hidrocarburos, refinerías, perforación extracción	Residuo de Manejo Especial	No Aplica	No Aplica	Área 1, Celda 7
Recortes y fluidos de perforación base agua.	Sólido, semilíquido	199,941.17	Sector Hidrocarburos, refinerías, perforación extracción	Residuo de Manejo Especial	No Aplica	No Aplica	Área 2, Celda 12, Fosas 1 y 2
Recortes y fluidos de perforación base aceite	Sólido, semilíquido	87,613.18	Sector Hidrocarburos, refinerías, perforación extracción	Residuo de Manejo Especial	No Aplica	No Aplica	Área 1, Celda 8
Recortes y fluidos de perforación base aceite	Sólido, semilíquido	470,989.57	Sector Hidrocarburos, refinerías, perforación extracción	Residuo de Manejo Especial	No Aplica	No Aplica	Área 2, Celdas 9 y 10, Fosas 3 y 4
Recortes y fluidos de perforación base aceite	Sólido, semilíquido	31,492.80	Sector Hidrocarburos, refinerías, perforación extracción	Residuo de Manejo Especial	No Aplica	No Aplica	Área 3, Celda 13

*Lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento, entre otros. Artículo 149 último párrafo del Reglamento de la Ley General para la Prevención y gestión Integral de los Residuos.

**SO4; Clasificado conforme a la tabla 4. Nombre genérico y clave del residuo peligroso de la Guía para la gestión integral de residuos provenientes de las actividades del Sector Hidrocarburos.

En la siguiente tabla se relacionan los tratamientos por aplicar para cada residuo, tipo de contaminante, Límite Máximo con el que se recibirá el residuo y el Límite Esperado, es decir el valor con el que se entregará al generador para su reúso, relleno y/o disposición final.

Tabla 18. Proceso de tratamiento para los Residuos Peligrosos y límites esperados.

Proceso de Tratamiento	Residuos al que aplica	Tipo de Contaminante	Límite Máximo (mg/kg)	Límite Esperado (mg/kg)**
Oxidación Química	Suelos contaminados con hidrocarburos y Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos	HFM	80,000	<1,200
		HFP	80,000	<3,000
		HAP	*20.00	<2.0
Biorremediación por biopilas	Suelos contaminados con hidrocarburos y Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos	HFM	40,000	<1,200
		HFP	40,000	<3,000
		HAP	*20.00	<2.0
Desorción térmica	Suelos contaminados con hidrocarburos y Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos	HFM	120,000	<1,200
		HFP	120,000	<3,000
		HAP	*20.00	<2.0

*Se considera un promedio de los valores de los hidrocarburos específicos para HAP.

** Valores tomados de las tablas 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Tabla 19. Proceso de tratamiento para los Residuos de Manejo Especial (RME).

Proceso de Tratamiento	Residuos al que aplica	Porcentaje líquido de recepción.	*NOM-052-SEMARNAT-2005	Tipo de contaminante	Límite Máximo (mg/kg) ***	Límite Esperado (mg/kg) ***
Oxidación Química	RME Recortes y fluidos de perforación base agua y base aceite	10-40%	Sin características de peligrosidad	HFP:	80,000	<1,200
				HFM:	80,000	<3,000
				**HAP:	**20.00	<2.0
Biorremediación por biopilas	RME Recortes y fluidos de perforación base aceite.	10-40%	Sin características de peligrosidad	HFP:	40,000	<1,200
				HFM:	40,000	<3,000
				**HAP:	**20.00	<2.0
Desorción térmica	RME Recortes y fluidos de perforación base aceite.	10-40%	Sin características de peligrosidad	HFP:	120,000	<1,200
				HFM:	120,000	<3,000
				**HAP:	*20.00	<2.0

*En caso de que el generador no cuente con el análisis CRETIB, se tomará y analizará la muestra con laboratorio acreditado.

**Se considera un promedio de los valores de los hidrocarburos específicos para HAP.

*** Valores tomados de las tablas 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Para los RME que contengan porcentajes de humedad o líquidos altos con el tratamiento de acondicionamiento se elimina en un 95%, obteniendo solo la fase sólida para el tratamiento.

C) NOMBRE, DESCRIPCIÓN DETALLADA DE TODOS LOS PROCESOS

Se describen los procesos a aplicar.

a. Oxidación química. OXIQ-FS.

Tabla 20. Proceso de tratamiento por oxidación Química.

Clave de Proceso:	de	OXIQ-FS
Nombre de Proceso	de	Oxidación química
Residuos a tratar	a	SHC: Suelos contaminados con hidrocarburos MSS: Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos (lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento). RME. Recortes y fluidos de perforación base agua y base aceite
Contaminantes		HFM: Hidrocarburos fracción media HFP: Hidrocarburos fracción pesada HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos
Insumos		Consortio bacteriano: SOLIBAC IP, BACH-H, BACH-B. Nutrientes o fertilizantes agrícolas: Triple 17, sulfato diamónico, nitrato de potasio, urea Surfactante: QC Surfox, SULF 200 Oxidantes: Peróxido de Hidrógeno, Permanganato de potasio, QC Surfox
Parámetros a monitorear	a	Humedad pH Temperatura Unidades formadoras de colonias Concentración de hidrocarburos

Descripción del proceso. Oxidación química.

I. Recepción del material

1. El material se recibe en el área 1, en una de las celdas indicadas para este tipo de Residuo. Posterior a la descarga del material, se procede a esparcirlo en la celda, utilizando maquinaria pesada, como retroexcavadoras, excavadoras y volteos si es necesario.
2. Por medio de la maquinaria mencionada anteriormente, se remueven rocas grandes, residuos y materiales ajenos al material a tratar que pudieran haber sido descargados.

II. Colocación en pilas de los residuos a tratar sobre las celdas.

3. Por medio de retroexcavadoras, el material o suelo contaminado se acomoda dentro de la celda de tratamiento en forma de pilas de no más de 3.0 m de alto y 4.0 m de base, para llevar a cabo su tratamiento.

III. Adición de disolución Agua-Surfactante

4. Sobre el suelo o material en tratamiento se aplica una disolución Agua-Peróxido de Hidrógeno, Permanganato de Potasio o Quantum Clean Surfox, mezclando simultáneamente con maquinaria pesada para favorecer la reacción de oxidación. En caso de requerirse, se podrá agregar una solución de Sulfato de Hierro como catalizador de la reacción de oxidación.
5. Estos agentes aumentan la biodisponibilidad del contaminante, modificando sus condiciones de hidrosolubilidad al romper los enlaces externos de la cadena de hidrocarburo.
6. Es importante mencionar que, la aplicación del biosurfactante está condicionada a las concentraciones y tipo de contaminante presente en el sitio y/o residuos a tratar, y este puede o no aplicarse. Si el suelo tiene bajos contenidos en arcilla, se puede prescindir de este paso en el procedimiento e ir directamente a la aplicación de humedad y oxidantes.

7. La aplicación de estos agentes se lleva a cabo usando bombas autocebantes, mangueras corrugadas flexibles, conexiones rápidas y/o contenedores del tipo Rotoplas o similar y boquillas aspersoras. Y se realiza de manera continua durante todo el proceso de tratamiento hasta alcanzar los niveles de limpieza requeridos.

IV. Tratamiento

8. Se realiza una preparación con una solución del oxidante escogido con una concentración del 0.2% al 0.5% y agua. Posteriormente se irriga esta solución en el suelo contaminado.

9. Una vez irrigado el suelo, se homogenizan pipas por medio de maquinaria pesada, hasta lograr una humectación de todo el material. Estas mezclas de oxidantes son integradas mediante riego con pipas y bombas autocebantes.

10. Los compuestos utilizados son capaces de oxidar compuestos orgánicos persistentes, posibilitando su completa mineralización y transformación a CO₂, H₂O y otros compuestos inorgánicos estables. No obstante, lo anterior, existe la desventaja de que, si el oxidante no es aplicado debidamente, se tiene un cambio en el pH del suelo, para lo cual es necesario controlar tal parámetro mediante la aplicación de una solución Buffer para tener un pH final del suelo entre 6 y 8, para lograrlo generalmente se emplea cal común Ca (OH)₂ disuelta en agua al 4%, en una aplicación de riego con pipas.

11. Las reacciones de oxidación producen productos intermedios que atacan y degradan los contaminantes orgánicos, produciendo al final CO₂, H₂O y sales, pero no siempre es el caso. Si el oxidante o los radicales son reactivos limitantes o si el producto intermedio es menos susceptible a la degradación oxidativa, entonces la mineralización puede ser incompleta y ciertos productos intermedios permanecen luego del tratamiento. A menudo estos compuestos contienen anillos aromáticos y cadenas alifáticas largas por lo que podría ser necesaria una segunda oxidación.

12. Se realiza el monitoreo de las concentraciones de hidrocarburos presentes en la mezcla, empleando para ello equipo de campo (analizador de hidrocarburos tipo Petroflag o equivalente).

13. Con base en los resultados de la primera etapa de oxidación y del monitoreo de concentración de contaminantes, se determina si es necesaria una segunda aplicación del oxidante.

14. Si los valores de hidrocarburos analizados se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles para un uso de suelo agrícola, forestal, pecuario, de conservación, residencial y/o recreativo, se considera concluido el tratamiento y se procede al muestreo final comprobatorio.

15. La toma de muestras y las determinaciones analíticas de los parámetros se realizan de acuerdo con lo establecido en la normatividad aplicable y conforme a la propuesta de remediación que al efecto se apruebe.

V. Restrucción del suelo

16. Una vez que se han alcanzado los niveles de hidrocarburos establecidos en la norma, se puede llevar a cabo, por medio de sistemas de riego como pipas y bombas autocebantes, la aplicación de bacterias específicas y /o autóctonas para regresar el suelo dañado lo más cercano posible a su estado natural. En este proceso se emplean las marcas comerciales especializadas en la degradación del hidrocarburo. Los microorganismos se acondicionan y activan previo a su aplicación, según las especificaciones técnicas del fabricante, normalmente 24 horas antes.

17. La activación de las bacterias específicas se lleva a cabo en un tambo plástico (tipo Rotoplas) en el que se adiciona agua y los microorganismos que vienen en una presentación liofilizada comercial, se prepara una solución, la cual es activada por medio de aire en el tambo, proporcionado por un difusor de burbuja, aumentando la oxigenación del agua y la activación de los microorganismos; el tiempo de activación depende de las especificaciones del fabricante y del volumen a preparar.

18. La medida de aplicación recomendada por el proveedor para optimizar el trabajo de las bacterias es, en promedio, de 1 a 2 galones por cada 5 m³ de material contaminado o 1 lb por cada 5 m³; esto depende del grado de contaminación del suelo.

VI. Gases y Lixiviados

19. Los lixiviados generados serán recolectados y reincorporados al proceso de tratamiento.

20. Con la aplicación de humedad al suelo también se controla la emisión de los compuestos orgánicos volátiles que eventualmente pudieran ser emitidos durante el desarrollo del proceso, evitando la emisión de polvo a la atmósfera y con la humedad disminuyendo la temperatura que pudiera ocasionar evaporación.

VII. Monitoreo de parámetros

21. Como parte del monitoreo de las diferentes variables, durante el tratamiento se controlan y mantienen la temperatura, la cual debe estar en un rango de 15° a 45°C para un rendimiento óptimo; el pH, el cual debe estar en un rango de entre 2 a 4 y la humedad del material a tratar, comprendida entre 25 y 30 %.

22. En general el restablecimiento de estos parámetros se lleva a cabo al final del tratamiento, por tratarse de un proceso totalmente químico y, hasta no tener los rangos esperados del contenido de hidrocarburos en el suelo tratado, se aplican, en caso necesario, las enmiendas para regresar a los parámetros normales del suelo o material semejante a suelo tratado.

VIII. Control del proceso

23. Con la finalidad de asegurar que el proceso de degradación de los hidrocarburos sea eficiente, se realizarán monitoreos constantes para verificar la concentración de los hidrocarburos. Estos análisis de control se llevarán a cabo por medio de equipos portátiles como el Petroflag (PetroFLAG Analyzer System).

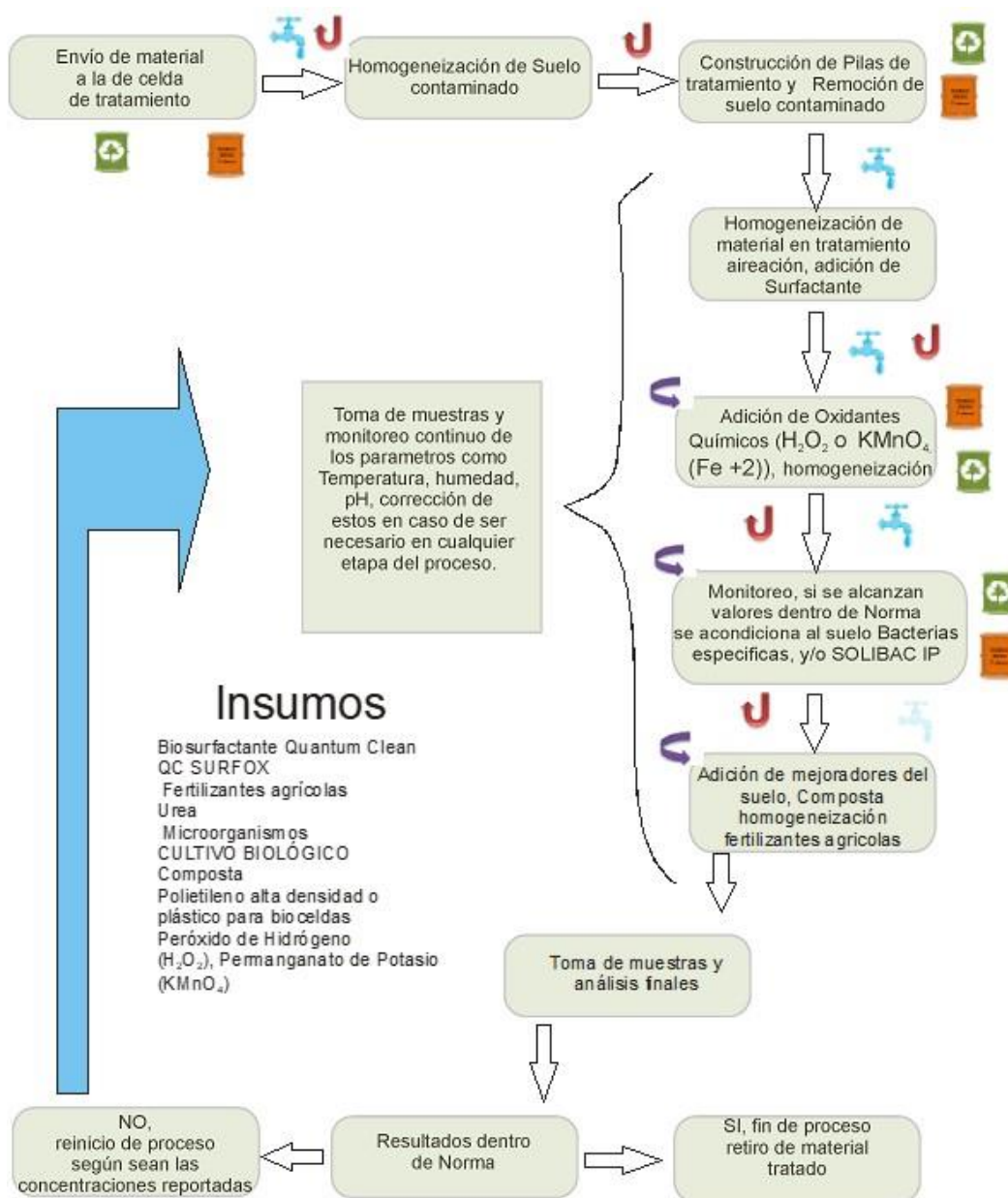
IX. Toma de Muestra

24. En el final del proceso de tratamiento, se realizará la toma de muestras pertinentes. Esto se llevará a cabo con un laboratorio acreditado, mismo que realizará los análisis requeridos de acuerdo a la normatividad aplicable.

X. Finalización del tratamiento

25. El criterio para dar por terminado el tratamiento, será de acuerdo con los que establezca la autoridad, considerando los niveles establecidos por la norma correspondiente. Una vez alcanzados estos parámetros, el suelo ya restaurado, procede a ser entregado a su generador, reusado, usado para relleno y/o se le da una disposición final.

Figura 11. Diagrama de flujo Oxidación química OXIQ-FS



Balance de Masas para la Remediación del Suelo por Oxidación Química con Peróxido de Hidrógeno

Datos Iniciales:

- Masa inicial del suelo contaminado = M inicial
- Concentración inicial de contaminantes en el suelo = C inicial
- Volumen de peróxido de hidrógeno utilizado = $V_{\text{peróxido}}$
- Concentración de peróxido de hidrógeno = C peróxido
- Masa molecular de los contaminantes = M contaminante
- Volumen total de suelo tratado = V total

Pasos del Proceso:

1. Determinar la Masa de Contaminantes en el Suelo Inicialmente:
2. M contaminante inicial = M inicial $\times$ C inicial
3. Calcular la Masa de Peróxido de Hidrógeno Utilizada:
4. M peróxido = C peróxido $\times$ V peróxido
5. Calcular la Masa de Contaminantes Oxidados:
6. M contaminante oxidado = M peróxido $\times$ (1-% de rendimiento) M contaminante
7. Determinar la Masa Final de Contaminantes en el Suelo:
8. M final = M contaminante inicial - M contaminante oxidado
9. Calcular la Concentración Final de Contaminantes en el Suelo:

$$C \text{ final} = \frac{M \text{ final}}{V \text{ total}}$$

Datos Iniciales:

- Masa inicial del suelo contaminado (M inicial): 1000 kg
- Concentración inicial de contaminantes en el suelo (C inicial): 500 mg/kg
- Volumen de peróxido de hidrógeno utilizado ($V_{\text{peróxido}}$): 100 L
- Concentración de peróxido de hidrógeno (C peróxido): 10% (100,000 ppm)
- Masa molecular de los contaminantes ($M_{\text{contaminante}}$): 200 g/mol
- Volumen total de suelo tratado (V total): 1000 m³

Pasos del Proceso:

1. Determinar la Masa de Contaminantes en el Suelo Inicialmente:

$$M_{\text{contaminante inicial}} = 1000 \text{ kg} \times 500 \text{ mg/kg} = 500,000 \text{ mg} = 500 \text{ g}$$

$$M_{\text{contaminante inicial}} = 1000 \text{ kg} \times 500 \text{ mg/kg} = 500,000 \text{ mg} = 500 \text{ g}$$

2. Calcular la Masa de Peróxido de Hidrógeno Utilizada:

Peróxido $100 \text{ L} \times (10 \% \times 106 \text{ ppm}) = 10 \text{ L} \times 10,000 \text{ ppm} = 100 \text{ g}$ M peróxido = $100 \text{ L} \times (10\% \times 106 \text{ ppm}) = 10 \text{ L} \times 10,000 \text{ ppm} = 100 \text{ g}$

3. Calcular la Masa de Contaminantes Oxidados: Supongamos un rendimiento del 90% en la oxidación.

M contaminante oxidado = $100 \text{ g} \times (1-0.90) = 10 \text{ g}$ M contaminante oxidado = $100 \text{ g} \times (1-0.90) = 10 \text{ g}$

4. Determinar la Masa Final de Contaminantes en el Suelo: M final = $500 \text{ g} - 10 \text{ g} = 490 \text{ g}$ M final = $500 \text{ g} - 10 \text{ g} = 490 \text{ g}$

5. Calcular la Concentración Final de Contaminantes en el Suelo:

C final = $490 \text{ g} / 1000 \text{ m}^3 = 0.49 \text{ mg/m}^3$

C final = $1000 \text{ m}^3 / 490 \text{ g} = 0.49 \text{ mg/m}^3$

Resultados:

Después de la oxidación química con peróxido de hidrógeno, la concentración final de contaminantes en el suelo es de 0.49 mg/m^3 .

Este ejemplo es puramente ilustrativo y los valores reales pueden variar significativamente dependiendo de varios factores, como la naturaleza de los contaminantes, las condiciones del suelo y del proceso de remediación, así como el rendimiento de la reacción química. Es importante realizar análisis detallados y considerar múltiples variables en una situación real.

b. Biorremediación por biopilas PILAS-FS

Tabla 21. Proceso de tratamiento por Biorremediación por biopilas.

Clave de Proceso:	PILAS-FS
Nombre de Proceso	Biorremediación por biopilas
Residuos a tratar	SHC: Suelos contaminados con hidrocarburos MSS: Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos (lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento). RME. Recortes y fluidos de perforación base aceite
Contaminantes	HFM: Hidrocarburos fracción media HFP: Hidrocarburos fracción pesada HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos
Insumos	Consorcio bacteriano: SOLIBAC IP, BACH-H, BACH-B. Nutrientes o fertilizantes agrícolas: Triple 17, sulfato diamónico, nitrato de potasio, urea Surfactante: QC Surfox, SULF 200
Parámetros a monitorear	Humedad
	pH
	Temperatura
	Unidades formadoras de colonias Concentración de hidrocarburos

Descripción del proceso Biorremediación por biopilas PILAS-FS.

I. Recepción del material

1. El material se recibe en el área 1, en una de las celdas indicadas para este tipo de Residuo. Posterior a la descarga del material, se procede a esparcirlo en la celda, utilizando maquinaria pesada, como retroexcavadoras, excavadoras y volteos si es necesario.
2. Por medio de la maquinaria mencionada anteriormente, se remueven rocas grandes, residuos y materiales ajenos al material a tratar que pudieran haber sido descargados.

II. Colocación en pilas de los residuos a tratar sobre las celdas.

3. Por medio de retroexcavadoras, el material o suelo contaminado se acomoda dentro de la celda de tratamiento en forma de pilas de no más de 3.0 m de alto y 4.0 m de base, para llevar a cabo su tratamiento por biopilas.

III. Adición de Surfactante Quantum Clean

4. Con maquinaria pesada o de forma manual, se realiza una homogeneización del suelo, agregando a su vez el surfactante Quantum Clean para humedecerlo y asegurarse que los procesos de degradación biológica del contaminante sean de una manera más uniforme.
5. Estos agentes aumentan la biodisponibilidad del contaminante, modificando sus condiciones de hidrosolubilidad al romper los enlaces externos de la cadena de hidrocarburo. Esto permite que el consorcio de organismos degradadores actúe con mayor eficiencia, debido al aumento del área superficial de exposición del contaminante.
6. Es importante mencionar que, la aplicación del biosurfactante está condicionada a las concentraciones y tipo de contaminante presente en el suelo y/residuos a tratar, y éste puede o no aplicarse. Si el contaminante es un hidrocarburo ligero, por ejemplo, y el suelo tiene bajos contenidos en arcilla, se puede prescindir de este paso en el procedimiento e ir directamente a la aplicación de humedad y nutrientes. La aplicación de estos agentes se lleva a cabo usando pipas y/o contenedores del tipo Rotoplas o similar, equipados con bombas autocebantes, mangueras flexibles con conexiones rápidas y boquillas de aspersión.
7. El control del contenido de humedad del material se lleva a cabo con pipas, bombas autocebantes, mangueras corrugadas flexibles, conexiones rápidas y/o contenedores del tipo Rotoplas o similar y boquillas aspersoras. Su frecuencia recomendada es de por lo menos tres veces a la semana; sin embargo, depende de las condiciones climáticas y de las características fisicoquímicas (textura, contenido de materia orgánica, conductividad hidráulica, temperatura y permeabilidad) del material.

IV. Aplicación de fertilizante agrícola

8. Una vez que se ha homogeneizado el suelo contaminado en las pilas de tratamiento, se aplica una solución acuosa de nutrientes comerciales (Triple 17 o sulfato diamónico, diluidos en agua); su función en el tratamiento es para estimular la actividad de los microorganismos degradadores autóctonos y/o adicionados, ya que durante la etapa de desarrollo de éstos es requerida una cierta cantidad de elementos, que no están disponibles de manera natural en el suelo, o que tienden a disminuir su concentración afectados por la contaminación o durante el crecimiento de los microorganismos, por lo que es necesaria su aplicación con objeto de mejorar la biodegradación de contaminantes orgánicos.

9. La concentración del Triple 17 o sulfato diamónico puede variar, estando en función del tipo de hidrocarburo que se pretenda remover, así como de la concentración de éstos en el suelo en tratamiento y las características físico-químicas del mismo. En este punto también se agrega composta o mejoradores del suelo en homogenización continua del suelo. La aplicación de los nutrientes es al principio del tratamiento y solo en caso de que no se logren bajar los niveles de hidrocarburos se hace otra aplicación de fertilizante intercalándolo con el que se usó en primera instancia, de tal forma que, si la primera aplicación se optó por Triple 17, para la segunda se aplicará sulfato diamónico.

V. Aplicación de bacterias específicas

10. En caso de que el suelo en tratamiento sea un suelo pobre, se requiere de la adición de microorganismos o bacterias específicas que lleven a cabo la biorremediación, para lo cual se utilizan las marcas comerciales SOLIBAC IP SOIL, BACH-H, BACH-B especializados en la degradación del hidrocarburo. Los microorganismos se acondicionan y activan previo a su aplicación. La aplicación se realiza mediante el sistema de riego (pipas y bombas autocebantes) y se va removiendo el suelo para homogenizar la aplicación de los microorganismos y en las condiciones apropiadas para el grado de contaminación del suelo por restaurar.

11. La periodicidad de la aplicación de las bacterias dependerá del avance del tratamiento, si los resultados de los análisis de hidrocarburos muestran una tendencia a disminuir con la primera aplicación, se continúa con el tratamiento, monitoreando y dejando que el consorcio bacteriano que se activó en el suelo siga trabajando sin alterar su comportamiento, la finalidad es que estos microorganismos degraden los hidrocarburos presentes en el suelo.

VI. Adición de composta o mejoradores del suelo

12. La homogenización del suelo es continua, después de agregar la mezcla nutrientes-microorganismos-suelo y, de ser necesario, se adiciona composta o mejoradores del suelo, ésta no excederá en un 5 % del total de suelo en tratamiento; se distribuye uniformemente en el suelo o material afectado; se procede a realizar de manera periódica el mezclado-homogenización-aireación del suelo en tratamiento con maquinaria o de forma manual. La aplicación de los insumos (nutrientes y microorganismos) se realizará las veces que sea necesario y dependerá de los límites de limpieza alcanzados.

13. El movimiento o arado continuo del suelo garantiza su oxigenación y la estimulación de los microorganismos encargados de la degradación de los hidrocarburos presentes en el suelo; éstos son monitoreados constantemente por medio de equipos portátiles como el *Petroflag* para llevar un control del tratamiento y saber cuándo se han alcanzado los niveles deseados, el análisis final de suelo se realiza con un laboratorio autorizado y certificado por las autoridades para garantizar su confiabilidad.

VII. Monitoreo

14. Durante el tratamiento del suelo se monitorean y controlan las siguientes variables:

- Temperatura del suelo, la cual debe estar en un rango de 15 a 45°C para un rendimiento óptimo de los microorganismos.
- pH, que debe estar en un rango entre 5.5 a 8.0.
- Humedad del material a tratar, comprendida entre 25 y 30 %.

- Oxígeno atmosférico, el cual es suministrado al sistema mediante el volteo o remoción del material en tratamiento con maquinaria o de manera manual, según sea el caso.

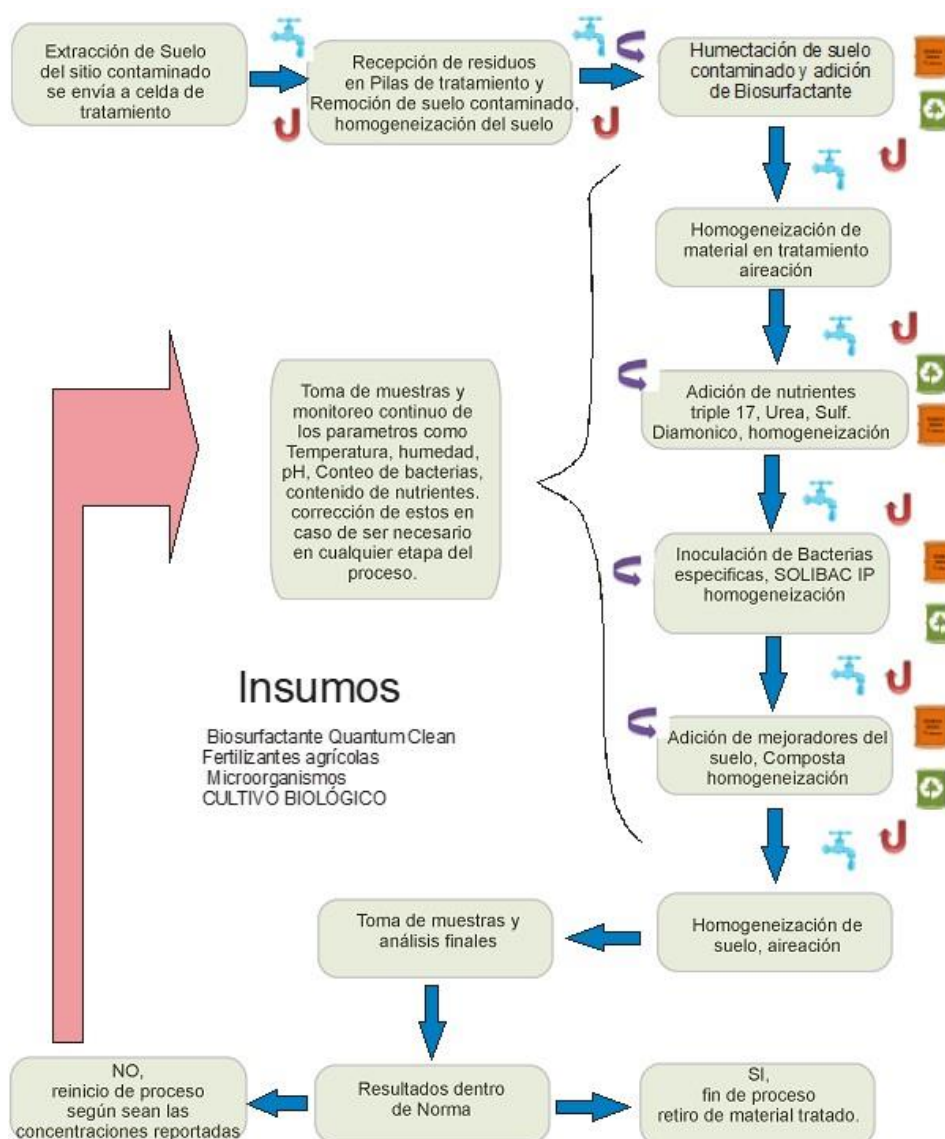
VIII. Toma de Muestra

15. En el final del proceso de tratamiento, se realizará la toma de muestras pertinentes. Esto se llevará a cabo con un laboratorio acreditado, mismo que realizará los análisis requeridos de acuerdo a la normatividad aplicable.

IX. Finalización del tratamiento

16. El criterio para dar por terminado el tratamiento, será de acuerdo con los que establezca la autoridad, considerando los niveles establecidos por la norma correspondiente. Una vez alcanzados estos parámetros, el suelo ya restaurado, procede a ser entregado a su generador, reusado, usado para relleno y/o se le da una disposición final.

Figura 12. Diagrama de flujo PILA-LS, Biorremediación por biopilas.



Balance de Masas para la Bioremediación por biopilas de Suelos Contaminados con Hidrocarburos por Bacterias Degradadoras

Datos Iniciales:

- Masa inicial del suelo contaminado = M inicial
- Concentración inicial de hidrocarburos en el suelo = C inicial
- Concentración de bacterias degradadoras de hidrocarburos = C bacterias
- Volumen de suelo tratado = V total
- Porcentaje de degradación de hidrocarburos por las bacterias = % de degradación

Pasos del Proceso:

1. Determinar la Masa de Hidrocarburos en el Suelo Inicialmente:

$$M \text{ hidrocarburos inicial} = M \text{ inicial} \times C \text{ inicial}$$

2. Calcular la Masa de Bacterias Agregadas al Suelo:

$$M \text{ bacterias} = C \text{ bacterias} \times V \text{ total}$$

3. Calcular la Masa de Hidrocarburos Degradados por las Bacterias:

$$M \text{ hidrocarburos degradados} = M \text{ hidrocarburos inicial} \times (\% \text{ de degradación})$$

4. Determinar la Masa Final de Hidrocarburos en el Suelo:

$$M \text{ final} = M \text{ hidrocarburos inicial} - M \text{ hidrocarburos degradados}$$

5. Calcular la Concentración Final de Hidrocarburos en el Suelo:

$$C \text{ final} = M \text{ final} / V \text{ total}$$

Consideraciones Adicionales:

Es importante considerar la viabilidad y actividad de las bacterias degradadoras en el suelo, así como las condiciones ambientales óptimas para su crecimiento y actividad.

La eficacia del proceso puede verse afectada por factores como la presencia de otros compuestos en el suelo, pH, temperatura y oxígeno disponible.

Con estos pasos, puedes evaluar cómo las bacterias degradadoras de hidrocarburos pueden influir en la remediación de suelos contaminados.

Datos Iniciales:

- Masa inicial del suelo contaminado (M inicial): 1000 kg
- Concentración inicial de hidrocarburos en el suelo (C inicial): 1000 mg/kg
- Concentración de bacterias degradadoras de hidrocarburos (C bacterias): 10^8 UFC/g de suelo (UFC: Unidades Formadoras de Colonias)
- Volumen total de suelo tratado (V total): 1000 m³

- Porcentaje de degradación de hidrocarburos por las bacterias (% de degradación): 80%

Pasos del Proceso:

1. Determinar la Masa de Hidrocarburos en el Suelo Inicialmente:

$$M \text{ hidrocarburos inicial} = 1000 \text{ kg} \times 1000 \text{ mg/kg} = 1,000,000 \text{ mg} = 1000 \text{ g}$$

2. Calcular la Masa de Bacterias Agregadas al Suelo:

$$M \text{ bacterias} = (108 \text{ UFC/g}) \times 1000 \text{ m}^3 = 1011 \text{ UFC}$$

3. Calcular la Masa de Hidrocarburos Degradados por las Bacterias:

$$M \text{ hidrocarburos degradados} = 1000 \text{ g} \times 80 \% = 800 \text{ g}$$

4. Determinar la Masa Final de Hidrocarburos en el Suelo:

$$M \text{ final} = 1000 \text{ g} - 800 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

5. Calcular la Concentración Final de Hidrocarburos en el Suelo:

$$C \text{ final} = 200 \text{ g} / 1000 \text{ m}^3 = 0.2 \text{ mg/m}^3$$

Resultados:

Después del tratamiento con bacterias degradadoras de hidrocarburos, la concentración final de hidrocarburos en el suelo es de 0.2 mg/m³.

Este ejemplo proporciona una idea de cómo las bacterias degradadoras pueden reducir la concentración de hidrocarburos en el suelo contaminado. Los valores reales pueden variar dependiendo de diversos factores ambientales y biológicos específicos del sitio de remediación.

c. Desorción Térmica. DESO-FS

Tabla 22. Proceso de tratamiento por Desorción Térmica.

Clave de Proceso:	DESO-FS
Nombre de Proceso	Desorción térmica fuera del sitio contaminado
Residuos a tratar	SHC: Suelos contaminados con hidrocarburos MSS: Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos (lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento). RME. Recortes y fluidos de perforación base aceite
Contaminantes	HFM: Hidrocarburos fracción media HFP: Hidrocarburos fracción pesada HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos
Insumos	Consorcio bacteriano: SOLIBAC IP, BACH-H, BACH-B. Nutrientes o fertilizantes agrícolas: Triple 17, sulfato diamónico, nitrato de potasio, urea.
Parámetros a monitorear	Humedad
	pH
	Temperatura
	Concentración de hidrocarburos

Descripción del proceso Desorción Térmica.

Criterios para la selección del tipo de Desorción Térmica

Los criterios a tomar en cuenta para la selección del tipo de desorción térmica a aplicar a los suelos o materiales semejantes a suelos contaminados a tratar estarán en función del tipo de contaminante que contengan y la concentración de éstos.

Tabla 23. Criterios para la selección del tipo de Desorción Térmica.

Tipo de desorción térmica	Concentración de contaminantes
Desorción térmica indirecta	Menores a 2000 ppm
Desorción térmica directa	Mayores a 2000 ppm y hasta 5000 ppm
Desorción térmica a alta temperatura	Mayores de 5000 ppm

Desorción Térmica Indirecta

La desorción térmica indirecta utiliza bajas temperaturas y el material a tratar es calentado utilizando un calentador adjunto al equipo. y sirve para eliminar hidrocarburos totales del petróleo (TPH por sus siglas en inglés) y bifenilos policlorados (PCB por sus siglas en inglés) de suelos y materiales peligrosos.

Este proceso permite la reutilización del suelo, se realiza a temperaturas de 100° a 210°C y el material tratado es aprovechado en un 80 %.

Desorción Térmica Directa

La desorción térmica directa se realiza a temperaturas que van de los 320°C a 560°C y el calentamiento del material a tratar es directamente en el horno rotatorio y se utiliza para tratar suelos contaminados con hidrocarburos y recortes y fluidos de perforación base aceite y base agua.

Con esta tecnología se remueven contaminantes con concentraciones entre 2000 ppm y 5000 ppm de Hidrocarburos Totales del Petróleo y el material tratado puede ser reutilizado en un 60 %. siendo ocupado como relleno en suelos de uso industrial, como rodamiento de carreteras o como block para construcción.

Desorción Térmica a Alta Temperatura

La desorción térmica a muy altas temperaturas utiliza calor que va de los 560°C a los 1010°C y se utiliza para descontaminar tratar materiales contaminados con hidrocarburos poliaromáticos y alifáticos, dioxinas, PCB, herbicidas pesticidas y otros materiales peligrosos. La ceniza residual que se obtiene es inertizada. y puede usarse como relleno, en aplicaciones de construcción o, en algunos casos como grafito.

Con este método se tratan fácilmente lodos de perforación, escombros y equipos de protección personal impregnados con hidrocarburos, desechos orgánicos clasificados como peligrosos, etc.

Esta técnica sirve para tratar la contaminación producida por compuestos orgánicos volátiles, con un peso molecular no muy elevado, como los lubricantes, aceites minerales, gasolina, entre otros, y determinados metales pesados volátiles como es el caso del mercurio. Asimismo, esta misma técnica sirve para controlar el paso de los contaminantes a la fase gaseosa, por ejemplo, se pueden eliminar éstos en una cámara de combustión o fijarlos sobre carbono activado. Estos métodos presentan el inconveniente de que el suelo queda completamente transformado, sin materia orgánica, sin microorganismos, sin disoluciones (EPA, 1996).

El proceso por desorción térmica, será utilizado para el tratamiento de Suelos contaminados con hidrocarburos, Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos (lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento) y RME, recortes y fluidos de perforación base agua y base aceite.

I. Extracción del Suelo

1. Se realiza la extracción del material o suelo contaminado, triturándolo para incorporarlo al proceso de tratamiento.
2. El material o suelo contaminado es acomodado en la celda de tratamiento en forma de pilas, de no más de 3.0 m de altura y 4.0 m de base, para el tratamiento por biopilas.
3. El material es extraído, por medio de retroexcavadoras, y transportado a la celda de tratamiento en tolvas o camiones de volteo; se deposita directamente en la celda de tratamiento formando pilas, de donde se irá colocando, en las tolvas transportadoras, a los equipos de cribado y de ahí al horno de desorción.

II. Cribado o separación del material

4. Una vez que se tiene el suelo en la celda, se inicia el cribado o separación del material, esto consiste en separar piedras o cuerpos extraños del suelo para que, por medio de una tolva de alimentación y un transportador de carga, alimentar al secador rotatorio. El tiempo que dura el tratamiento, una vez que inicia el ciclo en el alimentador del equipo, va de 6 a 12 minutos, dependiendo las concentraciones de hidrocarburos en suelo.

III. Secado de material – Horno Secador (cuerpo cilíndrico)

5. Una vez que el suelo contaminado ingresa al sistema de tratamiento, pasa en primera instancia al secador rotatorio, es en esta parte del proceso en donde se lleva a cabo la primera fase de la desorción térmica, ya que aquí se inicia la separación de los hidrocarburos del suelo por medio de calor la cual se realiza completamente en el siguiente proceso, en esta parte del proceso se manejan temperaturas de 100°C a 210°C.

IV. Desorción térmica (horno de desorción 350°C a 560°C)

6. Una vez que el suelo fue expuesto al primer proceso de secado, pasa al horno de desorción donde las temperaturas son un poco más altas y se lleva a cabo propiamente el proceso de desorción térmica, donde se separan los hidrocarburos en forma de gas del suelo, en esta fase se manejan temperaturas de 350°C a 560°C.
7. El horno de desorción térmica cumple la función principal de vaporizar el resto de los componentes sin alterar la estructura química del suelo a profundidad, mediante la volatilización del resto de los

componentes del suelo; las sustancias volatilizadas se conducirán a la cámara incineradora de humos, donde se termoxidarán a fin de destruirlas.

V. Descarga y desplazamiento del suelo

8. Una vez realizada la desorción, el horno cuenta con una descarga con trampa de gases para detener las emisiones fugitivas del interior del horno y desplazar el suelo, mediante un helicoidal sellado, hacia el exterior del horno, donde se recibe en tolvas para ser colocado en la celda de acondicionamiento final del suelo.

VI. Acondicionamiento de suelo tratado

9. Una vez que el suelo sale del proceso de tratamiento, dependiendo su origen y características originales, se coloca en la celda aladaña, en donde se acondiciona por medio de la adición de bacterias y nutrientes agrícolas para reacondicionar el suelo a su vocación original.

10. Los insumos que se utilizan directamente en este proceso, solo se emplean al final como acondicionadores finales del suelo (bacterias y nutrientes agrícolas), el resto de los insumos son indirectos para los equipos de desorción.

VII. Combustión de gases

11. Los gases de hidrocarburos, que fueron separados del suelo, continúan su tratamiento en la cámara de combustión de gases que es de temperatura mayor. Para lograr lo anterior, se cuenta con un ducto donde se canalizan los gases inmediatamente después del horno de Desorción, donde en la cámara de combustión se termoxidan los humos vaporizados de los suelos, destruyendo la mayoría de los componentes mediante temperatura. La temperatura de operación es de mínimo de 950°C, para componentes sencillos, y cuenta con alimentación de aire secundario con el objetivo de mantener el balance de oxigenación completa a fin de reducir las emisiones al mínimo.

12. Posterior a la oxidación térmica de los gases, el calor generado junto con esos gases es enviado por un ducto aislado hacia su aprovechamiento en el horno secador, con el cual se reduce el consumo de combustibles. Parte de los gases separados en el proceso son utilizados como combustible en el proceso.

VIII. Lavado de gases

13. Esta etapa es posterior al proceso de la cámara de combustión de gases, en la cual va una etapa intermedia, entre el secador y la cámara de incineración de gases. Al intercambiador de calor de este proceso, se introduce aire complementario a una temperatura aproximada de 180°C para reducir el consumo de combustible por este parámetro.

14. Los gases de combustión que salgan de la cámara incineradora de humos pasarán al equipo de enfriamiento de gases de combustión, conocido como Water Quenching. En esta etapa a los gases de combustión se les bajará la temperatura, entrando a cerca de los 800°C y saldrán de entre 360°C a 270°C, misma temperatura a la que ingresarán al horno secador, a fin de evitar vaporizar componentes que lo harán en el horno de desorción, ya que los componentes que se vaporizan en el horno de desorción deben cumplir la termoxidación, por lo cual solo es un secado a menor.

IX. Retención de partículas suspendidas

15. El control de partículas suspendidas se realizará mediante dos ciclones para que la fuerza centrífuga de los mismos pueda retener los polvos que provengan al momento de manejar los

cuerpos secos de los suelos, por lo que se colocará en la secuencia de equipos, posterior al secador, y posterior al horno de desorción, bajo los cuales se recuperan sólidos que se reprocesan hacia el cargador principal del horno de secado.

X. Lavado de gases de combustión

16. Posterior a la cámara de enfriamiento, los gases de combustión pasarán a un proceso de lavado continuo, ingresando de forma lineal a la lavadora de gases ó Scrubber.

XI. Extractor y chimenea

17. Finalmente, después de haber pasado las diferentes etapas, se llega a la chimenea, ésta estará habilitada con un ventilador de extracción tipo Dust & Steam Fan de 5 HP trifásico 220/440 Volts, instalado al pie de la misma. En esta etapa es muy importante la extracción final de los gases, forzándolos a atravesar la lavadora de gases y evitando que se eleve la presión positiva interior de la línea. La chimenea será de 10 m de altura. En el cuerpo de esta se encuentra un filtro con cartuchos de carbón activado y cal, que garantizan que los gases que se emiten son limpios y no contienen ningún de tipo de contaminante.

XII. Monitoreo de parámetros

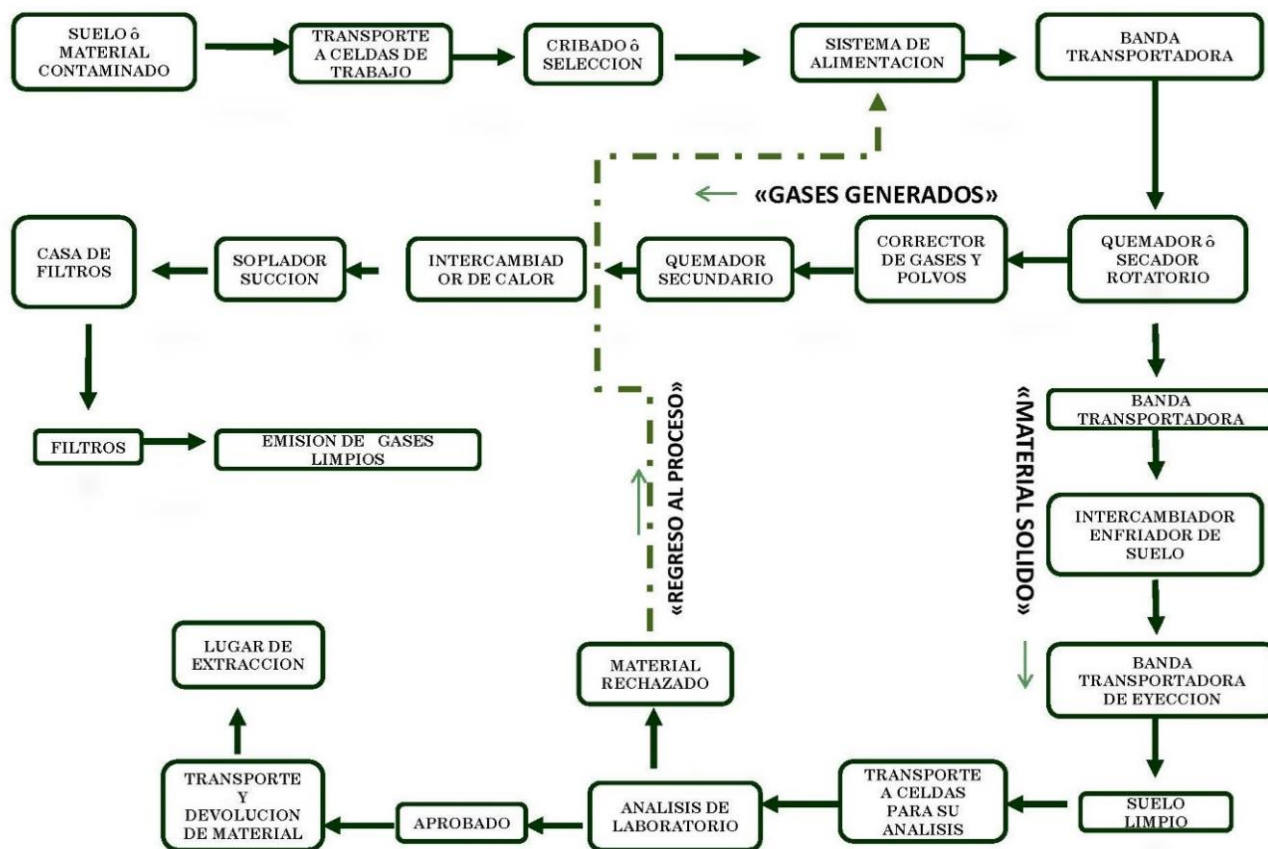
18. Los parámetros a monitorear para este tratamiento son: humedad, temperatura, pH, concentración de hidrocarburos, y son monitoreados al inicio, antes de ingresar el suelo al equipo de desorción térmica, y al salir el suelo del tratamiento, y son realizados por medio de equipos portátiles.

19. Monitoreo y registro de temperatura en las dos zonas de control de temperatura del horno: Se realiza el control del proceso con registro de hasta 12 variables como son: temperatura, humedad, límites de emisiones, monóxido y dióxido de carbono (CO₂, CO), partículas sólidas suspendidas por partículas por millón (ppm).

XIII. Finalización del tratamiento

20. El criterio para dar por terminado el tratamiento, será de acuerdo con los que establezca la autoridad, considerando los niveles establecidos por la norma correspondiente. Una vez alcanzados estos parámetros, el suelo ya restaurado, procede a ser entregado a su generador, reusado, usado para relleno y/o se le da una disposición final.

Figura 13 Diagrama de flujo Desorción Térmica. DESO-FS



BALANCE DE MASA Y DE ENERGÍA

LÍNEA DE DESORCIÓN TÉRMICA

Cálculos de remediación de hidrocarburos #2 fuel oil

=====

ESTIMACIONES BASADAS EN HARTLEY Y DWSIM

Aceite combustible #2

Peso de Aceite Combustible 7.07 lb/gal

Tasa de Alimentación Tonelada: 10 TPH

Velocidad de Alimentación Métrica: 1800TPH

ppm

Cálculo de combustión para secador: Oil in soil 0 ppm

Secador rad. pérdidas. 10,0 %

Humedad máxima: 60,0 % por peso agg.

Calor Específico: 0.22 BTU/ h

Conducción de Polvo: 10,0 % por peso res. H₂O interno... 0,00 %

Temperatura ambiente: 60°C

Temperatura de Material de Entrada: 60°C

BTU/Ton; 734245 BTU/Ton

Salida de Temperatura Material: 315°C Combustible/Toneladas 6.09 Gal/Toneladas

Temperatura del Gas de Escape: 176°C

dscfm/ton / 167,4 dscf/ton

Elevación: 500 ft acfm/ton

472.7 acfm/ton

Ex. aire (secador): 25 %

Combustible HHV: 136, 000 BTU/Gal

Ex. aire (oxidante): 25 %

Temperatura del Oxidante: 850°C

Azufre (combustible): 0.3 % por peso

Tiempo de Retención: 2,00 segundo

Azufre (aceite en efecto de destrucción: 99 % suelo/ 0.5 % P/P.

Temperatura de Entrada BH: 325°C

Opciones acfm de pila:

Temperatura de Salida BH: 148°C

Oxidación Bolsa Posterior: 37209 acfm

Permitir Emisiones: 0.012 g/scf

Relación Aire/Aire: 13829 acfm

Enfriador de evaporación 20468 acfm

ESPECIFICACIONES DE PROCESO PRINCIPAL

Densidad: 1.8

Requerimiento energético estimado: 9.46- 11.54

Temperatura de horno rotatorio primario: 190- 240°C

Temperatura de horno rotatorio de desorción térmica: 350- 450°C

Mass and Energy Balances

Stream / Apparatus	Mass (kg/s)	Energy (MW)	Exergy (MW)	Exergy-0 (MW)
Flujo 1	0.00471534	-7.603E-03	-0.0149613	-0.0150139
Flujo 2	0.166667	-0.420003	-0.682994	-0.683103
Tope	-0.103051	0.990713	1.09490	0.468217
Fondo	-7.277E-07	1.0298E-06	2.1171E-06	1.0160E-06
Condenser vapor	-0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Qcondenser (T=-371.7000C)		-0.990713	0.475562	0.475562
Qreboiler (T=378.8149C)		-1.029E-06	-1.574E-07	-1.574E-07
Balance	0.0683305	-0.427607	0.872512	0.872512

Thermodynamic efficiency = 43.14%

Component discrepancies: absolute (mol/s), relative ()

Benzene	0.360484	0.684287
1-butene	0.133460	0.253340
Propane	-0.0807086	-0.158554
Water	0.128909	0.253245
N-butane	0.184755	0.350709
Carbon dioxide	0.188087	0.357034
Air	0.514684	0.976996

CARACTERÍSTICAS DE DESTILACIÓN DE HIDROCARBUROS

Número de carbonos: C10- C28

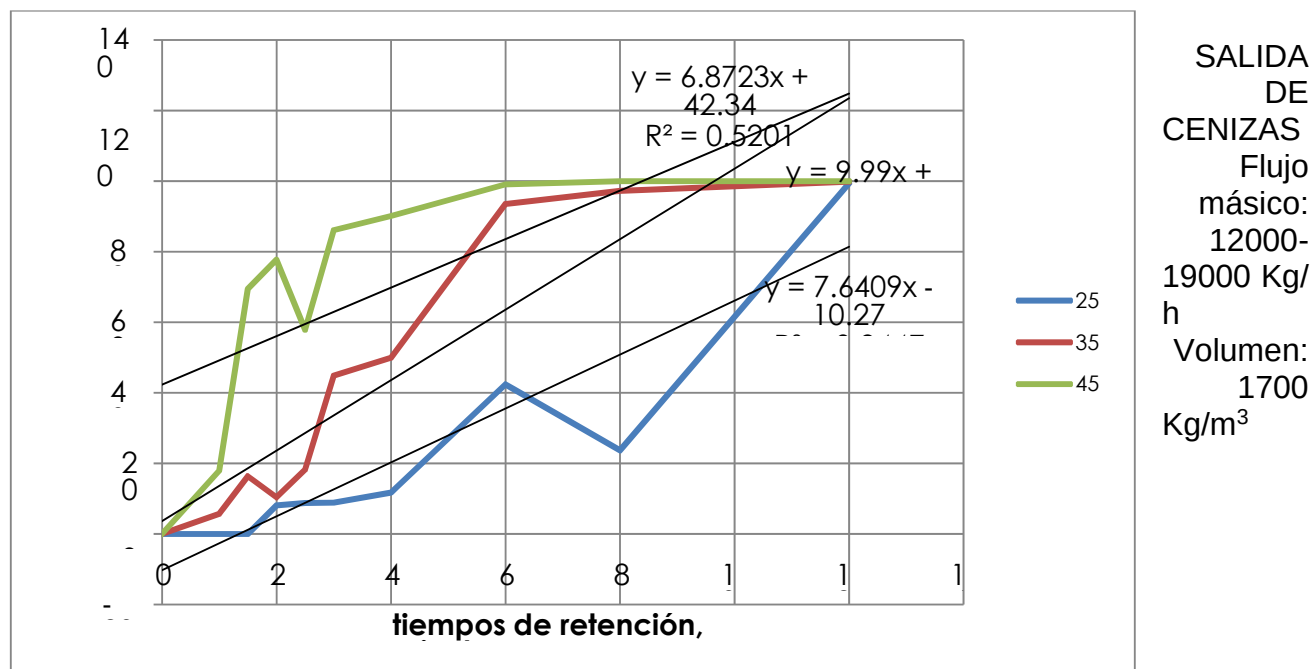
Densidad: 839 Kg/m3

TIEMPOS DE RETENCIÓN

Tabla 24. Tiempos de retención de suelos con 15000 ppm de hidrocarburos

Tiempo de retención, tR	T=250°C		T=350°C		T=450°C	
	TPH	%R	TPH	%R	TPH	%R
0	15295.25	0	15209.75	0.00	15689.75	0.00
1	16750	-6.37	15119	5.64	13318	17.93
1.5	17323	-10.01	13409	16.31	4952	69.48
2	14472	8.10	13694	10.39	3616	77.72
2.5	13561	8.80	11656	18.21	6721	57.91
3	13550	8.88	7864	44.82	2217	86.12
3.5	1834	87.67	4112	71.15	68	99.57
4	13492	11.71	7654	49.91	1509	90.13
6	8803	42.40	991	93.52	141	99.08
8	11657	23.72	426	97.21	5	99.97
12	2276	99.33	48	99.82	5	99.97

Tabla 25. Gráfico de Regresión Lineal a distintas temperaturas



d.
Tratamiento fisicoquímico (Acondicionamiento) Fluidos de perforación y recortes de perforación base agua y/o base aceite.

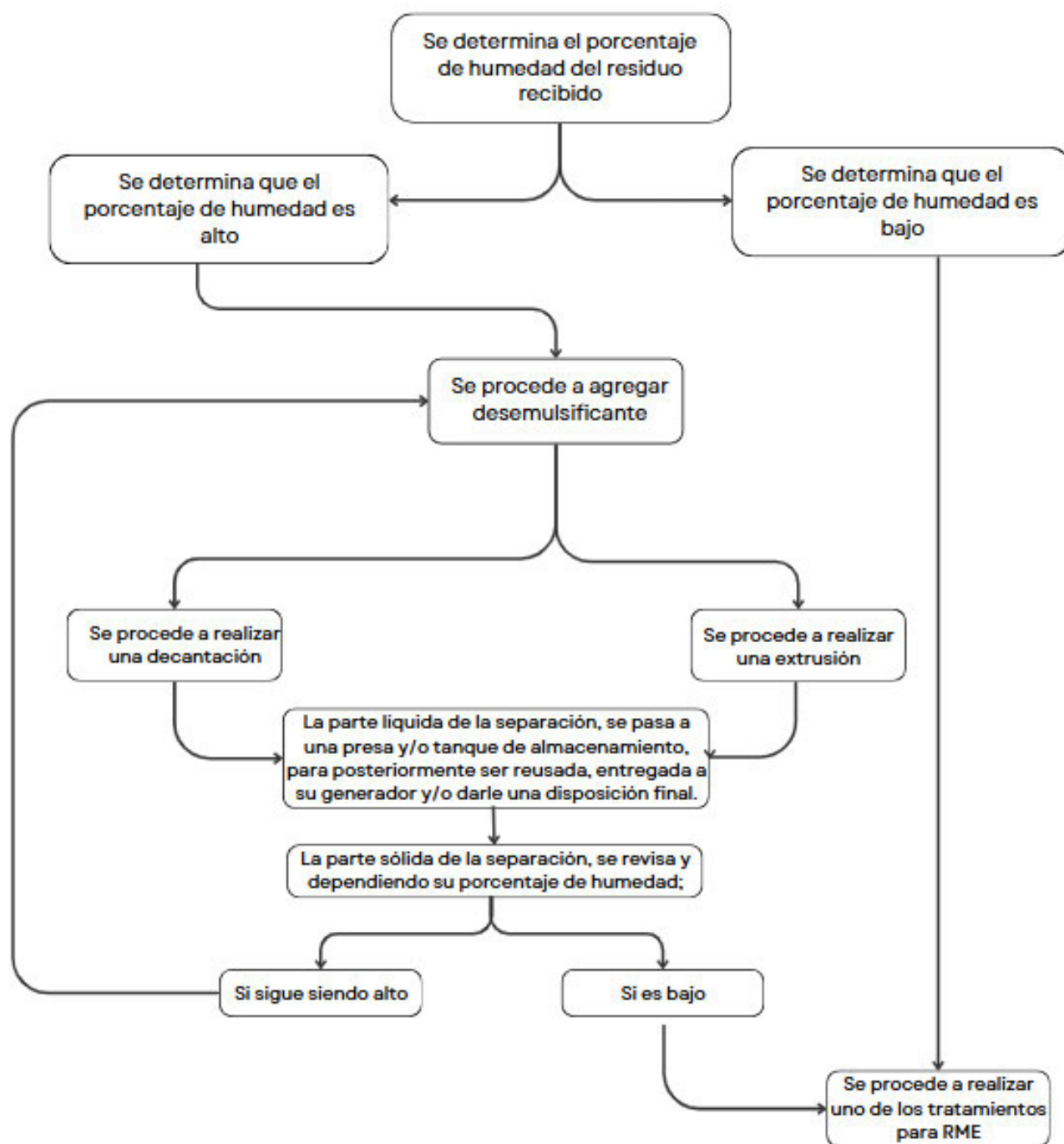
I. Recepción y Acondicionamiento

Este tratamiento solo será aplicado a los fluidos de perforación agotados y recortes de perforación base agua y/o base aceite, que contengan un porcentaje alto de humedad y se realiza previo a los tratamientos oxidación química y/o Biorremediación por biopilas

1. Una vez recibido el residuo, se determinará el porcentaje de humedad en este material.
2. Si se determina que el porcentaje de humedad del material es bajo, se procede a realizar uno de los tratamientos para RME que han sido descritos en el presente documento.
3. Si se determina que el porcentaje de humedad del material es alto, se procede a agregarle desemulsificante para comenzar a romper las emulsiones de agua en dicho residuo.
4. Posterior a esto, el residuo, ya con el desemulsificante agregado, se lleva a un proceso de extrusión y/o decantación, para realizar la separación de las fases.
5. Una vez terminado cualquiera de los procesos previamente mencionados, se procede a pasar la parte líquida de la separación a una presa y/o tanque de almacenamiento, para posteriormente ser reusada, entregada a su generador y/o darle una disposición final.
6. Por otro lado, la parte sólida de la separación, se revisa y dependiendo de su porcentaje de humedad se decide si se vuelve a ingresar al sistema para un nuevo procedimiento.
7. Si el porcentaje de humedad sigue siendo alto, el residuo se vuelve a agregar al sistema.

8. Si el porcentaje de humedad es bajo, se procede a realizar uno de los tratamientos para RME que a continuación se describen, es decir oxidación química y Biorremediación por biopilas.

Figura 14. Diagrama de flujo para recepción y acondicionamiento de RME, recortes y fluidos de perforación base agua y/o base aceite.



e. Fluidos de perforación agotados y recortes de perforación base aceite y/o base agua.

- **Oxidación Química**

I. Recepción del material

1. El material se recibe en el área 1 o 2 (Fosa 1, 2, 3, 4 o Celda 7, 8, 9, 10, 12 y 13), en una de las celdas o fosas indicadas para este tipo de Residuo. Posterior al descargue del material, se procede a esparcirlo en la celda, utilizando maquinaria pesada, como retroexcavadoras, excavadoras y volteos si es necesario.
2. Por medio de la maquinaria mencionada anteriormente, se remueven rocas grandes, residuos y materiales ajenos al material a tratar que pudieran haber sido descargados.

II. Colocación en pilas de los residuos a tratar sobre las celdas.

3. Por medio de retroexcavadoras, el material o suelo contaminado se acomoda dentro de la celda de tratamiento en forma de pilas de no más de 3.0 m de alto y 4.0 m de base, para llevar a cabo su tratamiento.

III. Adición de disolución Agua-Surfactante

4. Sobre el suelo o material en tratamiento se aplica una disolución Agua-Peróxido de Hidrógeno, Permanganato de Potasio o Quantum Clean Surfox, mezclando simultáneamente con maquinaria pesada para favorecer la reacción de oxidación. En caso de requerirse, se podrá agregar una solución de Sulfato de Hierro como catalizador de la reacción de oxidación.
5. Estos agentes aumentan la biodisponibilidad del contaminante, modificando sus condiciones de hidrosolubilidad al romper los enlaces externos de la cadena de hidrocarburo.
6. Es importante mencionar que, la aplicación del biosurfactante está condicionada a las concentraciones y tipo de contaminante presente en el sitio y/o residuos a tratar, y este puede o no aplicarse. Si el suelo tiene bajos contenidos en arcilla, se puede prescindir de este paso en el procedimiento e ir directamente a la aplicación de humedad y oxidantes.
7. La aplicación de estos agentes se lleva a cabo usando bombas autocebantes, mangueras corrugadas flexibles, conexiones rápidas y/o contenedores del tipo Rotoplas o similar y boquillas aspersoras. Y se realiza de manera continua durante todo el proceso de tratamiento hasta alcanzar los niveles de limpieza requeridos.

IV. Tratamiento

8. Se realiza una preparación con una solución del oxidante escogido con una concentración del 0.2% al 0.5% y agua. Posteriormente se irriga esta solución en el suelo contaminado.
9. Una vez irrigado el suelo, se homogenizan pipas por medio de maquinaria pesada, hasta lograr una humectación de todo el material. Estas mezclas de oxidantes son integradas mediante riego con pipas y bombas autocebantes.
10. Los compuestos utilizados son capaces de oxidar compuestos orgánicos persistentes, posibilitando su completa mineralización y transformación a CO₂, H₂O y otros compuestos inorgánicos estables. No obstante lo anterior, existe la desventaja de que si el oxidante no es aplicado debidamente, se tiene un cambio en el pH del suelo, para lo cual es necesario controlar tal parámetro mediante la aplicación de una solución Buffer para tener un pH final del suelo entre 6 y 8,

para lograrlo generalmente se emplea cal común $\text{Ca}(\text{OH})_2$ disuelta en agua al 4%, en una aplicación de riego con pipas.

11. Las reacciones de oxidación producen productos intermedios que atacan y degradan los contaminantes orgánicos, produciendo al final CO_2 , H_2O y sales, pero no siempre es el caso. Si el oxidante o los radicales son reactivos limitantes o si el producto intermedio es menos susceptible a la degradación oxidativa, entonces la mineralización puede ser incompleta y ciertos productos intermedios permanecen luego del tratamiento. A menudo estos compuestos contienen anillos aromáticos y cadenas alifáticas largas por lo que podría ser necesaria una segunda oxidación.

12. Se realiza el monitoreo de las concentraciones de hidrocarburos presentes en la mezcla, empleando para ello equipo de campo (analizador de hidrocarburos tipo Petroflag o equivalente).

13. Con base en los resultados de la primera etapa de oxidación y del monitoreo de concentración de contaminantes, se determina si es necesaria una segunda aplicación del oxidante.

14. Si los valores de hidrocarburos analizados se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles para un uso de suelo agrícola, forestal, pecuario, de conservación, residencial y/o recreativo, se considera concluido el tratamiento y se procede al muestreo final comprobatorio.

15. La toma de muestras y las determinaciones analíticas de los parámetros se realizan de acuerdo a lo establecido en la normatividad aplicable y conforme a la propuesta de remediación que al efecto se apruebe.

V. Restructuración del suelo

16. Una vez que se han alcanzado los niveles de hidrocarburos establecidos en la norma, se puede llevar a cabo el acondicionamiento del suelo con materia orgánica.

VI. Gases y Lixiviados

17. Los lixiviados generados serán recolectados y, reincorporados al proceso de tratamiento.

18. Con la aplicación de humedad al suelo también se controla la emisión de los compuestos orgánicos volátiles que eventualmente pudieran ser emitidos durante el desarrollo del proceso, evitando la emisión de polvo a la atmosfera y con la humedad disminuyendo la temperatura que pudiera ocasionar evaporación.

VII. Monitoreo de parámetros

19. Como parte del monitoreo de las diferentes variables, durante el tratamiento se controlan y mantienen la temperatura, la cual debe estar en un rango de 15° a 45°C para un rendimiento óptimo; el pH, el cual debe estar en un rango de entre 2 a 4 y la humedad del material a tratar, comprendida entre 25 y 30 %.

20. En general el restablecimiento de estos parámetros se lleva a cabo al final del tratamiento, por tratarse de un proceso totalmente químico y, hasta no tener los rangos esperados del contenido de hidrocarburos en el suelo tratado, se aplican, en caso necesario, las enmiendas para regresar a los parámetros normales del suelo o material semejante a suelo tratado.

VIII. Control del proceso

21. Con la finalidad de asegurar que el proceso de degradación de los hidrocarburos sea eficiente, se realizarán monitoreos constantes para verificar la concentración de los hidrocarburos. Estos análisis de control se llevarán a cabo por medio de equipos portátiles como el Petroflag (PetroFLAG Analyzer System).

IX. Neutralización (como parte del proceso de oxidación)

22. Una vez terminado el proceso de neutralización, se procede a agregar materia orgánica a el suelo.

23. Con maquinaria pesada, se procede a mezclarlo para acondicionarlo.

X. Término del tratamiento

24. El criterio para dar por terminado el tratamiento, será de acuerdo con los que establezca la autoridad, considerando los niveles establecidos por la norma correspondiente. Una vez alcanzados estos parámetros, el suelo ya restaurado, procede a ser entregado a su generador.

- **Desorción Térmica**

Esta técnica será utilizada para fluidos de perforación agotados y recortes de perforación base aceite.

1. El material se va adaptando en la celda en forma de biopilas de no más de 3 m de altura y 4m de base.

2. El material contaminado se transfiere a la celda de tratamiento, se homogeneiza y se criba para retirar metales u objetos de gran tamaño a fin de que estos puedan ser transportados por los mecanismos de alimentación, separando contaminantes sólidos como residuos sólidos urbanos, plásticos, metales y otros tipos de residuos, a fin de que los transportadores puedan realizar el movimiento sin desgaste de los mismos.

3. Posteriormente, se transportan los suelos hacia el proceso mediante bandas y tolvas de alimentación dosificada, estas varían según el arreglo final, pero se contempla con el layout de planta propuesto. Las mismas tolvas que se alimentarán, cuentan con sistema de regulación de revoluciones del dispensador helicoidal, con el cual se puede ajustar el flujo inicial del proceso a fin de regular en sí todo el proceso general: por lo cual éstas están dispuestas a retener cierta cantidad de producto antes de rebasar su capacidad de almacenamiento intermedio.

4. El material contaminado pasa un secador rotatorio, el cual cuenta con un sistema de regulación de rotación por variador de frecuencia, un sistema matriz con soportes de rotación y el sistema de carga de suelos, reduciendo la presencia de agua y humedad.

5. El material contaminado, será descargado al horno de desorción térmica, el cual cumple la función de vaporizar el resto de componentes sin alterar la estructura química del residuo mediante la volatilización del resto de componentes del suelo.

6. El horno de desorción, contempla temperaturas iniciales de 560°C hasta 360°C al final del cuerpo rotatorio que compone el equipo.

7. Las sustancias volatilizadas son conducidas a la cámara de combustión de gases, donde se termoxidarán a fin de destruirlas.

8. La cámara de combustión de gases contempla una temperatura de operación de 950°C y cuenta con alimentación de aire secundario con el objetivo de mantener el balance de oxigenación completa a fin de reducir las emisiones al mínimo.
9. El calor generado junto con esos gases son enviados por un ducto aislado hacia su aprovechamiento en el horno secador, reduciendo el consumo de combustibles.
10. Los gases de combustión pasan al equipo de enfriamiento conocido como Water Quenching, disminuyendo su temperatura de 80°C hasta 270°C.
11. Posterior a la cámara de enfriamiento, los gases de combustión pasan a un proceso de lavado continuo, ingresando de forma lineal a la lavadora de gases o Scrubber.
12. Finalmente, los gases son extraídos y tratados en filtros de carbón activado previo a su descarga a la atmósfera.
13. El material tratado será depositado en la celda con el fin de realizar el monitoreo de las concentraciones de hidrocarburos presentes en este, empleando para ello equipo de campo (analizador de hidrocarburos tipo Petroflag o equivalente).
14. Con base en los resultados obtenidos se evalúa si se requiere o no un nuevo ciclo (o varios) de aplicación de los insumos enunciados.

Toma de Muestra

15. En el final del proceso de tratamiento, se realizará la toma de muestras pertinentes. Esto se llevará a cabo con un laboratorio acreditado, mismo que realizará los análisis requeridos de acuerdo a la normatividad aplicable.

Finalización del tratamiento

16. El criterio para dar por terminado el tratamiento, será de acuerdo con los que establezca la autoridad, considerando los niveles establecidos por la norma correspondiente. Una vez alcanzados estos parámetros, el suelo ya restaurado, procede a ser entregado a su generador.

- **Biorremediación por biopilas PILAS-FS**

Tabla 26. Proceso de tratamiento de biorremediación por biopilas.

Clave de Proceso:	PILAS-FS
Nombre de Proceso	Biorremediación por biopilas
Residuos a tratar	RME. Recortes y fluidos de perforación base aceite.
Contaminantes	HFM: Hidrocarburos fracción media HFP: Hidrocarburos fracción pesada HAP: Hidrocarburos aromáticos policíclicos
Insumos	Consortio bacteriano: SOLIBAC IP, BACH-H, BACH-B. Nutrientes o fertilizantes agrícolas: Triple 17, sulfato diamónico, nitrato de potasio, urea Surfactante: QC Surfox, SULF 200
Parámetros monitorear	a Humedad pH Temperatura Unidades formadoras de colonias Concentración de hidrocarburos

I. Recepción del material

1. El material en una de las celdas y/o fosas indicadas para este tipo de Residuo. Posterior al descargue del material, se procede a esparcirlo en la celda, utilizando maquinaria pesada, como retroexcavadoras, excavadoras y volteos si es necesario.
2. Por medio de la maquinaria mencionada anteriormente, se remueven rocas grandes, residuos y materiales ajenos al material a tratar que pudieran haber sido descargados.

II. Colocación en pilas de los residuos a tratar sobre las celdas.

3. Por medio de retroexcavadoras, el material o suelo contaminado se acomoda dentro de la celda de tratamiento en forma de pilas de no más de 3.0 m de alto y 4.0 m de base, para llevar a cabo su tratamiento por biopilas.

III. Adición de Surfactante Quantum Clean

4. Con maquinaria pesada o de forma manual, se realiza una homogeneización del suelo, agregando a su vez el surfactante Quantum Clean para humedecerlo y asegurarse que los procesos de degradación biológica del contaminante sean de una manera más uniforme.
5. Estos agentes aumentan la biodisponibilidad del contaminante, modificando sus condiciones de hidrosolubilidad al romper los enlaces externos de la cadena de hidrocarburo. Esto permite que el consorcio de organismos degradadores actúe con mayor eficiencia, debido al aumento del área superficial de exposición del contaminante.
6. Es importante mencionar que, la aplicación del biosurfactante está condicionada a las concentraciones y tipo de contaminante presente en el suelo y/residuos a tratar, y éste puede o no aplicarse. Si el contaminante es un hidrocarburo ligero, por ejemplo, y el suelo tiene bajos contenidos en arcilla, se puede prescindir de este paso en el procedimiento e ir directamente a la aplicación de humedad y nutrientes. La aplicación de estos agentes se lleva a cabo usando pipas y/o contenedores del tipo Rotoplas o similar, equipados con bombas autocebantes, mangueras flexibles con conexiones rápidas y boquillas de aspersión.
7. El control del contenido de humedad del material se lleva a cabo con pipas, bombas autocebantes, mangueras corrugadas flexibles, conexiones rápidas y/o contenedores del tipo Rotoplas o similar y boquillas aspersoras. Su frecuencia recomendada es de por lo menos tres veces a la semana; sin embargo, depende de las condiciones climáticas y de las características fisicoquímicas (textura, contenido de materia orgánica, conductividad hidráulica, temperatura y permeabilidad) del material.

IV. Aplicación de fertilizante agrícola

8. Una vez que se ha homogeneizado el suelo contaminado en las pilas de tratamiento, se aplica una solución acuosa de nutrientes comerciales (Triple 17 o sulfato diamónico, diluidos en agua); su función en el tratamiento es para estimular la actividad de los microorganismos degradadores autóctonos y/o adicionados, ya que durante la etapa de desarrollo de éstos es requerida una cierta cantidad de elementos, que no están disponibles de manera natural en el suelo, o que tienden a disminuir su concentración afectados por la contaminación o durante el crecimiento de los microorganismos, por lo que es necesaria su aplicación con objeto de mejorar la biodegradación de contaminantes orgánicos.

9. La concentración del Triple 17 o sulfato diamónico puede variar, estando en función del tipo de hidrocarburo que se pretenda remover, así como de la concentración de éstos en el suelo en tratamiento y las características físico-químicas del mismo. En este punto también se agrega composta o mejoradores del suelo en homogenización continua del suelo. La aplicación de los nutrientes es al principio del tratamiento y solo en caso de que no se logren bajar los niveles de hidrocarburos se hace otra aplicación de fertilizante intercalándolo con el que se usó en primera instancia, de tal forma que, si la primera aplicación se optó por Triple 17, para la segunda se aplicará sulfato diamónico.

V. Aplicación de bacterias específicas

10. En caso de que el suelo en tratamiento sea un suelo pobre, se requiere de la adición de microorganismos o bacterias específicas que lleven a cabo la biorremediación, para lo cual se utilizan las marcas comerciales SOLIBAC IP SOIL, BACH-H, BACH-B especializados en la degradación del hidrocarburo. Los microorganismos se acondicionan y activan previo a su aplicación. La aplicación se realiza mediante el sistema de riego (pipas y bombas autocebantes) y se va removiendo el suelo para homogenizar la aplicación de los microorganismos y en las condiciones apropiadas para el grado de contaminación del suelo por restaurar.

11. La periodicidad de la aplicación de las bacterias dependerá del avance del tratamiento, si los resultados de los análisis de hidrocarburos muestran una tendencia a disminuir con la primera aplicación, se continúa con el tratamiento, monitoreando y dejando que el consorcio bacteriano que se activó en el suelo siga trabajando sin alterar su comportamiento, la finalidad es que estos microorganismos degraden los hidrocarburos presentes en el suelo.

VI. Gases y Lixiviados

12. Los lixiviados generados serán recolectados y, reincorporados al proceso de tratamiento.

13. Con la aplicación de humedad al suelo también se controla la emisión de los compuestos orgánicos volátiles que eventualmente pudieran ser emitidos durante el desarrollo del proceso, evitando la emisión de polvo a la atmosfera y con la humedad disminuyendo la temperatura que pudiera ocasionar evaporación.

VII. Monitoreo

14. Durante el tratamiento del suelo se monitorean y controlan las siguientes variables:

- Temperatura del suelo, la cual debe estar en un rango de 15 a 45°C para un rendimiento óptimo de los microorganismos.
- pH, que debe estar en un rango entre 5.5 a 8.0.
- Humedad del material a tratar, comprendida entre 25 y 30 %.
- Oxígeno atmosférico, el cual es suministrado al sistema mediante el volteo o remoción del material en tratamiento con maquinaria o de manera manual, según sea el caso.

VIII. Toma de Muestra

15. En el final del proceso de tratamiento, se realizará la toma de muestras pertinentes. Esto se llevará a cabo con un laboratorio acreditado, mismo que realizará los análisis requeridos de acuerdo a la normatividad aplicable.

IX. Finalización del tratamiento

16. El criterio para dar por terminado el tratamiento, será de acuerdo con los que establezca la autoridad, considerando los niveles establecidos por la norma correspondiente. Una vez alcanzados estos parámetros, el suelo ya restaurado, procede a ser entregado a su generador, reusado, usado para relleno y/o se le da una disposición final.

D) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y/O BIOLÓGICAS DE LOS RESIDUOS QUE SERÁN RECIBIDOS Y SOMETIDOS A LOS PROCESOS

Se describen las características fisicoquímicas de los residuos que serán recibidos para los procesos de tratamiento.

- **Suelos contaminados con hidrocarburos y/o Materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos.**

Las características esperadas de estos suelos se realizarán tomando como referencia específica la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, específicamente para los contaminantes HFP, HFM y HAP's, se revisarán, cantidad de hidrocarburos, pH, humedad, conductividad.

- **Fluidos y/o recortes de perforación base agua y base aceite.**

Las características esperadas de estos residuos se realizarán tomando como referencia específica la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, específicamente para los contaminantes HFP, HFM y HAP's, así como el análisis CRETIB tomando como referencia la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Estos fluidos presentan características de grandes cantidades de líquidos, rebasan en algunos casos los límites máximos permisibles de HFP, HFM, HFL. Son fluidos que pueden contener aceite libre, diésel, entre otros, todo depende de los aditivos con los que hayan sido preparados.

E) RESTRICCIONES PARA RECIBIR RESIDUOS PELIGROSOS. CRITERIOS DE RECHAZO.

Previo a la recepción se debe contar con toda la información necesaria que garantice que se trata de un suelo contaminado con hidrocarburos y/o materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos, recortes de perforación y fluidos de perforación base agua o base aceite. El generador debe proporcionar que contaminante contiene, concentración del mismo, contenido de humedad, etc. para determinar el área o el acondicionamiento previo en caso de requerirlo para su tratamiento.

El proceso de recepción será el siguiente.

Antes de aceptar el ingreso del residuo se solicitarán resultados analíticos, características físico químicas, procedencia, proceso que lo generó, cantidad a recibir, tipo de transporte en el que se enviará, entre otra información que proporcione la certeza del manejo del residuo. Si la información no es clara se solicitará un análisis CRETIB.

Si no se cuenta con esta información, el residuo se rechazará o se procederá a realizar el análisis CRETIB por un laboratorio debidamente acreditado, con cargo al generador.

Como medida de control para su recepción se contará con una bitácora desde su ingreso, con toda la información pertinente del transportista, generador del residuo, responsable del envío, cantidades en volumen y pesaje de entrada y de salida de las unidades, área a la que está destinada, tipo de tratamiento al que se someterá.

F) ENLISTAR LOS EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES, ASÍ COMO DE LA INFRAESTRUCTURA QUE SE PRETENDEN INSTALAR, ESTABLECIENDO SUS CARACTERÍSTICAS (DIMENSIONES, CAPACIDADES, SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONTROL), CONDICIONES DE OPERACIÓN, LOCALIZACIÓN DENTRO DE LA PLANTA, SUSTANCIAS A MANEJAR. (LOS EQUIPOS DEBEN COINCIDIR CON LOS MENCIONADOS EN LA DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS INDICADOS EN EL INCISO C).

Se enlista el equipo a utilizar en los procesos de tratamiento, cabe mencionar, que parte de la maquinaria y equipo a utilizar serán rentados con un proveedor externo, asimismo el mantenimiento de los mismos será realizado fuera del área del proyecto.

Tabla 27. Equipos a utilizar en los procesos de tratamiento.

Área	Equipo	Cantidad	Combustible	Capacidad	Dimensiones	Proceso en el que se utilizará
1, 2 y 3	Retroexcavadora	3	Diésel	1 m ³	7.15 x 2.17 m x 2.60 de alto	Todos los procesos
1 y 2	Pipas de agua	2	Diésel	10,000 litros	4.5 x 2.30 m x 1.25	Todos los procesos
1 y 2	Pipas de agua con remolque	2	No aplica	2,800 litros	2.44 x 1.55 metros	Todos los procesos
1,2 y 3	Camión de volteo de 14 m ³	4	Diésel	14 m ³	9.6 x 3.05 m x 3.57 altura	Todos los procesos, movimiento de residuos
2	Centrífugas decantadoras	3	Energía eléctrica motores a 220 kw	3 m ³ /hora	5.07 x 1.19 m x 1.53 altura	Acondicionamiento de residuos, (reducción de humedad)
3	Horno desorción Térmica	1	Diésel	259,200 t/año	12.5 m x 8.50 m x 6.30 m altura	Tratamiento por Desorción Térmica
1,2 y 3	Bombas de agua, autocebantes	5	Gasolina	3.5 HP	0.48 x 0.36 x 0.37 m altura	Todos los procesos, Desazolve de agua de tratamientos
1,2 y 3	Tanques Plásticos	6	No Aplica	2500 litros	1.76 x 1.55 m	Todos los procesos, áreas 1, 2 y 3. Desazolve de agua de tratamientos
1,2 y 3	Excavadora hidráulica, Modelo 312	1	Diésel	3 m ³	7.5 m ancho x 3m largo	Todos los procesos
1, 2 y 3	Excavadoras hidráulicas, Modelo 320	3	Diésel	3 m ³	9 m ancho x 3m largo	Todos los procesos
1, 2 y 3	Excavadora hidráulica, Modelo 330	1	Diésel	3 m ³	10 m ancho x 3m largo	Todos los procesos
1, 2 y 3	Motobomba	5	Diésel	25 hp	95.00 x 56.00 x 66.00 cm	Desazolve de agua de tratamiento
1, 2 y 3	Motobomba centrífuga	5	Diésel	5 hp	79.00 x 53.00 x 54.00 cm	Desazolve de agua de tratamiento
2	Extrusoras	3	Energía eléctrica 380V/50Hz	3 m ³	1.930x0.550x10.2 m	Acondicionamiento Tratamiento de residuos de manejo especial
2	Presas metálicas	2	No Aplica	80 m ³	Altura 3.35m x Ancho 2.59m x Longitud 14.02m	Almacenamientos lixiviados RME/Lixiviados RP
2	Tanques de almacenamiento vertical	2	No aplica	40 m ³	5.55 altura 3.24 diámetro	Almacenamientos lixiviados RME/Lixiviados RP
1,2 y 3	Planta de luz	1	Diésel	60 Hz / 1800 r.p.m.	Largo:2.538 m Ancho:1.000 m Alto:1.450 m	Área 1, 2 y 3

ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO DE DESORCIÓN TÉRMICA

Línea de tratamiento de desorción térmica fija

La línea de tratamiento de desorción térmica incluye:

- Cribadora.
- Tolvas de alimentación y cargador de transportador cangilonado.
- Secador rotatorio.
- Horno de desorción.
- Cámara incineradora de humos.
- Equipo de enfriado de gases de combustión (*water quenching*).
- Torre de enfriamiento de agua para equipo de enfriado de gases de combustión.
- Precipitador electrostático.
- Turboventilador propulsor de gases de combustión.
- Lavadora de gases tipo *scrubber* con solución salina.
- Filtro con cartuchos de carbón activado y cal

Tabla 28. Especificaciones del Equipo de Desorción Térmica.

Características generales	
Tipo de Calentamiento:	Combustión con fuego directo
Volumen de procesamiento de la línea:	20 a 28 toneladas/hora
Dimensiones exteriores máximas:	12.50 metros longitud exterior
	8.50 metros ancho exterior
	6.30 metros alto exterior
Peso del equipo:	29,200 a 31,600 kg. (Teórico)
Tiempo aproximado de residencia:	0:12 a 0:20 hr según programación.
Peso de producto en tránsito:	5.6 a 7.8 toneladas
Control de calentamiento:	Programable
Modalidad de carga:	Carga frontal por tolva dosificadora
Capacidad térmica nominal:	3'500,000 BTU/HR Cámara primaria (carga horno de desorción térmica, cuerpo rotatorio)
	Equivalente a 104.58 BHP (Caldera caballos de fuerza)
	1'600,000 BTU/HR Cámara secundaria (incineradora de humos)
	Equivalente a 47.86 BHP (Caldera caballos de fuerza)
Tipo de quemador:	Industrial de media velocidad con bloc refractario tren de válvulas de seguridad, regulación y ajuste de relación aire/gas.
Zonas de control:	Cinco: Horno secador rotatorio (temperatura y velocidad de rotación/avance) Horno de desorción (temperatura y velocidad de rotación/avance) Cámara incineradora de humos (temperatura) Tolvas de carga (velocidad de dosificación) Equipo de Mitigación de emisiones (control de acidez, flujo de gases, temperatura de salida, calidad de emisiones)
Temperatura de proceso:	100°C a 210°C horno Secador (cuerpo cilíndrico).
	350°C a 560°C horno de desorción (cuerpo cilíndrico).
	950°C a 1100°C Cámara secundaria.
Número de cuerpos móviles:	16 segmentos, con rodamientos.
Modalidad de descarga de suelos	Salida horno de desorción rotatorio con banda de descarga
Suministro de energía eléctrica:	440 V TRIFASICO PARA FUERZA, Y 220 V PARA TABLERO DE CONTROL. Con calibre de seguridad calibre 00 AWG en tres fases

Características generales	
	(440V 60hz) tres cables color negro para fuerza y un cable desnudo calibre 2 AWG para tierra (neutro). Con pastilla de 480 amperes, y caja de cuchillas de seguridad anterior para control de suministro. La carga es de 155.5 kw/hr a plena carga Y transformador de la acometida eléctrica. Se necesita una caja de pastillas para mantener la acometida independiente,
Listado de motores.	Turboventilador combustión 10 hp (2 piezas)
	Extractor Etapa 3 y 4 de 5 hp (2 pieza)
	Motorreductor de tracción cuerpo rotatorio de 10 hp (2 piezas)
	Motorreductor de banda de 3 hp (4 piezas)
	Bomba de recirculación de agua 5 hp (2 piezas)
Suministro de gas LP:	Conexión de Gas LP a 4 kg/m ² de presión en una línea de 1-1/2" de diámetro, con tubería negra sin costura con cedula 40, con conexiones roscadas, y llave de paso. Con un suministro preparado para 88 a 96 litros por hora de operación y una capacidad aproximada de 5000 litros y dos de 1500 litros para abasto para 5 a 6 días, de acuerdo a uso.
Suministro de agua	Conexión de 1/2" de tubería negra con agua de baja salinidad con nula o poca presencia de sales, y presencia de fino inferior a malla 120 o 2 micras, de preferencia colocar suavizador de agua. Consumo promedio de 15,600 litro por mes para cubrir reposición de agua por evaporación y limpieza para las etapas de Water Quenching y la lavadora de gases.
Desagüe	Tubería para aguas para desecho de lodos de tina de cenizas, lavadora tipo scrubber.

Las temperaturas que se manejarán en el proceso de desorción son las siguientes:

Tabla 29. Condiciones de operación para el proceso de desorción.

Temperaturas de operación	
Horno secador (cuerpo cilíndrico)	100°C a 210°C
Horno de desorción (cuerpo cilíndrico)	350°C a 560°C
Cámara secundaria	950°C a 1100
Secador rotatorio	
Temperatura de operación	320°C a 1010°C
Peso aproximado (incluida plataforma)	29 toneladas
Alimentación	20 a 28 toneladas/hora
Combustible:	Diesel o gas natural
Tiempo de operación	24 horas de manera continua

A) Horno Rotatorio

Tabla 30. Características del horno rotatorio.

Características del horno rotatorio para secado de suelos	
Tipo de Horno	Continuo Tipo Rotatorio con cargadores mecánicos
Tipo de Calentamiento	Aprovechamiento de calor residual de Cámara de Incineradora de Humos
Capacidad de Producción	18.4 a 24.9 toneladas por hora.
Temperatura Máxima de Servicio	180 ° C.
Temperatura Promedio de Operación	140 ° C. inicial a 60°

Número de Zonas de Control Automático de Temperatura del Horno	1 Zona
Tiempo de Ciclo de entrada a salida.	0:06 a 0:12 Horas.
Velocidad Promedio de avance de carga.	0:12 a 0:15 Metros / rotación.
Rotaciones regulables	8 a 32 rpm
Promedio de toneladas dentro de horno	de 2.6 a 4 toneladas
Longitud del Horno	16.00 m
Ancho Exterior	2.10 m (soportes de horno y mecanismo tractor)
Altura Exterior	3.40 m
Diámetro Exterior	1.20 m
Diámetro Interior	0.95 m
Altura desde el piso al nivel de la Carga	3.80 m

B) Horno de Desorción

Tabla 31. Características del horno de Desorción.

Características del horno de desorción térmica	
Tipo de Horno	Continuo tipo rotatorio con cargadores mecánicos
Tipo de Calentamiento	Combustión con quemador de flama cónica
Capacidad de Producción	18.4 a 24.9 toneladas por hora.
Temperatura Máxima de Servicio	680 ° C.
Temperatura Promedio de Operación	560 ° C. inicial a 360°
Número de Zonas de Control Automático de Temperatura del Horno	1 Zona
Tiempo de Ciclo de entrada a salida.	0:06 a 0:12 Horas.
Velocidad Promedio de avance de carga.	0.12 a 0.15 Metros / rotación.
Rotaciones regulables	8 a 32 rpm
Promedio de toneladas dentro de horno	de 2.3 a 3.2 toneladas
Dimensiones aproximadas del horno	
Longitud del Horno	12.00 m
Ancho Exterior	2.50 m (soportes de horno y mecanismo tractor)
Altura Exterior	2.60 m
Diámetro Exterior	1.50 m
Diámetro Interior	1.22 m
Altura desde el piso al nivel de la carga	3.80 m

Estructura metálica.

El horno llevará una cubierta metálica fabricada con placa de acero al carbón, calibre 3/8", con refuerzos perimetrales y perfiles estructurales en las secciones que demande el diseño final del equipo, para garantizar su rigidez con el mínimo peso posible. Así mismo contará con alineación con base en dos rodamientos libres y uno más para transmisión.

El horno contará con un cargado sellado para evitar fugas de emisiones de gases de combustión.

Material aislante térmico.

La pared del horno rotatorio será fabricada de una capa de fibra cerámica en una capa de 4" pulgadas con estructura metálica de acero inoxidable 304 con levantadores de carga, para una temperatura de servicio máximo de 330° C en la zona de alta temperatura.

El sello lateral (empalmes del horno) será fabricado con fibra cerámica para 2800 °f equivalente, en 4" de espesor.

Soportes de alineación

El horno contará con tres soportes de acero, montados éstos a su vez sobre una mocheta de carga con zapatas para contener la alineación el esfuerzo mecánico y el peso, con zapatas y excavación para distribuir de mejor forma el peso.

Descarga de suelos

El horno contará con una descarga con trampa de gases para detener las emisiones fugitivas del interior del horno y desplazar el producto mediante un helicoidal sellado, hacía el horno de desorción térmica, helicoidal con funcionamiento on –off.

Ducto de gases hacia lavado

En la parte de carga del horno rotatorio, tendrá su Damper de acción mecánica manual, el sistema de manejo de los gases de combustión tipo “Yugo” ó colector de gases tendrá un revestimiento aislante de fibra cerámica en forma de micromódulo de 2" y 4" de espesor.

Mecanismos

El sistema motriz del horno está diseñado para tener regulación en la velocidad de rotación del horno, haciendo un paso regulable del equipo, a fin de tener versatilidad según la humedad y características variadas que tengan los suelos diversos que se traten, variando la velocidad de rotación y por ende el tiempo de residencia del equipo.

Equipo de combustión

El quemador principal del horno, puede tener funcionamiento con diésel, gas LP o gas Natural, haciendo versátil la operación, y generando opciones para diversas alimentaciones y ajustes a la disponibilidad de combustible variado, en función de sus necesidades. Con monitoreo de presencia de flama, control de regulación de flujo de aire y de gas, y ajuste de calibración fino, para mejorar la relación aire gas y mejorar el comportamiento del consumo. El quemador en cuestión se compone de los siguientes elementos.

- Motor de aire de combustión de 2 HP. Alimentación a 220V
- Capacidad nominal por hora de 2.2 millones de BTu/hr
- Control de quemador de secuencia de purga y revisión de flama.
- Control desde tablero de control para reseteo de quemador e indicador de forma.

C) Cámara Incineradora de Humos

La cámara de combustión de gases es de temperatura mayor y tiene un ducto donde se canalizan los gases inmediatamente después del horno de desorción, donde en la cámara de combustión se termoxidan; los humos vaporizados de los suelos destruyen la mayoría de componentes mediante temperatura.

La temperatura de operación es de mínimo de 950°C, para componentes sencillos, y cuenta con alimentación de aire secundario con el objetivo de mantener el balance de oxigenación completa, a fin de reducir las emisiones al mínimo. Para residuos con bifenilos policlorados (PBC; por sus siglas en inglés) se recomienda la cámara incineradora de humos a 1100°C.

Posterior a la termoxidación de los gases, el calor generado, junto con esos gases, son enviados por un ducto aislado hacia su aprovechamiento en el horno secador con el cual se reduce el consumo de combustibles.

Estructura metálica

La estructura metálica de dicha cámara se compone de perfiles estructurales negros con lámina calibre 14 y 16 y soportes desde el piso para carga dicha cámara por encima del Horno de desorción.

Materiales refractarios y de aislamiento térmico

El material aislante del equipo es de fibra cerámica con anclaje de varilla de acero inoxidable cubierta de con recubrimiento de rigidizante de polvo cerámico y aislamiento de 8".

El acomodo del mismo se hace en Macromódulo a fin de reducir el cambio por desprendimiento y asegurar su funcionalidad a largo plazo del aislamiento.

Mecanismos

El principal mecanismo es un ventilador de aire secundario, cuya función es inyectar el complemento de aire para lograr la combustión de gases y oxidarlos, éste tendrá toberas de inyección sumergidas dentro de aislamiento, a fin de reducir el enfriamiento por introducción de gases a temperaturas ambiente.

Equipo de combustión

El quemador principal del horno puede tener funcionamiento con diésel, gas LP o gas natural, haciendo versátil la operación, y generar dos opciones para diversas alimentaciones y ajustes a la disponibilidad de combustible variado en función de sus necesidades. Con monitoreo de presencia de flama, control de regulación de flujo de aire y de gas, y ajuste de calibración fino para mejorar la relación aire gas y mejorar el comportamiento del consumo. El quemador en cuestión se compone de los siguientes elementos.

- Motor de aire de combustión de 2 HP. Alimentación a 220V
- Capacidad nominal por hora de 2.6 millones de BTu/hr
- Control de quemador de secuencia de purga y revisión de flama.
- Control desde tablero de control para reseteo de quemador e indicador de forma.

D) Unidad de Lavado de Gases

Intercambiador de calor

Los gases de combustión que salgan de la cámara incineradora de humos pasarán al equipo de enfriamiento de gases de combustión conocido como Water Quenching, en esta etapa a los gases de combustión se les bajará la temperatura, entrando a cerca de los 800°C y saldrán de entre 360°C a

270°C. Misma temperatura en la ingresarán al horno secador a fin de evitar vaporizar componentes que lo harán en el horno de desorción, ya que los componentes que se vaporizan en el horno de desorción deben pasar a cumplir su termoxidación, por lo cual solo es un secado a menor temperatura como se explicó en la introducción del proceso.

El Water Quenching será fabricado en acero inoxidable para prevenir la corrosión y tendrá un recubrimiento de fibra de vidrio.

Esta etapa es anterior el proceso de secado. Después del secado de suelos, se opera el horno secador y el ciclón.

Ciclón de retención de partículas suspendidas

Para el control de partículas suspendidas se tienen dos ciclones para que, la fuerza centrífuga de los mismos pueda retener los polvos que provengan al momento de manejar los cuerpos secos de los suelos, por lo que se colocará en la secuencia de equipos, posterior al secador, y posterior al horno de desorción, bajo los cuales se recuperan sólidos que se reprocesan hacia el cargador principal del horno de secado.

Lavador de gases de combustión.

Posterior a la cámara de enfriamiento, los gases de combustión pasarán a un proceso de lavado continuo, ingresando de forma lineal a la lavadora de gases o scrubber.

El diseño de lavadora de gases a instalar se le conoce como lavadora tipo scrubber, con las características siguientes:

Tabla 32. Características de la lavadora tipo scrubber.

Características lavadora tipo scrubber	
Caída de Presión:	6" Columna de Agua
Eficiencia de Retención:	95%
Ø de Partículas Removida:	2 a 5 Micras
Recirculación del Agua.	

La lavadora de gases tendrá la capacidad de lavar los metros cúbicos de gases generados del proceso de evaporación de humedad, incineración de RP, incineración y enfriamiento de humos, etc., provenientes de las distintas etapas de la línea continua para incineración de RP.

La lavadora tipo scrubber será fabricada en acero inoxidable para prevenir la corrosión y tendrá un recubrimiento de fibra de vidrio.

Extractor y chimenea.

Habilitada con un ventilador de extracción tipo Dust & Steam Fan de 5 HP trifásico 220/440 Volts, instalado al pie de la misma.

La chimenea será de 10 m de altura x 0.90 m de Ø, fabricada en lámina negra calidad A-36 de 1/8" de grosor, con remate superior con sombrero "chino" de 1.10 m de Ø, con acabado en pintura color aluminio de alta temperatura.

E) Tolvas

Capacidad de tolva: Estimado de 3 a 5 toneladas por hora, en función de la consistencia, humedad y tipo de suelo. Suelo de bajo contenido de roca, aumentan la capacidad de horno.

Tabla 33. Especificaciones de las tolvas y bandas transportadoras.

Medidas de equipo:		
Largo	3.50 metros	
Ancho:	2.20 metros	
Alto:	2.30 metros	
Altura de Cargador:	Se recomienda a nivel de piso, para empuje con mini cargador o descarga directa de góndola.	
No	Concepto	Sistema motriz
1	Banda transportadora de lodos: Banda ahulada, con refuerzo metálico, para una carga en tránsito de 3 toneladas, máximo, ancho de banda 50 cm con rodillos de transmisión cada 30 cm, largo total de 12 metros, inclinación máxima de 5°. Velocidad de desplazamiento 5 a 12 metros por minuto.	Motoreductor de 7.5 hp, con alimentación trifásica 220V
2	Tolva de alimentación Uno: Capacidad de 5 toneladas de almacenamiento máximo, medidas de 2.5 metros de largo. 1.2 metros de ancho, y 2.3 metros de alto máximo. Ajuste de velocidad de rotación para cambiar flujo de dosificado mediante variador de frecuencia.	Motoreductor de 5 hp, para helicoidal de distribución con alimentación trifásica 220V
3	Banda transportadora de lodos: Banda ahulada, con refuerzo metálico, para una carga en tránsito de 3 toneladas, máximo, ancho de banda 50 cm con rodillos de transmisión cada 30 cm, largo total de 5 metros, inclinación máxima de 5°. Velocidad de desplazamiento 5 a 12 metros por minuto.	Motoreductor de 5 hp, con alimentación trifásica 220V
4	Cargador de transportador cangilonado: Cargador con cangilón, cada uno de capacidad de 12 a 15 kilogramos con dimensiones de 60 cm de ancho con cadena reforzada de acero negro, con guías para elevación a altura de carga de Horno secador y sistema de alimentación doble.	Motoreductor de 10 hp, con alimentación trifásica 220V
5	Banda transportadora de lodos: Banda ahulada, con refuerzo metálico, para una carga en tránsito de 3 toneladas, máximo, ancho de banda 50 cm con rodillos de transmisión cada 30 cm, largo total de 8 metros, inclinación máxima de 5°. Velocidad de desplazamiento 5 a 12 metros por minuto.	Motoreductor de 5 hp, con alimentación trifásica 2

F) Alimentadores

Tabla 34. Características de los alimentadores.

Tipo de alimentador	Distancia
Alimentador de retorno de sólidos de ciclón 1 a cargador Cangilonado 1, tipo helicoidal sin fin, de motoreductor de 2 hp	12 m
Alimentador de retorno de sólidos de ciclón 2 a cargador Cangilonado 1 tipo helicoidal sin fin, de motoreductor de 2 hp	12 m
Salida de suelos procesados de Horno de Desorción a salida, tipo banda ahulada reforzada de rodillos, con motor de 3 hp	16 m

G) Equipo de Control de Temperatura

El control de la línea de tratamiento de suelos contará con controles operados a distancia y controles presenciales para la operación simultánea del todo del equipo anteriormente listado. Para la completa

coordinación del equipo está misma se tiene un control maestro enlazando todos los equipos, para que empiece la operación completa y continuada del tratamiento de suelos. Contando con elementos adaptados a un PLC con control en consola de computadora y control por pantalla táctil en sitio, con control integrado en la HMI (Human Machine Interface), donde se controlan variadores de frecuencia y diversos controles.

Control de temperatura: ciclo continuo

El control del proceso completo se tendrá en un tablero maestro con un programador lógico marca Delta Electronics, con interface de comunicación tipo Modbus, para conexión remota por Ethernet o vía RS248, para control secuencial del proceso, integrándose en dicha consola los siguientes elementos:

- Control de variadores de frecuencia que ajustan la velocidad del flujo de proceso, para rotación de los dos hornos, para velocidad de bandas y transportadores helicoidales.
- Controles de límites de operación como emisiones máximas, temperaturas máximas, pesos máximos, entre otros.
- Encendido de motores y secuencias de encendido de equipos.
- Controles de quemadores para secuencias de purgas y otros parámetros de operación para la combustión.

Equipos portátiles para monitoreo en campo de pH, temperatura y humedad.

Los parámetros del proceso como temperatura y humedad son reportados por la consola de control del equipo, que reciben la señal de los lectores del equipo.

Equipo de control de temperatura

El control de la línea de tratamiento de suelos contará con controles operados a distancia y controles locales para la operación simultánea de todo el equipo anteriormente listado. Para la completa coordinación del equipo, se tendrá un control maestro, enlazando todos los equipos para que inicie la operación completa y continua del tratamiento de suelos. Contando con elementos adaptados a un PLC con control en consola por computadora y control por pantalla táctil, en sitio con control integrado en la HMI (Human Machine Interface), donde se controlan variadores de frecuencia y diversos controles.

Control de temperatura ciclo continuo: El control del proceso completo se tendrá en un tablero maestro con un programador lógico marca Delta Electronics, con interface de comunicación tipo Modbus, para conexión remota por Ethernet o vía RS248, para control secuencial del proceso, integrándose en dicha consola los siguientes elementos:

- Control de variadores de frecuencia que ajustan la velocidad del flujo de proceso, para rotación de los dos hornos, para velocidad de bandas y transportadores helicoidales.
- Controles de límites de operación como emisiones máximas, temperaturas máximas, pesos máximos entre otros.
- Encendido de motores y secuencias de encendido de equipos.
- Controles de quemadores, para secuencias de purgas y otros parámetros de operación para la combustión.

G) SERVICIOS QUE SE REQUIEREN PARA EL DESARROLLO DE LAS OPERACIONES Y/O PROCESOS.

En el numeral II.5.3. Descripción de servicios requeridos, se han descrito lo aquí solicitado, sin embargo, de forma general serán necesarios los servicios de agua, energía eléctrica, insumos para tratamiento, combustibles, recolección de residuos sólidos urbanos y telefonía e internet.

H) INFORMAR SI CONTARÁN CON SISTEMAS PARA REUTILIZAR EL AGUA. EN CASO AFIRMATIVO DESCRIBA EL SISTEMA.

El agua que se genere del sistema de lixiviados de cada una de las celdas será reutilizada en el tratamiento. En esta etapa del proyecto no se considera una planta de tratamiento de aguas residuales.

En cuanto al exceso de agua que contienen los recortes de perforación base agua, se retira la humedad por medio de los equipos decantadores para tratar solo los sólidos, los líquidos recuperados son enviados a tratamiento con una empresa autorizada.

I) SEÑALAR SI EL PROYECTO INCLUYE SISTEMAS PARA LA COGENERACIÓN Y/O RECUPERACIÓN DE ENERGÍA.

El proyecto no incluye sistemas para la cogeneración/o recuperación de energía.

II.1.8.2. CAPACIDAD DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS.

A) CANTIDAD ESTIMADA DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS QUE SE PRETENDEN USAR, RECICLAR O TRATAR. SEÑALAR LAS ESTIMACIONES SOBRE EL TOTAL ANUAL Y EL PROMEDIO MENSUAL (EN TONELADAS) QUE SE ESPERA RECIBIR.

Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos

Tabla 35. Capacidad de tratamiento anual Suelos contaminados con hidrocarburos y materiales semejantes a suelos contaminados con hidrocarburos

Identificación del Área	Nomenclatura de celda	Capacidad de diseño (m³)	*Volumen mensual (m³)	Volumen anual (m³)	Tratamiento a aplicar
Área 1	Celda 3	4,005.71	6,008.56	72,102.75	Oxidación Química Biorremediación por Biopilas
	Celda 4	4,391.32	6,586.98	79,043.78	
	Celda 5	4,399.13	6,598.69	79,184.29	
	Celda 6	6,161.72	9,242.58	110,910.94	
Área 3	Celda 14	1,749.60	2,624.40	31,492.80	
Total			31,061.21	372,734.56	

*Las celdas tienen una rotación de volumen cada 20 a 25 días aproximadamente, por lo que el estimado mensual se considera 1.5 veces la capacidad de la celda.

Tabla 36. Capacidad de tratamiento anual. Residuos de manejo especial. Fluidos y recortes de perforación base agua.

Identificación del Área	Nomenclatura de celda	Capacidad de diseño (m³)	*Volumen mensual (m³)	Volumen anual (m³)	Tratamiento a aplicar
Área 1	Celda 7	3,731.97	5,597.95	67,175.40	Oxidación Química
Área 2	Fosa 1	4,839.24	7,258.86	87,106.31	
	Fosa 2	4,843.00	7,264.50	87,174.06	
	Celda 12	1,425.60	2,138.40	25,660.80	
Total			22,259.71	267,116.57	

*Las celdas tienen una rotación de volumen cada 20 a 25 días aproximadamente, por lo que el estimado mensual se considera 1.5 veces la capacidad de la celda.

Tabla 37. Capacidad de tratamiento anual. Residuos de manejo especial. Fluidos y recortes de perforación base aceite.

Identificación del Área	Nomenclatura de celda	Capacidad de diseño (m³)	*Volumen mensual (m³)	Volumen anual (m³)	Tratamiento a aplicar
Área 1	Celda 8	4,867.40	7,301.10	87,613.18	Oxidación Química Biorremediación por Biopilas
Área 2	Fosa 3	10,134.00	15,201.00	182,412.00	
	Fosa 4	10,134.00	15,201.00	182,412.00	
	Celda 9	2,344.89	3,517.33	42,207.97	
	Celda 10	3,553.20	5,329.80	63,957.60	
Área 3	Celda 13	1,749.60	2,624.40	31,492.80	
Total			49,174.63	590,095.55	

*Las celdas tienen una rotación de volumen cada 20 a 25 días aproximadamente, por lo que el estimado mensual se considera 1.5 veces la capacidad de la celda.

B) CAPACIDAD INSTALADA DE LA(S) PLANTA(S) (TONELADAS DIARIAS).

Capacidad diaria horno de desorción térmica: **1,080 m³**

Capacidad anual horno de desorción térmica: **259,200 m³**

II.7. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

Tabla 38. Programa de trabajo.

Actividades	Operación y mantenimiento						
	Mes 1-6	Mes 7-12	Año 2-10	Año 11-15	Año 16-20	Año 21-25	Año 26-30
Gestión de autorizaciones							
Operación (Tratamiento de residuos)							
Programa de Mantenimiento (Instalaciones, equipo, maquinaria)							
Programa de Abandono							
Programa de monitoreo ambiental							
Cumplimiento de medidas ambientales.							

II.2. ETAPAS DEL PROYECTO

II.8.1. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.

El proyecto fue autorizado por la SEMARNAT mediante resolutive No. **SGPA/DGIRA/DG/02315**. para las etapas de preparación y construcción, operación y mantenimiento y abandono, el objetivo del presente estudio es obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el manejo y tratamiento de los residuos del sector hidrocarburos. La etapa de preparación y construcción ya fue desarrollada, por lo que no aplica.

II.8.2. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

No se contempla la etapa constructiva, ya que la misma fue autorizada con antelación por la SEMARNAT mediante el resolutive No. **SGPA/DGIRA/DG/02315**. Para el proyecto las obras permanentes son las celdas de tratamiento, ya que la infraestructura a colocar será de tipo móvil, por lo que no se consideran obras complementarias o asociadas al mismo.

Las superficies donde se ubican las celdas, así como su construcción cuentan con autorización en materia de impacto ambiental por la SEMARNAT, sin embargo, se describe el proceso de construcción de las celdas de tratamiento, en específico la conformación de las mismas.

Conformación de celdas de tratamiento.

El suelo natural, es removido y reacomodado durante la nivelación y compactación del terreno, sobre este fue colocada una capa de material arcilloso de 20 cm de espesor para nivelar el suelo y preparar las pendientes, en esta etapa el suelo es compactado y nivelado a bandeado con maquinaria para preparar la colocación del liner, evitando en el sitio piedras o algún otro objeto que pueda dañar el aislante.

Posterior a la capa de arcilla se instaló el liner (polietileno de alta densidad 1 mm de espesor) sellado por termofusión. Finalmente, sobre el liner se coloca una segunda capa de 20 cm de material arcilloso, el mismo que se nivela y se compacta a bandeado al 90%.

Cada celda cuenta con bordos perimetrales de 1.8 metros de altura, cuentan con drenes pluviales y sistema de captación de lixiviados. En el área 2 se construyeron las fosas, la diferencia con las celdas es la profundidad y que estas no cuentan con bordos.

En cuanto a la construcción de fosas en el área 2, el proceso es el siguiente:

Se realizan las excavaciones hasta 4 m de profundidad, dejando en un lado de la celda una rampa que sirve para que las góndolas de transporte y maquinaria de tratamiento puedan ingresar de reversa a la fosa y descargar lo más cerca del fondo posible para evitar salpicaduras o derrame del Residuo de manejo especial fuera de la fosa.

Una vez alcanzada la profundidad y alineados y perfilados paredes, fondos y rampa, son compactados por arriba del 90 % para dar un aislamiento natural, se coloca una capa de arcilla de 20 cm de espesor, preparando el suelo para la colocación del liner, evitando en el sitio piedras o algún otro objeto que pueda dañar el aislante. Se coloca liner (polietileno de alta densidad de 1 mm de espesor) sellado por termofusión, el cual sirve como protector aislante para evitar infiltraciones. Finalmente, sobre el liner se colocó una segunda capa de 20 cm de material arcilloso, el mismo que se nivela y se compacta a bandeado al 90%.

Asimismo, y considerando las recomendaciones del estudio geohidrológico, particularmente en la superficie del área 2, la profundidad del nivel estático del agua está en promedio por debajo de los 35 m de profundidad, además de la protección que se proporciona con la conformación de la fosa.

Se muestran evidencias fotográficas de la conformación de las celdas.



Fotografía 4. Conformación de celdas.



Fotografía 5. Conformación de celdas.



Fotografía 6. Conformación de celdas.



Fotografía 7. Conformación de celdas.

Sistema de drenaje de aguas pluviales en las instalaciones.

Cabe mencionar que el sistema de drenaje se encuentra en un 80% de avance.

De acuerdo a las recomendaciones del estudio Geohidrológico y las características morfológicas del terreno se instalaron drenes pluviales que conducirán el agua lluvia por la parte externa de las áreas de tratamiento, el sistema de canaletas es de sur a norte en el acotamiento de los caminos de acceso 1 y 2, este es el drenaje externo, y otra red que por la parte externa de las áreas 1, 2 y 3, interconectando estas por los retornos que se encuentran en cada una de las áreas, considerando que esta parte es la zona más alta del predio con un promedio de 70 msnm y con una diferencia en altitud con la zona hacia donde se dirigen los drenes pluviales de 10 a 12 m, en esta área más baja al norte del área 3 se construirá una fosa de captación de agua de lluvia de 15 x 25 m con una profundidad de 3 m para una capacidad de 1125 m³.

Los drenajes fueron contruidos de media caña o cuneta abiertos en su mayor parte, estas cunetas fueron excavadas sobre el suelo con una profundidad aproximada de 40 cm, en las áreas de caminos de acceso serán solo de suelo natural aplanados para no ser erosionado con facilidad, y para las canaletas de alrededor de las áreas de tratamiento han sido recubiertas con liner para una mayor eficiencia y no ser erosionadas por el paso del agua, donde haya cruce de caminos, entradas o salidas a las áreas de tratamiento se ha colocado rejilla metálica o se han construido subterráneos por medio de tubería de albañal.

Como medida de seguridad en cada celda se ha preparado el terreno con una pendiente que se dirige hacia los drenes pluviales que rodean las áreas de celdas, los bordos actúan como medida de contención del agua que ingrese o que salga de las celdas.

Se muestra evidencia fotográfica de la instalación del sistema de aguas pluviales.



Fotografía 8. Zanjales para instalación de drenaje pluvial Fotografía 9. Tubería para drenaje pluvial.

Información de las celdas.

En la siguiente tabla resumen se concentra la información del total de celdas, su ubicación, dimensiones, entre otros datos relevantes.

Tabla 39. Información de las características de las celdas.

i	ii	iii	iv	v	vi	vii				viii
						L1	L2	L3	L4	
Celda 3	RP	Área 1	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	4,005.71	4,005.71	105.05	21.28	110.51	20.74	1.8
Celda 4	RP	Área 1	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	4,391.32	4,391.32	111.34	21.97	117	21.47	1.8
Celda 5	RP	Área 1	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	4,399.13	4,399.13	117.81	20.67	123.23	20.52	1.8
Celda 6	RP	Área 1	Tratamiento.	6,161.72	6,161.72	124.05	26.6	131.37	27.84	1.8

i	ii	iii	iv	v	vi	vii				viii
						L1	L2	L3	L4	
			Oxidación Química-Biorremediación pilas.							
Celda 7	RME	Área 1	Tratamiento. Oxidación Química	3,731.97	3,731.97	40.53	61.11	26.43	63.7	1.8
Celda 8	RME	Área 1	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	4,867.40	4,867.40	53.6	63.92	41.37	51.69	1.8
Celda 9	RME	Área 2	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	2,344.89	2,344.89	48.25	27	48.25	27	1.8
Celda 10	RME	Área 2	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	3,553.20	3,553.20	47	42	47	42	1.8
Celda 12	RME	Área 2	Tratamiento. Oxidación Química-	1,425.60	1,425.60	44	18	44	18	1.8
Celda 13	RME	Área 3	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	1,749.60	1,749.60	24	40.5	24	40.5	1.8
Celda 14	RP	Área 3	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	1,749.60	1,749.60	24	40.5	24	40.5	1.8
Fosa 1	RME	Área 2	Tratamiento. Oxidación Química-	4,315.22	4,315.22	51.17	27	51.25	27	4.5
Fosa 2	RME	Área 2	Tratamiento. Oxidación Química-	4,317.97	4,317.97	30	55	30	55	4.5
Fosa 3	RME	Área 2	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	10,134.00	10,134.00	50	50	50	50	4.5
Fosa 4	RME	Área 2	Tratamiento. Oxidación Química-Biorremediación pilas.	10,134.00	10,134.00	53	56	53	56	4.5

- i. Nomenclatura o nombre de la celda.
- ii. Indicar el tipo de residuo por alojar, es decir: Residuos Peligrosos o Residuos de Manejo Especial.
- iii. Área de ubicación, ÁREA 1, ÁREA 2 o ÁREA 3.
- iv. Función operativa, es decir: tratamiento (indicar el tipo de tratamiento), almacenamiento, recepción, etc.
- v. Indicar la capacidad de diseño. unidades: m³
- vi. Capacidad operativa, unidades: m³
- vii. Longitud, unidades: m.
- viii. Altura de los bordos: m

Incompatibilidad de residuos. Conforme a las dimensiones y distribución de las celdas, así como el residuo que se tratará en cada una de ellas, aunado la revisión y análisis de la NOM-054-SEMARNAT-1993, se ha concluido que ninguno de los residuos a manejar en el proyecto presenta incompatibilidad, sin embargo, cabe reiterar como medida de seguridad que cada una de las celdas están destinadas para un tipo de residuo por lo que no se llegan a mezclar.

Pozos de monitoreo.

Conforme a las recomendaciones señaladas en el estudio geohidrológico se construirán los pozos de monitoreo en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de ubicación de cada uno de ellos.

Tabla 40. Coordenadas de los pozos de monitoreo.

ID_Pozo	Sistema WGS 84		PNE (m)
	X	Y	
PMA 1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP		
PMA 2			
PMA 3			
PMA 4			
PMA 5			
PMA 6			

Figura 15 Imagen satelital con la ubicación de los pozos de monitoreo de aguas subterráneas.

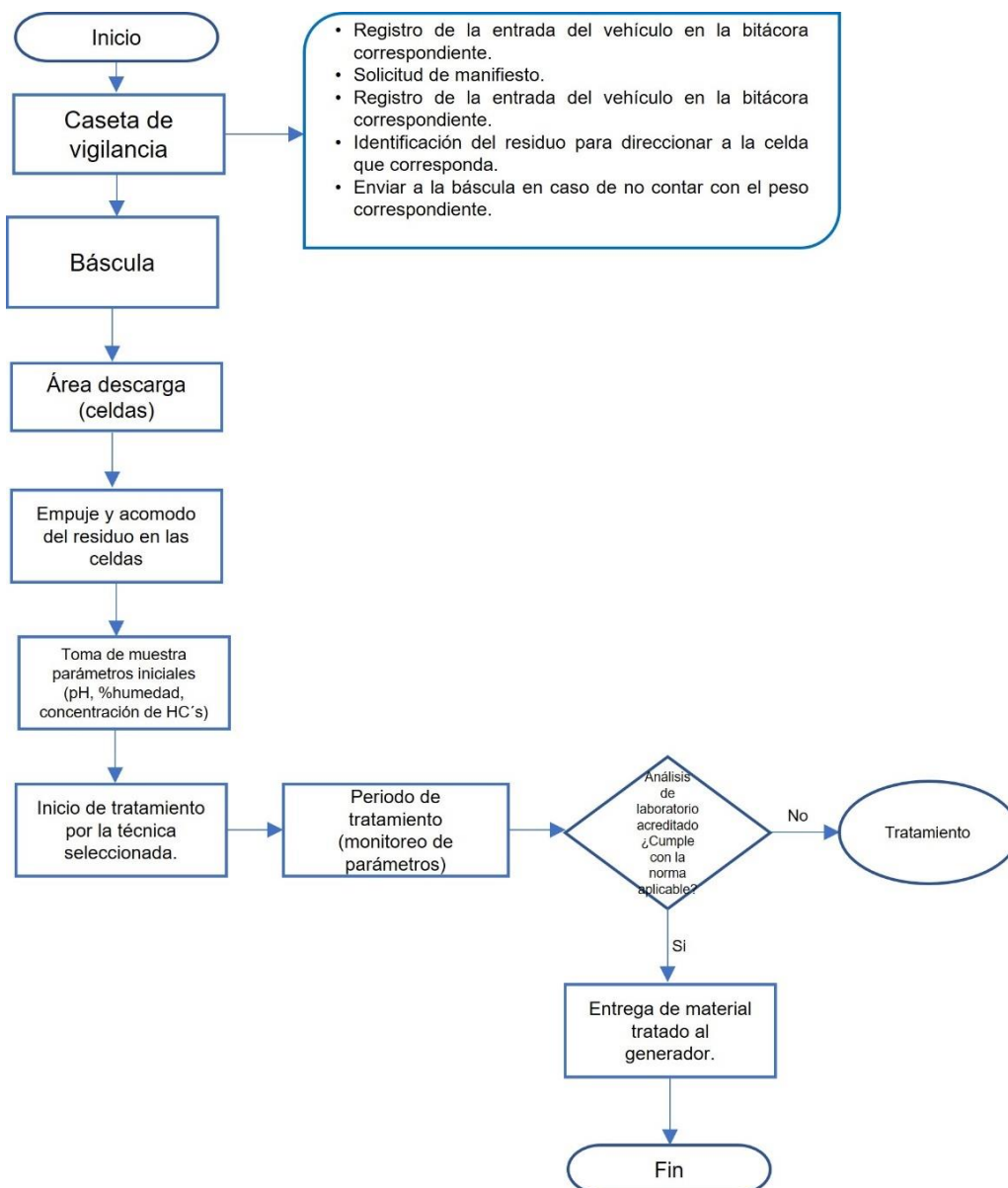


II.8.3. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

II.8.3.1 ETAPA DE OPERACIÓN.

En el siguiente diagrama de flujo se muestra de manera general la etapa de operación dentro del proyecto.

Figura 16 Diagrama de flujo general de la operación del proyecto.



• **Descripción del proceso de operación.**

Caseta de vigilancia.

Los residuos se recibirán a granel, en unidades tipo góndolas de 30 m³ o volteo de 14 m³.

El personal de la caseta de vigilancia dará el acceso a la unidad que transporta el residuo, registrando en una bitácora, placas, nombre del operador, residuo que ingresa, entre otros.

El personal asignado solicitará el manifiesto correspondiente donde se encontrará la información del residuo, de la unidad que lo transporta, para corroborar esta información se deberá realizar una revisión física, con la finalidad de comprobar la información señalada en el manifiesto. Enseguida, se pesará. Una vez realizado lo señalado, el registro de entrada y de pesaje contendrá lo siguiente:

- a) número de manifiesto;
- b) fecha y hora de recepción;
- c) nombre del residuo;
- d) nombre del generador;
- e) número de placas del vehículo de transporte;
- f) número de Autorización de la empresa transportista y firma del transportista;
- g) peso bruto, tara y neto;
- h) cantidad en peso, volumen.
- i) observaciones.

En esta zona se encontrará un responsable de dirigir las unidades que ingresan, con las medidas necesarias para una descarga segura en las celdas.

Báscula.

En caso de no contar con información del peso se enviarán a la báscula y enseguida se dirigen a las celdas correspondientes conforme al residuo y tratamiento a realizar.

Área de descarga (celdas).

Cada área y sus celdas correspondientes se encontrarán señalizadas para su pronta identificación. El personal a cargo del área de descarga, dará instrucciones al operador de la unidad, descargando el residuo en el área indicada. Posterior a la descarga del residuo, se procede a esparcirlo en la celda, utilizando maquinaria pesada, como retroexcavadoras, excavadoras y volteos si es necesario. Por medio de la maquinaria mencionada anteriormente, se remueven rocas grandes, residuos y materiales ajenos al material a tratar que pudieran haber sido descargados.

En las celdas se deberá llevar un control de los residuos que ingresan a la misma identificado por lotes y/o generador. En una celda se podrán ingresar diferentes lotes siempre y cuando sean de características similares.

Cabe mencionar que todas las celdas estarán cubiertas por un liner y dos capas de arcilla previamente compactada, para evitar filtraciones al suelo natural, cada una de las celdas estará delimitada por bordos perimetrales que evitarán derrames.

Toma de muestra inicial.

En la zona de descarga se tomará una muestra representativa conforme a la cantidad de residuos, para analizar los parámetros y conocer el grado de contaminación con que se recibe el residuo. Los parámetros a analizar serán pH, % humedad, concentración de hidrocarburos, UFC (Unidad Formadora de Colonias), conductividad.

Se contará con equipos de medición de campo, para monitorear los parámetros que van indicando el avance del tratamiento, se utilizan sobre las celdas y biopilas de tratamiento. El laboratorio interno solo estará formado de mesas de trabajo, instalación de agua corriente, almacenes para guarda de equipos de campo. Será un lugar aislado de polvo y de la intemperie.

Monitoreo de hidrocarburos en suelo como el Petroflag.

Kit analizador Petroflag es una unidad portátil ligera. Se maneja a través de un menú para facilitar su uso y utiliza un sistema de memoria EEPROM. El analizador incorpora quince factores de respuesta dependiendo del analito de interés. Los factores de respuesta se correlacionan con combustibles que van desde gasolinas ligeras hasta petróleo crudo pesado. Los resultados se muestran en ppm en una pantalla LCD.

El límite inferior de detección para la mayoría de los hidrocarburos es de 20 ppm, excepto para la gasolina envejecida que tiene un LLD de 1.000 ppm. Usando la muestra estándar de 10 gramos, el analizador tiene la capacidad de cuantificar todos los hidrocarburos hasta 2.000 ppm. La cuantificación de hidrocarburos por encima de 2.000 ppm requiere un paso adicional utilizando los reactivos de alto rango de PetroFLAG; o el analista puede reducir el tamaño de la muestra y multiplicar los resultados por el factor apropiado.

Los reactivos de alto rango son una extensión de los reactivos estándar de PetroFLAG. El nuevo procedimiento consiste en una extracción del suelo utilizando el disolvente de extracción de alto rango, luego una dilución 10:1 en el disolvente estándar de PetroFLAG, seguido del análisis habitual. El rango lineal para el factor de respuesta 5 sería de 150 ppm a 20.000 ppm utilizando una muestra de 10 gramos y de 15.000 ppm a 200.000 ppm para una muestra de 1 gramo. Todos los reactivos están libres de cloro y se pueden desechar en los residuos normales de laboratorio.

Figura 17 Equipo Petroflag



El pH es monitoreo por medio de potenciómetro de campo, la temperatura de igual forma se mide por medio de un termómetro de campo integrado en un equipo Higrómetro que integra humedad y temperatura directamente sobre los residuos que están en el proceso de tratamiento.

Periodo de tratamiento.

En esta fase de la operación inicia el tratamiento que se haya elegido para el residuo, se aplicarán las técnicas de tratamiento señaladas en el apartado correspondiente. En esta fase se realizará un monitoreo con la toma de muestras en aquellos tratamientos que se requieran, los parámetros a analizar serán, humedad, pH, temperatura, Unidades Formadoras de Colonias (UFC) y concentración de hidrocarburos para determinar el avance del tratamiento.

El tren de tratamiento es de un estimado de 20 a 25 días.

Análisis de laboratorio.

El monitoreo interno de las celdas se realizará para verificar el avance del tratamiento, sin embargo, la certidumbre de la degradación de los contaminantes se proporcionará con la toma de muestras por un laboratorio acreditado. Si el resultado de los análisis confirma que el material tratado cumple con los límites máximos permisibles de la norma aplicable, el material se retornará al generador, en caso contrario se continuará el tratamiento hasta dar cumplimiento con las normas.

Entrega de material tratado al generador.

El material se retornará al generador o en su caso aplicando el principio de valorización se utilizará como relleno en áreas que lo requieran, como reforzamiento en las celdas de los rellenos sanitarios cercanos o en su caso dará disposición final en el relleno sanitario.

II.8.3.2. ETAPA DE MANTENIMIENTO.

Programa de mantenimiento

El proyecto contará con un programa de mantenimiento a todas las obras hidráulicas en caso azolve u obstrucción, caminos, retornos, así como limpieza general y con la finalidad que las instalaciones se encuentren en condiciones óptimas para la operación. Se deben conservar los caminos en buen estado realizando mantenimiento y reparación de forma periódica, asegurando una operación adecuada.

Mantenimiento a las áreas de tratamiento.

Las instalaciones de las celdas son revisadas al inicio de tratamiento de cada lote, se realiza un recorrido de todas las áreas para verificar la cubierta de arcilla, que este bien compactada y que no se observe el liner interior, se inspecciona la integridad de los bordos perimetrales, la conformación de los canales pluviales y lixiviados.

Programa de Mantenimiento Preventivo a Equipos

La maquinaria que se utilizará en el proyecto será arrendada. El programa de mantenimiento ya sea preventivo o correctivo se proporcionará fuera de las instalaciones en talleres especializados. La finalidad del mantenimiento preventivo a la maquinaria es asegurar la disponibilidad de los equipos para garantizar una operación continua.

Frecuencia del Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo corresponderá a las horas de operación de los equipos, se debe de registrar en una bitácora y en un formato el mantenimiento de cada equipo y la periodicidad con la que se llevará a cabo.

Revisión de Horno de Desorción Térmica.

Por tratarse de un equipo especializado el seguimiento de operación y mantenimiento deberá estar a cargo de personal capacitado con el fabricante para dichas labores.

Se revisan puntos básicos, como tolvas de carga, partes giratorias, puntos de fijación de los equipos al suelo, conexiones de combustible o gas. En la tabla anexa se desglosan las partes y sus periodos de revisión.

MANTENIMIENTO MAYOR Horno de desorción de cambio de piezas refractarias del piso, cada 15,000 horas de operación o 7 años en función al desgaste, acidez, cuidados del personal, esto proporcionado principalmente por el fabricante.

Se presenta un estimado del control de mantenimiento general.

Tabla 41. Control de mantenimiento general.

Equipo	Componentes principales	Revisión semanal	Revisión mensual	Revisión semestral	Revisión anual
Horno Desorción térmica	Bandas de separación		1	1	
	Cribadora		1	1	
	Tolvas de alimentación		1	1	
	Bandas transportadoras		1	1	
	Motores para bandas de 5 hp				1
	Motores para bandas de 7.5 hp				1
	Motores para bandas de 10 hp				1
	Bandas ahuladas			1	
	Secador Rotatorio			1	
	Soportes de alineación		1		
	Horno de desorción		1		
	Materiales refractarios de aislamiento			1	
	Cámara incineradora de humos	1			
	Unidad de lavado de gases	1			
	Extractor y chimenea	1			
	Controles de temperatura	1			
Dicanter	Motores			1	
	Rotor			1	
	Tornillo sin fin			1	
	Rodamientos			1	
	Tolvas			1	
	Bridas			1	
	Caja reductora			1	
	Tuberías de salida y entrada	1			
Maquinaria, camiones de volteo, camionetas pick up	Revisión de aceites y fluidos	1			
	Amortiguadores y presión de llantas		1		
	Batería y sistema eléctrico		1		
	Filtros de combustible y aire		1		
	Limpiaparabrisas		1		
	Revisar luces externas			1	
	Revisión de neumáticos			1	
	Cambio de frenos			1	
Celdas de tratamiento y obras complementarias	Inspecciones adicionales	1		1	
	Inspecciones de capa de arcilla	1			
	Revisión de geomembrana	1			
	Bordos perimetrales	1			
	Canales pluviales y de lixiviados	1			
	Losa de concreto en las fosas (Área 2)		1		
	Caminos		1		
	Extintores			1	
	Depósitos de agua		1		

Requerimiento de personal.

La plantilla de personal para el desarrollo de la etapa de operación y mantenimiento, se integra por el área administrativa y operativa. El personal total requerido se conforma con las siguientes categorías.

Tabla 42. Personal requerido para la etapa de Operación y Mantenimiento.

Etapa	Área	Categoría	Cantidad
Operación y mantenimiento	Administrativa	Gerente	1
		Supervisor de Seguridad	1
		Supervisor técnico	1
		Asistente	1
	Operativa	Vigilante	2
		Operadores de maquinaria	2
		Operadores de camión de volteo	2
		Ayudantes generales	4

Los turnos serán de 8 a 17 horas de lunes a viernes y sábado de 8 a 13 horas.

Requerimiento de maquinaria.

Será necesaria la utilización de maquinaria y equipo, presentándose a continuación las características, cantidad, tiempo empleado, horas de trabajo diario y tipo de combustible durante esta etapa del proyecto. La utilización de camionetas será la requerida para el transporte de personal y suministro de materiales, en su caso.

Tabla 43. Maquinaria y equipo requerido para la etapa de Operación y Mantenimiento.

Maquinaria y equipo	Capacidad	Cantidad	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible/Energía	Cantidad de combustible / Energía/día
Camionetas tipo pick-up.	1 ton	2	8	Gasolina	25
Camioneta 3 ton con redilas	3 ton	1	4	Gasolina	30
Retroexcavadora	1 m ³	3	4	Diésel	35
Camión tipo pipa	10 m ³	2	4	Diésel	70
Pipas de agua con remolque	2,800 litros	2	2	No aplica	No aplica
Camión de volteo de 14 m ³	14 m ³	4	4	Diésel	70
Centrífugas decantadoras	3 m ³	3	2	Energía eléctrica motores a 220 V 2 motores de 30 y 50 HP	290 amperes
Horno desorción Térmica	259,200 t/año	1	Variable	Diésel	120
Bombas de agua, autocebantes	3.5 HP	5	Variable	Gasolina	10
Tanques Plásticos	2500 litros	6	Variable	No Aplica	No Aplica
Excavadora hidráulica, Modelo 312	3 m ³	1	4	Diésel	115 litros

Maquinaria y equipo	Capacidad	Cantidad	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible/Energía	Cantidad de combustible / Energía/día
Excavadoras hidráulicas, Modelo 320	3 m ³	3	4	Diésel	115 litros
Excavadora hidráulica, Modelo 330	3 m ³	1	4	Diésel	115 litros
Motobomba	25 hp	5	4	Diésel	10 litros
Motobomba centrífuga	5 hp	5	4	Diésel	10 litros
Extrusoras	3 m ³	3	2	Energía eléctrica 380V/50Hz	24.97 kW
Presas metálicas	80 m ³	2	Variable	No Aplica	No Aplica
Tanques de almacenamiento vertical	40 m ³	2	Variable	No Aplica	No Aplica
Planta de luz	60 Hz / 1800 r.p.m.	1	6	Diésel	120 litros

Insumos o sustancias requeridas durante el proyecto.

Se requerirán las siguientes sustancias para la operación y mantenimiento.

Tabla 44. Sustancias requeridas durante la etapa de operación y mantenimiento.

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS ¹	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso/mes	Características CRETIB ²						IDLH ³	TLV ⁴	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
							C	R	E	T	I	B				
Gasolina	Gasolina	64741-42-0	Líquido	No Aplica	Operación y Mantenimiento	3,000 litros	-	-	-	x	x	-	ND	ND	Combustible	No hay sobrante
Diésel	Diésel	68476-34-6	Líquido	No Aplica	Operación y Mantenimiento	10,000 litros	-	-	-	x	x	-	ND	ND	Combustible	No hay sobrante
Gas L.P.	Gas L.P.	68476-85-7	Gas	Tanque	Operación y Mantenimiento	15,000 kg	-	-	-	-	x	-	ND	ND	Combustible	No hay sobrante
SOLIBAC IP, BACH-H, BACH-B	Bacterias degradadoras	ND	Líquido	Cubetas 20 litros	Operación y Mantenimiento	540 kg	-	-	-	-	-	-	ND	ND	Consortio Bacteriano	No hay sobrante
Triple 17	Nutrientes	ND	Sólido	Sacos 50 kg	Operación y Mantenimiento	450 kg	-	-	-	-	-	-	ND	ND	Nutrientes fertilizantes agrícolas	No hay sobrante
Sulfato Diamónico	Nutrientes	ND	Sólido	Sacos 50 kg	Operación y Mantenimiento	350 kg	-	-	-	-	-	-	ND	ND	Nutrientes fertilizantes agrícolas	No hay sobrante
Nitrato de potasio	Nutrientes	ND	Sólido	Sacos 50 kg	Operación y Mantenimiento	350 kg	-	-	-	-	-	-	ND	ND	Nutrientes fertilizantes agrícolas	No hay sobrante
Urea	Nutrientes	57-13-6	Sólido	Sacos 50 kg	Operación y Mantenimiento	450 kgx	-	-	-	x	-	-	ND	ND	Nutrientes fertilizantes agrícolas	No hay sobrante
BIOSURFACTANTE QC, SULF200-QUANTUM CLEAN	Surfactante	ND	Líquido	Cubetas 20 litros	Operación y Mantenimiento	500 litros	-	-	-	-	-	-	ND	ND	Surfactante	No hay sobrante
Peróxido de Hidrógeno (a una concentración del 50% máximo)	Oxidante	7722-84-1	Líquido	Cubetas 20 litros	Operación y Mantenimiento	1,000 litros	x	-	-	-	-	-	ND	ND	Oxidante	No hay sobrante

Nombre comercial	Nombre técnico	CAS ¹	Estado físico	Tipo de envase	Etapa o proceso en que se emplea	Cantidad de uso/mes	Características CRETIB ²						IDLH ³	TLV ⁴	Destino o uso final	Uso que se da al material sobrante
							C	R	E	T	I	B				
Permanganato de potasio QC,	Oxidante	7722-64-7	Sólido	Porrónes 50 kg	Operación y Mantenimiento	500 litros	x			x	x		ND	ND	Oxidante	No hay sobrante
Surfox	Surfactante	ND	Líquido	Cubetas 20 litros	Operación y Mantenimiento	200 litros	-	-	-	-	-	-	ND	ND	Surfactante	No hay sobrante
Sulfato de hierro/sulfato ferroso	Nutrientes	7720-78-7	Sólido	Sacos 50 kg	Operación y Mantenimiento	200 kg	-	-	-	-	-	-	ND	ND	Nutrientes o fertilizantes agrícolas	No hay sobrante

1 CAS: Chemical Abstract Service

2 Características de peligrosidad: C: corrosivo; R: reactivo; E: Explosivo; T: toxico. I: inflamable; B: Biológico Infeccioso

3 IDLH: Inmediatamente peligroso para la vida o la salud (Immediately Dangerous of Life or Health)

4 TLV: Valor límite de umbral (Threshold Limit Value)

NA: No aplica

ND: No Disponible

Almacenamiento de los insumos.

Cabe mencionar que los insumos se adquieren por cada lote de tratamiento, por lo que las cantidades de la tabla anterior se han calculado conforme a la capacidad máxima de operación, considerando que el tren de tratamiento se estima de 20 a 25 días.

Como se ha descrito anteriormente cada área de tratamiento contará con un área de apoyo en la que se instalarán dos contenedores tipo marinos en los que se almacenarán los insumos que se utilizarán para el tratamiento de los residuos, reiterando que se adquieren los insumos conforme los lotes de tratamiento a procesar.

Almacén para insumos secos, en los cuales se guardan los siguientes materiales:

Consorcio bacteriano: SOLIBAC IP, BACH B, BACH H,

Nutrientes o fertilizantes agrícolas: Triple 17, sulfato diamónico, nitrato de potasio, urea

Neutralizantes: Ca(OH)₂ Hidróxido de calcio (cal), HCl Ácido Clorhídrico

Almacén para insumos Húmedos:

Surfactante: QC Surfox, Sulf200, Biosurfactante, Quantum Clean,

Oxidantes: Peróxido de Hidrógeno, Permanganato de potasio, QC Surfox.

Neutralizantes: HCl Ácido Clorhídrico.

Los insumos utilizados son separados por grupos según sus características físico químicas, la bodega contará con puerta de acceso, anaqueles metálicos fijos a las paredes para contener los insumos, y separados con divisiones de madera entre los entrepaños para evitar contactos, bacterias en cubetas plásticas selladas hasta su uso, nutrientes de la misma forma en costales o bolsas plásticas.

Los productos húmedos de igual forma en recipientes plásticos o de vidrio según el proveedor, con cintas plásticas para fijarse a los anaqueles y evitar movimientos o que estén sueltos, no se almacenan recipientes abiertos.

Los criterios de almacenamiento en primer lugar son insumos secos y húmedos, para evitar como se cuestiona un goteo de líquidos sobre algún insumo seco, también se considera no almacenar recipientes ya abiertos.

Se procurará tener los recipientes en volúmenes tales que se usen los totales de los contenidos en los tratamientos para no regresar al almacén recipientes abiertos, en este almacén se colocan tres distintos estantes, uno para surfactantes, otro para oxidantes y un tercero para ácidos. Todos los recipientes van fijos a los anaqueles por cinchos plásticos que evitan deslizamientos o movimientos de los contenedores.

II.8.4. ETAPA DE DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO DEL SITIO

No aplica la etapa de abandono, el promovente ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para esta etapa.

II.8.5. OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO

No se requerirán obras complementarias o asociadas para el proyecto, por lo que no se considera alguna construcción adicional a las celdas, en las superficies aledañas a cada una de las áreas de tratamiento será instalada infraestructura móvil como apoyo a cada uno de los procesos de tratamiento.

En estas superficies se prepararán las mezclas de bacterias, soluciones nutritivas, o soluciones oxidantes, estas se prepararán en tanques tipo Rotoplas para hacer las soluciones y mezclas y de ahí serán bombeadas a las pipas que se encargarán de aplicar sobre los residuos en las celdas de tratamiento.

Se describe el tipo de infraestructura que se colocará en cada una de ellas.

- En la superficie aledaña al Área 1, se ubican oficinas y sanitarios, cabe mencionar que esta construcción existía antes del proyecto. Asimismo, para el apoyo del tratamiento se instalarán 2 tanques tipo Rotoplas con capacidad de 5,000 y 10,000 litros, dos contenedores tipo marítimo para almacenamiento de insumos (secos y húmedos) así como una oficina móvil tipo camper donde se encontrará también el equipo para la toma de muestras de campo para el monitoreo del avance del tratamiento (laboratorio móvil).
- En la superficie contigua al Área 2, para el apoyo del tratamiento se instalarán 2 tanques tipo Rotoplas con capacidad de 5,000 y 10,000 litros, dos contenedores tipo marítimo para almacenamiento de insumos (secos y húmedos).

Por otro lado, fuera del área del proyecto se ubican instalaciones existentes que serán utilizadas como parte del procedimiento de recepción. En el acceso al predio, se cuenta con una caseta de vigilancia, donde se realizará la recepción y control de acceso a las unidades. Posterior a esta instalación a unos metros se ubica la báscula de pesaje, esta será utilizada en el caso que las unidades no cuenten con información de la cantidad de toneladas que transportan. Asimismo, forma parte de las superficies de apoyo el camino de acceso.

II.8.6. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS

No se utilizarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.

II.9. GENERACIÓN Y MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS PELIGROSOS (RP) Y RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (RME), ASÍ COMO EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y AGUAS RESIDUALES

Las actividades que se llevarán a cabo como parte del desarrollo del proyecto, generarán diferentes tipos de residuos, como residuos peligrosos, no peligrosos y residuos líquidos. Las cantidades de generación de residuos podrán variar dependiendo de las necesidades o imprevistos que se susciten durante el desarrollo de las actividades.

Los residuos serán manejados conforme a las disposiciones establecidas en la LGPGIR y su Reglamento, así como en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables para prevenir afectaciones o deterioro al ambiente, además de un riesgo a la salud.

- **Residuos peligrosos.**

Dentro de la superficie del proyecto, las actividades que podrían llegar a generar residuos peligrosos son el mantenimiento preventivo y/o correctivo de las unidades motoras, así como el de la maquinaria y equipo de desorción, este mantenimiento se llevará a cabo en talleres especializados autorizados fuera del área del proyecto, ya que la maquinaria es arrendada, por lo que el proveedor se hará cargo de este mantenimiento. Los residuos peligrosos probables de generación dentro del proyecto son Sólidos contaminados con Hidrocarburos (Estopas y trapos impregnados de grasas y aceites, solventes etc.), suelos contaminados con hidrocarburos, lixiviados del tratamiento, cenizas, Polietileno de alta densidad contaminado con hidrocarburos, Envases plásticos de insumos de tratamiento.

Las empresas para el manejo de los residuos peligrosos contarán con los permisos correspondientes para el manejo y transporte de los mismos.

Para el buen manejo de los residuos en las áreas de generación se colocarán recipientes clasificados adecuadamente para el almacenamiento de estos. Para lograr la minimización de los residuos se proporcionará capacitación en el manejo de residuos, con la finalidad de que todo aquel personal que en sus actividades diarias genere residuos conozca la importancia de llevar a cabo un manejo adecuado. Asimismo, en las áreas de generación se supervisará el correcto manejo de los mismos, la ausencia de derrames y su correcta segregación.

- **Residuos no peligrosos.**

Los residuos no peligrosos generados serán residuos sólidos urbanos (material orgánico, residuos de alimentos) y residuos de manejo especial (papel, plásticos, cartón y PET) productos del consumo de bebidas o agua embotellada.

Los residuos no peligrosos generados durante el desarrollo del proyecto se almacenarán dentro de la instalación. Su recolección y clasificación, se realizará en contenedores, con tapa para evitar la fauna nociva, serán debidamente etiquetados de acuerdo con el tipo de residuos que contenga, verde para residuos biodegradables (orgánicos) y amarillo para residuos reciclables (inorgánicos).

En el caso de los residuos con capacidad de reciclaje como papel, cartón vidrio, PET entre otros, serán clasificados conforme a su origen, separados y almacenados para su envío a los centros de acopio. Asimismo, se establecerán señalamientos para difusión del manejo adecuado de los residuos, dirigidos al personal.

Los residuos no reciclables periódicamente serán transportados hasta el relleno sanitario regional, “El Guayabo” para su disposición final ubicado en el municipio de Medellín de Bravo.

- **Residuos líquidos.**

Los residuos líquidos a generar dentro de las actividades del proyecto corresponden a los lixiviados generados durante el tratamiento de los residuos, serán colectados en tanques y reincorporados a las celdas de tratamiento.

Residuos por generar (RP y RME).

Tabla 45. Estimación de residuos a generar en las diferentes etapas del proyecto.

Residuos		Operación y mantenimiento			
		Volumen Cantidad anual	Fuente de generación	Acciones de manejo	**Disposición final
*RP	Sólidos contaminados con Hidrocarburos (Estopas y trapos impregnados de grasas y aceites, solventes etc.)	10 kg	Mantenimiento	Almacenamiento y disposición final	Acopio. Gen Industrial, S.A. de C.V.
RP	Suelos contaminados con hidrocarburos.	100 m ³	Operación de las celdas	Recolección Tratamiento	Tratamientos Integrales MV SA de CV
RP	Cenizas	38 ton	Operación del equipo de desorción térmica	Almacenamiento y disposición final.	Acopio. Gen Industrial, S.A. de C.V.
RP	Polietileno de alta densidad contaminado con hidrocarburos.	10 kg	Mantenimiento de las celdas	Almacenamiento y tratamiento	Acopio. Gen Industrial, S.A. de C.V.
RP	Envases plásticos de insumos de tratamiento.	10 kg	Operación de las celdas	Almacenamiento y tratamiento	Acopio. Gen Industrial, S.A. de C.V.
*RME	Papel, cartón, PET, latas de aluminio.	200 kg	Personal operativo y administrativo	Acopio y reciclaje	Productos Reciclados del Golfo, S.A. de C.V.
RME	Lodos del tratamiento de aguas residuales	70 kg	Personal operativo y administrativo	Disposición final	C. IGNACIO SOSA MONTERO
*RSU	Residuos de alimentos.	1 kg/día (por persona)	Personal operativo y administrativo	Disposición final	Relleno Sanitario “El Guayabo”
RL	Lixiviados del tratamiento	20 m ³	Operación de las celdas	Almacenamiento y tratamiento	Tratamientos Integrales MV SA de CV

*Residuos Peligrosos (RP); Residuos de Manejo Especial (RME); Residuos Sólidos Urbanos (RSU).; Residuos Líquidos (RL).

**Se menciona un proveedor de la región, sin embargo, se tienen identificados proveedores autorizados por la dependencia correspondiente para la recolección, transporte y disposición final de los residuos.

Descargas de aguas residuales.

Durante el proyecto serán generadas aguas residuales domésticas por el uso de sanitarios, lavamanos y regaderas, de los baños instalados a un costado de las oficinas, en el área 1, mismas que se colectarán a través de una fosa séptica, donde se realizará un tratamiento primario conforme a la NOM-006-CNA-1997 antes de su disposición final. El mantenimiento de la fosa séptica se programará como mínimo dos veces por año.

Asimismo, en el área 3 se ubican 2 baños móviles, la recolección y transporte de los residuos líquidos se llevará a cabo mediante una empresa debidamente autorizada para este fin.

Estos residuos se transportarán a la planta de tratamiento más cercana al proyecto la cual se ubica en el municipio de Cuitláhuac, Ver. a una distancia estimada de 60 kilómetros, previa autorización del municipio. Asimismo, se llevará un control mediante bitácora de los residuos generados y fechas de recolección y se exigirá al prestador de servicios los comprobantes de la correcta disposición final. Esta actividad se programará como mínimo dos veces por semana.

Tabla 46. Estimación de generación de aguas residuales en las diferentes etapas del proyecto.

Aguas residuales	Operación y mantenimiento			
	Volumen Cantidad anual	Fuente de generación	Acciones de manejo	Disposición final
Domésticas	1000 litros	Sanitarios móviles. Personal operativo y administrativo	Disposición final	Sanirent
Domésticas	70 m ³	Fosa séptica Personal operativo y administrativo	Tratamiento	Tratamiento

Emisiones a la atmósfera.

Para disminuir la generación de emisiones a la atmósfera de la maquinaria, equipo y vehículos de transporte como medida preventiva se tiene establecido un programa de mantenimiento, se aprovechará el máximo de trabajo disminuyendo las horas de operación para disminuir el consumo de combustibles. Por otro lado, se establecerán límites de velocidad de 20 km/hora dentro del área del proyecto y 40 km/hora en caminos vecinales.

Se presenta el estimado de las emisiones a la atmósfera, de los equipos y maquinaria utilizados durante la etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 47. Generación de emisiones.

Clasificación	Combustible	Cantidad de combustible l/día	Emisión a la atmosfera ton/año		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Vehículos de transporte	Gasolina	80	57.97	0.07	0.001
Equipo y Maquinaria	Diésel	1,490	1,239.91	0.07	0.48

Para el cálculo de las emisiones del equipo de desorción térmica, se considera el balance de masas del equipo.

Tabla 48. Cálculos de remediación de suelo.

Velocidad de avance	26.00 T/h
Concentración de hidrocarburos en ppm	15000 ppm
Perdidas en el secador	10 %
Humedad del suelo	15 %
Generación de polvo	10 %
Temperatura ambiente	17° C
Temperatura del suelo antes del proceso	17° C
Temperatura del suelo salida del proceso antes de enfriamiento	339° C
Temperatura de salida del gas	250° C
Temperatura del Oxidador	867° C
Eficiencia de destrucción del oxidador	99 %
Calor requerido	15,483.67 Kcal/h

Tabla 49. Cálculos de combustión para el secador

BTU/TON	806762 BTU/ton
Diésel por tonelada de suelo tratado	25.88 l/ton
Pies cúbicos por minuto de polvo en condiciones normales DSCFM/ton	187.9 DSCFM/ton
Pies cúbicos por minuto actuales de polvo ACFM/ton	569.6 ACFM/ton
Mayor valor calórico de Diésel HHV	136000 BTU/GAL
Consumo de diésel	854.665 L/Hr
Generación de calor	30.7 millones BTU/Hr
Gases producidos en el secador (antes de pasar al oxidador)	
SOx Producidos	1310.88 g/hr
NOx Producidos	539.77 g/hr
CO producido	566.99 g/hr

Tabla 50. Cálculos para el oxidador térmico

Temperatura del oxidador	867.77 °C
Tiempo de retención	2 seg
Eficiencia de destrucción	99 %
Mayor valor calórico para el quemador del oxidador HHV BTU	136000 BTU/GAL
Consumo de diesel	185.46 l/Hr
Generación de calor	6.7 millones BTU/Hr
Gases producidos en el secador (antes de pasar al oxidador)	
SOx Producidos	5701.66 g/hr
NOx Producidos	1764.48 g/hr
CO producido	439.98 g/hr

La mayor parte de los gases son oxidados en el oxidador térmico y retenidos por los filtros de la caja de filtros lo que reduce considerablemente la posible emisión a la atmosfera.

Tabla 51. Emisiones del sistema

SOx Producidos	372.30 mg/m ³
NOx Producidos	122.20 mg/m ³
CO producido	53.60 mg/m ³
COV's	238.42 mg/m ³
Partículas	91.53 mg/m ³

Conforme a la NORMA Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica- Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición. Tabla 2. Niveles máximos permisibles de emisión de equipos nuevos.

La capacidad térmica nominal máxima del equipo es 29 gigajoules por hora, de acuerdo con la tabla 2 corresponde la zona RP resto de la república, los resultados que obtenidos se encuentran abajo de los límites de emisiones.

Tomando en cuenta que, el material a tratar no siempre es homogéneo y considerando una densidad de 1.5 t/m³, así como la suma total de las diversas partículas emitidas de 878.05 mg/m³ tratado, se obtiene un resultado de 0.15 t/año de emisiones a la atmósfera, la gran mayoría quedan retenidas en los filtros del equipo.

Tabla 52. Cantidad de energía disipada.

Operación y mantenimiento					
Equipo	Cantidad	Tipo combustible	Uso combustible (L)	Horas de trabajo	kWh/L
Camionetas tipo pick-up.	2	Gasolina	50	8	505.00
Camioneta 3 ton con redilas	1	Gasolina	30	4	303.00
Retroexcavadora	3	Diésel	105	4	1,060.50
Camión tipo pipa	2	Diésel	140	4	1,414.00
Camión de volteo de 14 m ³	4	Diésel	280	4	2,828.00
Horno desorción Térmica	1	Diésel	120	24	1,212.00
Bombas de agua, autocebantes	5	Gasolina	50	8	505.00
Excavadora hidráulica, Modelo 312	1	Diésel	115	4	1,161.50
Excavadoras hidráulicas, Modelo 320	3	Diésel	345	4	3,484.50
Excavadora hidráulica, Modelo 330	1	Diésel	115	4	1,161.50
Motobomba	5	Diésel	50	4	505.00
Motobomba centrífuga	5	Diésel	50	4	505.00
Planta de luz	1	Diésel	120	6	1,212.00

CAPÍTULO III

**VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS
JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA
AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA
REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO**

CAPÍTULO III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

El presente capítulo realiza un análisis de los instrumentos de planeación, así como de los ordenamientos jurídicos aplicables al Proyecto, que determinan la congruencia de la operación y mantenimiento del mismo, teniendo como finalidad describir las estrategias que se pretenden instrumentar por parte del promovente para garantizar que el desarrollo del proyecto se realice de conformidad con los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que apliquen en el área de referido proyecto.

Se analizarán los diferentes ordenamientos jurídicos aplicables en materia de impacto ambiental, atendiendo a lo dispuesto por el artículo 35 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, indica que, se deberá realizar la vinculación con lo que establecen las diferentes disposiciones jurídicas ambientales, así como con los instrumentos de ordenamiento del territorio que le sean aplicables, tales como:

- Leyes específicas aplicables (Ley general del Equilibrio Ecológico y la protección al Ambiente, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Ley General de Cambio Climático, entre otras).
- Reglamentos específicos en la materia (Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del registro nacional de Emisiones, entre otros).
- Los Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) decretados (general del territorio, regional, local).
- Los planes y programas de desarrollo urbano estatales, o en su caso, del centro de Población. Municipales.
- Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica.
- Regiones prioritarias: Región Terrestre Prioritaria (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves Silvestres (AICAS), sitios RAMSAR).
- Normas Oficiales Mexicanas o Normas Mexicanas que apliquen para el desarrollo del proyecto.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático, Programa especial de cambio climático.
- Decretos y programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas.

III.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Tabla 53. Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Artículo	Descripción	Vinculación con el proyecto
Artículo 4	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	El Proyecto consistirá en la construcción de instalaciones para el tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial, lo cual garantizará que sus habitantes gocen de un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Se evitarán daños ambientales y los posibles daños ambientales generados por el desarrollo del proyecto serán minimizados y atenuados con las medidas de mitigación y compensación propuestas en este estudio, con fines de cumplimiento del presente artículo.
Artículo 25, Primer párrafo	Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución.	El Proyecto coadyuvará al desarrollo sustentable del país mediante su ejecución, acatando todo lo dispuesto en materia de impacto ambiental, así como apegándose a la normatividad aplicable, misma que rige y establece los principios y criterios que sientan las bases del desarrollo sustentable del país. El proyecto contribuirá a fortalecer la escasa infraestructura que existe en México para el tratamiento de residuos peligrosos. De esta forma se garantiza que el desarrollo sea integral y sustentable.
Art. 26 A, Primer y segundo párrafos	El Estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. Los fines del proyecto nacional contenidos en esta Constitución determinarán los objetivos de la planeación. La planeación será democrática y deliberativa. Mediante los mecanismos de participación que establezca la ley, recogerá las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas al plan y los programas de desarrollo. Habrá un plan nacional de desarrollo al que se sujetarán obligatoriamente los programas de la Administración Pública Federal.	Proyecto contribuirá de forma eficaz al cumplimiento de diversos objetivos y estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2019- 2024.

III.2. LEYES GENERALES Y FEDERALES, Y SUS REGLAMENTOS.

1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Tabla 54. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo	Texto	Vinculación
15, fracción IV	Para la formulación y conducción de la política ambiental... el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: ... 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.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. implementará todas las medidas para prevenir, minimizar o reparar los daños que cause con el desarrollo del Proyecto Ecológico MOVA. Asimismo, asumirá los costos que implique por las afectaciones causadas.
28, fracciones IV	quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: IV.- Instalaciones de tratamiento de residuos peligrosos;	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. presentará la Manifestación de Impacto Ambiental en cumplimiento al Art. 28, Fracción IV, de acuerdo con la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, Residuos Peligrosos, Modalidad Particular.
30, primer	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados	La manifestación de impacto ambiental del proyecto contiene los requisitos

Artículo	Texto	Vinculación
párrafo	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."	establecidos normativamente

2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Tabla 55. Vinculación del proyecto con la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Artículo	Descripción	Vinculación
Art.5, inciso M, fracción II	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: M) Instalaciones de Tratamiento, Confinamiento o Eliminación de Residuos Peligrosos.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. gestionará las autorizaciones necesarias en materia de impacto ambiental para el Proyecto Ecológico MOVA.
Art. 9, primer y segundo párrafos.	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 empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V, presentará la Manifestación de Impacto Ambiental, Residuos Peligrosos, Modalidad Particular, objeto de este estudio conforme a los requisitos y lineamientos de la SEMARNAT.
Art. 11, último párrafo	Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I-IV En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	El Proyecto Ecológico MOVA no se encuentra en ninguna de las fracciones de la I a la IV, por lo que le plica el último párrafo correspondiente a la modalidad particular.
Art. 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; 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.	La presente MIA, modalidad particular contiene la información señalada en el Art. 12.
Art. 17	El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. IV. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V, presentará la solicitud integrando los puntos I al III señalados en este artículo. Además, por ser el Proyecto Ecológico MOVA actividad altamente riesgosa, se incluirá el Estudio de riesgo correspondiente.

Art. 18	El estudio de riesgo a que se refiere el artículo anterior consistirá en incorporar a la manifestación de impacto ambiental la siguiente información: - Escenarios y medidas preventivas resultantes del análisis de los riesgos ambientales relacionados con el proyecto; - Descripción de las zonas de protección en torno a las instalaciones, en su caso, y - Señalamiento de las medidas de seguridad en materia ambiental. La Secretaría publicará, en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica, las guías que faciliten la presentación y entrega del estudio de riesgo.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V, anexará a la MIA, el estudio de riesgo incluyendo los puntos del I al III solicitados en este artículo.
---------	--	---

3. Ley de Aguas Nacionales

Tabla 56. Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 20	De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.	En el área del proyecto existen dos pozos cuya concesión la tiene el dueño anterior. La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V realizará las gestiones necesarias conforme a la Ley de Aguas Nacionales para el abastecimiento de agua para el Proyecto Ecológico MOVA.
Art. 88 BIS 1	Las descargas de aguas residuales de uso doméstico que no formen parte de un sistema municipal de alcantarillado se podrán llevar a cabo con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua". En localidades que carezcan de sistemas de alcantarillado y saneamiento, las personas físicas o morales que en su proceso o actividad productiva no utilicen como materia prima sustancias que generen en sus descargas de aguas residuales metales pesados, cianuros o tóxicos y su volumen de descarga no exceda de 300 metros cúbicos mensuales, y sean abastecidas de agua potable por sistemas municipales, estatales o el Distrito Federal, podrán llevar a cabo sus descargas de aguas residuales con sujeción a las Normas Oficiales Mexicanas que al efecto se expidan y mediante un aviso por escrito a "la Autoridad del Agua".	El Proyecto Ecológico MOVA tiene considerado el tratamiento biológico de las aguas residuales generadas en los procesos y su reutilización en los servicios sanitarios y riego de áreas verdes. Las descargas de aguas residuales se realizarán en cumplimiento a las NOM correspondientes y con la autorización, en dado caso, de la Comisión Nacional del Agua.

4. Ley General de Vida Silvestre

Tabla 57. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 15	La Secretaría promoverá la participación de todas las personas y sectores involucrados en la formulación y aplicación de las medidas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre que estén dentro del ámbito de su competencia.	Como parte de las medidas de mitigación incluidas en la MIA del Proyecto Ecológico MOVA se considera la protección de las especies de vida silvestre que se localicen tanto en el área del proyecto como área de influencia con el fin de conservar la vida silvestre en la región.
Art. 27 bis	No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.	El Proyecto Ecológico MOVA no tiene considerado la introducción de especies exóticas invasoras, es un proyecto industrial con fines de tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial.
Art. 83	El aprovechamiento extractivo de ejemplares, partes y derivados de la vida silvestre requiere de una autorización previa de la Secretaría, en la que se establecerá la tasa de aprovechamiento y su temporalidad.	El Proyecto Ecológico MOVA considera dentro de sus medidas de mitigación la prohibición de actividades de caza y aprovechamiento de ejemplares de vida silvestre durante todas las etapas del proyecto.
Art. 94	La caza deportiva se regulará por las disposiciones aplicables a los demás aprovechamientos extractivos.	
Art. 95	Queda prohibido el ejercicio de la caza deportiva: - Mediante venenos, armadas, trampas, redes, armas automáticas o de ráfaga. - Desde media hora antes de la puesta de sol, hasta media hora después del amanecer. - Cuando se trate de crías o hembras visiblemente preñadas.	

5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Tabla 58. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre.

Artículo	Texto	Vinculación
Art. 58, fracción I	Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción.	Considerando la superficie total del predio que corresponde a 85 ha., solamente se utilizarán 17 ha., en las cuales predomina vegetación secundaria con algunos ejemplares de selva baja caducifolia, por lo que no requiere cambio de uso del suelo. Cabe mencionar que, de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación Serie VI de INEGI, el área del proyecto corresponde principalmente con pastizal y pequeño manchón de vegetación secundaria de selva baja caducifolia. Asimismo, la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V realizó las gestiones necesarias y obtuvo la autorización correspondiente de cambio de uso de suelo agrícola a industrial.
Art. 153, Primer párrafo	La Federación fomentará las acciones voluntarias de conservación, protección y restauración forestal que lleven a cabo los particulares.	El Proyecto Ecológico MOVA tiene considerado, desde su diseño, la conservación voluntaria de algunas áreas cubiertas con vegetación con algunos ejemplares de selva baja caducifolia y vegetación riparia que se localizan en la parte norte del área del proyecto, en colindancia con el río Cotaxtla.

6. Ley General de Prevención y Gestión de los Residuos

Tabla 59. Vinculación del proyecto con la Ley General de Prevención y Gestión de los Residuos.

Residuos peligrosos		
Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 50	Se requiere autorización de la Secretaría para: I. La prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos; II. La utilización de residuos peligrosos en procesos productivos, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 63 de este ordenamiento; III. El acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros; IV. La realización de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos provenientes de terceros; V. La incineración de residuos peligrosos; VI. El transporte de residuos peligrosos; VII. El establecimiento de confinamientos dentro de las instalaciones en donde se manejen residuos peligrosos; VIII. La transferencia de autorizaciones expedidas por la Secretaría; IX. La utilización de tratamientos térmicos de residuos por esterilización o termólisis; X. La importación y exportación de residuos peligrosos, y XI. Las demás que establezcan la presente Ley y las normas oficiales mexicanas.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V realizará las gestiones necesarias para obtener las autorizaciones correspondientes para la operación del Proyecto Ecológico MOVA conforme a la LGPGIR, el cual incluye las actividades previstas en el Art. 50 de esta Ley.
Art. 54	Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales 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.	El Proyecto Ecológico MOVA se apegará estrictamente al Art. 54 en todos los procesos contemplados para el tratamiento de residuos peligrosos.
Art. 56	La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames. Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses, a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.	El Proyecto Ecológico MOVA se apegará estrictamente a las NOM para el almacenamiento de los residuos peligrosos en la planta industrial.
Art. 58	Quienes realicen procesos de tratamiento físicos, químicos o biológicos de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría los procedimientos, métodos o técnicas mediante los cuales se realizarán, sustentados en la consideración de la liberación de sustancias tóxicas y en la propuesta de medidas para	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V presentará a la Secretaría los métodos o técnicas que se consideran en el Proyecto Ecológico MOVA para todos los procesos de tratamiento físicos,

Residuos peligrosos		
Artículo	Descripción	Vinculación
	prevenirla o reducirla, de conformidad con las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan	químicos o biológicos de los residuos peligrosos.
Art. 59	Los responsables de procesos de tratamiento de residuos peligrosos en donde se lleve a cabo la liberación al ambiente de una sustancia tóxica, persistente y bioacumulable, estarán obligados a prevenir, reducir o controlar dicha liberación.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a prevenir, reducir, controlar dicha liberación al ambiente conforme a la normatividad aplicable en caso de que, en algunos de sus procesos, se generen sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables.
Art. 61	Tratándose de procesos de tratamiento por incineración y tratamiento térmico por termólisis, la solicitud de autorización especificará las medidas para dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas que se expidan de conformidad con los convenios internacionales de los que México sea parte.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a proporcionar a la Secretaría las medidas para dar cumplimiento a las normas oficiales mexicanas aplicable al Proyecto Ecológico MOVA.
Art. 62	La incineración de residuos deberá restringirse a las condiciones que se establezcan en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, en las cuales se estipularán los grados de eficiencia y eficacia que deberán alcanzar los procesos, y los parámetros ambientales que deberán determinarse a fin de verificar la prevención o reducción de la liberación al ambiente de sustancias contaminantes, particularmente de aquellas que son tóxicas. En los citados ordenamientos se incluirán especificaciones respecto a la caracterización analítica de los residuos susceptibles de incineración, así como de las cenizas resultantes de la misma, y al monitoreo periódico de todas las emisiones sujetas a normas oficiales mexicanas, cuyos costos asumirán los responsables de las plantas de incineración. La Secretaría, al establecer la normatividad correspondiente, tomará en consideración los criterios de salud que al respecto establezca la Secretaría de Salud.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a cumplir en la operación del Proyecto Ecológico MOVA con las condiciones que se establezcan en el Reglamento y en las NOM correspondientes en el proceso de incineración de residuos peligrosos y de manejo especial.
Art. 63	La Secretaría, al reglamentar y normar la operación de los procesos de incineración y co-procesamiento de residuos permitidos para tal efecto, distinguirá aquellos en los cuales los residuos estén sujetos a un co-procesamiento con el objeto de valorizarlos mediante su empleo como combustible alterno para la generación de energía, que puede ser aprovechada en la producción de bienes y servicios. Deberán distinguirse los residuos que, por sus características, volúmenes de generación y acumulación, problemas ambientales e impactos económicos y sociales que ocasiona su manejo inadecuado, pudieran ser objeto de co-procesamiento. A su vez, deberán establecerse restricciones a la incineración, o al co-procesamiento mediante combustión de residuos susceptibles de ser valorizados mediante otros procesos, cuando éstos estén disponibles, sean ambientalmente eficaces, tecnológica y económicamente factibles. En tales casos, deberán promoverse acciones que tiendan a fortalecer la infraestructura de valorización no de tratamiento de estos residuos, por otros medios.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a cumplir con la normatividad aplicable en el proceso de incineración contemplado en del Proyecto Ecológico MOVA, así como de las condicionantes para el co-procesamiento de residuos permitidos, en su caso.
Art. 64	En el caso del transporte y acopio de residuos que correspondan a productos desechados sujetos a planes de manejo, en términos de lo dispuesto por el artículo 31 de esta Ley, se deberán observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a observar medidas para prevenir y responder de manera segura y ambientalmente adecuada a posibles fugas, derrames o liberación al ambiente de sus contenidos que posean propiedades peligrosas.
Art. 67,	En materia de residuos peligrosos, está prohibido: I. El transporte de residuos por vía aérea; II. El confinamiento de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables; III. El confinamiento de compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados, los compuestos hexaclorados y otros, así como de materiales contaminados con éstos, que contengan concentraciones superiores a 50 partes por millón de dichas sustancias, y la dilución de los residuos que los contienen con el fin de que se alcance este límite máximo; IV. La mezcla de bifenilos policlorados con aceites lubricantes usados o con otros materiales o residuos; V. El almacenamiento por más de seis meses en las fuentes generadoras; VI. El confinamiento en el mismo lugar o celda, de residuos peligrosos incompatibles o en cantidades que rebasen la capacidad instalada; VII. El uso de residuos peligrosos, tratados o sin tratar, para recubrimiento de suelos, de conformidad con las normas oficiales mexicanas sin perjuicio de las facultades de la Secretaría y de otros organismos	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a observar todas las fracciones del Art. 76 aplicables al Proyecto Ecológico MOVA durante su operación.

Residuos peligrosos		
Artículo	Descripción	Vinculación
	competentes; VIII. La dilución de residuos peligrosos en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado, y IX. La incineración de residuos peligrosos que sean o contengan compuestos orgánicos persistentes y bioacumulables; plaguicidas organoclorados; así como baterías y acumuladores usados que contengan metales tóxicos; siempre y cuando exista en el país alguna otra tecnología disponible que cause menor impacto y riesgo ambiental.	
Art. 68	Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete, en su caso, a hacerse responsable de la contaminación del sitio y a reparar el daño causado conforme a las disposiciones legales correspondientes en el área del proyecto y área de influencia del Proyecto Ecológico MOVA.
Art. 69	Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete, en su caso, a llevar a cabo las acciones de remediación en el área del proyecto y área de influencia, conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables en consecuencia de los impactos ambientales ocasionados por el Proyecto Ecológico MOVA.
Art. 73	En el caso de abandono de sitios contaminados con residuos peligrosos o que se desconozca el propietario o poseedor del inmueble. La Secretaría, en coordinación con las entidades federativas y los municipios, podrá formular y ejecutar programas de remediación, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para su recuperación y restablecimiento y de ser posible, su incorporación a procesos productivos.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete, en su caso, al término de la vida útil del proyecto, a llevar a cabo las acciones necesarias para dejar el sitio en condiciones ambientales adecuadas para su incorporación a los procesos productivos.
Art. 80	Las personas interesadas en obtener autorizaciones para llevar a cabo los servicios a terceros para el transporte, acopio, almacenamiento, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos, según sea el caso, deberán presentar ante la Secretaría su solicitud de autorización, en donde proporcionen, según corresponda, la siguiente información: fracciones de la I a la XI.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. gestionará las autorizaciones correspondientes para llevar a cabo los servicios a terceros para el transporte, acopio, almacenamiento, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos, de acuerdo con las actividades consideradas en el Proyecto Ecológico MOVA.
Art. 81	Para el otorgamiento de la autorización de la prestación de los servicios a que se refiere este Capítulo, la Secretaría requerirá de una garantía suficiente para cubrir los daños que se pudieran causar durante la prestación del servicio y al término del mismo.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. cumplirá con la presentación de la garantía requerida para la obtención de la autorización para el desarrollo del Proyecto Ecológico MOVA.
Residuos de manejo especial		
Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 95	La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. llevará a cabo las actividades de tratamiento de residuos de manejo especial conforme lo establezcas la LGPGIR.
Art. 97	Las normas oficiales mexicanas establecerán los términos a que deberá sujetarse la ubicación de los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones destinadas a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, en rellenos sanitarios o en confinamientos controlados las normas especificarán las condiciones que deben reunir las instalaciones y los tipos de residuos que puedan disponerse en ellas, para prevenir la formación de lixiviados y la migración de éstos fuera de las celdas de confinamiento. Asimismo, plantearán en qué casos se puede permitir la formación de biogás para su aprovechamiento. Los municipios regularán los usos del suelo de conformidad con los programas de ordenamiento ecológico y de desarrollo urbano, en los cuales se considerarán las áreas en las que se establecerán los sitios de disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se alineará a las NOM para la ubicación y construcción del Proyecto Ecológico MOVA. Cabe mencionar que, la empresa cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo agrícola a industrial otorgada por el municipio.
Art. 104	En caso de riesgo inminente para la salud o el medio ambiente derivado del manejo de residuos peligrosos, la Secretaría, de manera fundada y motivada, podrá ordenar alguna o algunas de las siguientes medidas de seguridad: fracciones I a V.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. contará con las medidas de seguridad para la operación del proyecto Ecológico MOVA con el fin de prevenir o minimizar riesgos a la salud de los habitantes y el medio ambiente.

7. Reglamento de la ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos.

Tabla 60. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 48	Para obtener autorización, en términos del artículo 50 de la Ley, con excepción de la importación y exportación de residuos peligrosos que se sujetarán a lo previsto en el Título Quinto de este Reglamento, los interesados deberán presentar solicitud, mediante formato que expida la Secretaría, la cual contendrá la siguiente información: Fracciones I a la XVI	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. gestionará, ante la autoridad competente, la autorización para el tratamiento de residuos peligrosos y de residuos peligrosos y de manejo especial conforme lo solicitado en el Art. 48 del Reglamento.
Art. 49	La información relativa a la actividad para la cual se solicita autorización describirá lo siguiente: IV. Para la prestación de servicios de tratamiento de residuos peligrosos VI. Para la prestación de servicios de incineración de residuos peligrosos VII. Para la prestación de servicios de tratamiento de suelos contaminados: IX. Para el transporte de residuos peligrosos se describirán los residuos y la forma en que se recolectarán y transportarán, así como los vehículos que se utilizarán.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. proporcionará a la autoridad competente toda la información que solicita para la operación del proyecto Ecológico MOVA, de acuerdo con los procesos considerados.
Art. 50	La solicitud de autorización se acompañará con la documentación siguiente: Fracciones I-VIII	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. proporcionará a la autoridad competente toda la información que solicita para la operación del proyecto Ecológico MOVA, de acuerdo con los procesos considerados
Art. 51	Además de la documentación señalada en los artículos anteriores, de acuerdo con la actividad que se pretenda realizar, se anexará la siguiente: I y III	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. proporcionará a la autoridad competente toda la información que solicita para la operación del proyecto Ecológico MOVA, de acuerdo con los procesos considerados
Art. 57	En tanto no se expidan las normas oficiales mexicanas que regulen tecnologías o procesos de reciclaje, tratamiento, incineración, gasificación, plasma, termólisis u otros, la Secretaría podrá solicitar al prestador de servicio el proyecto ejecutivo y desarrollo de un protocolo de pruebas, siempre que: Fracciones I-IV	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. proporcionará a la autoridad competente toda la información que solicita para la operación del proyecto Ecológico MOVA, de acuerdo con los procesos considerados.
Art. 82	Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular: Fracciones I, II y III	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a diseñar todas las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos y de manejo especial para la operación del proyecto Ecológico MOVA conforme lo establece el Art. 82 del Reglamento.
Art. 85	Quienes presten servicios de recolección y transporte de residuos peligrosos deberán cumplir con lo siguiente: Fracciones I-VI	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se compromete a cumplir con los Art. 85 y 86 en lo referente al transporte de los residuos peligrosos y de manejo especial, de acuerdo con las actividades contempladas para la operación del proyecto Ecológico MOVA.
Art. 86	El procedimiento para llevar a cabo el transporte de residuos peligrosos se desarrollará de la siguiente manera: fracciones I-IV	
Art. 90	Las actividades de tratamiento de residuos peligrosos se sujetarán a los criterios establecidos en la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas que emita la Secretaría. Los prestadores de servicios de tratamiento deberán monitorear los parámetros de sus procesos y registrarlos en la bitácora de operación que deberá estar disponible para consulta de la autoridad competente. Los microgeneradores de residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad aplicarán las formas de tratamiento que estimen necesarias para neutralizar dichos residuos y disponer de ellos finalmente.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. tiene contemplado en el Proyecto Ecológico MOVA, el monitoreo de los parámetros de sus procesos y registro en la bitácora de operación que deberá estar disponible para consulta de la autoridad competente.

8. Ley General de Cambio Climático

Tabla 61. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 26	En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. es una empresa responsable con el medio ambiente. El proyecto Ecológico MOVA está diseñado considerando prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause en congruencia con la política nacional de cambio climático. Seleccionó la mejor tecnología para los equipos de incineración con el fin de minimizar la generación de emisiones a la atmósfera y, así mitigar los impactos a la atmósfera.
Art. 102	En materia de mitigación al cambio climático la evaluación se realizará respecto de los objetivos siguientes: II. Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero, y mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero mediante el fomento de patrones de producción y consumo sustentables en los sectores público, social y privado fundamentalmente en áreas como: la generación y consumo de energía, el transporte y la gestión integral de los residuos; XIV. Desarrollar incentivos económicos y fiscales para impulsar el desarrollo y consolidación de industrias y empresas socialmente responsables con el medio ambiente, y	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. contribuye a reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero con la selección de equipos de alta tecnología para el tratamiento de los residuos peligrosos y de manejo especial. Asimismo, el proyecto Ecológico MOVA tiene entre sus prioridades "ser industria y empresa socialmente responsable con el medio ambiente.

9. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL (última reforma publicada DOF 20-05-2021)

Tabla 62. Vinculación del proyecto con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 1	 Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional. tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. implementará todas las medidas para evitar, prevenir, minimizar, reparar o compensar los daños que cause con el desarrollo y operación del Proyecto Ecológico MOVA. Asimismo, asumirá los costos que impliquen las posibles afectaciones.

10. LEY DE LA AGENCIA NACIONAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y DE PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE DEL SECTOR HIDROCARBUROS (Última Reforma publicada DOF 11-05-2022)

Tabla 63. Vinculación del proyecto con la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente.

Artículo	Descripción	Vinculación
Art. 1	La presente Ley es de orden público e interés general y de aplicación en todo el territorio nacional y zonas en las que la Nación ejerce soberanía o jurisdicción y tiene como objeto crear la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, como un órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con autonomía técnica y de gestión. La Agencia tiene por objeto la protección de las personas, el medio ambiente y las instalaciones del sector hidrocarburos a través de la regulación y supervisión de: III. El control integral de los residuos y emisiones contaminantes.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. contribuirá al control integral de los residuos y emisión de los contaminantes del sector hidrocarburos con la operación eficiente del Proyecto Ecológico MOVA, cuyo fin es el tratamiento de los residuos peligrosos y de manejo especial que se generen en el sector hidrocarburos para la protección de las personas y el medio ambiente.
Art. 6	La regulación que emita la Agencia será publicada en el Diario Oficial de la Federación y deberá comprender, entre	Es una alternativa que ofrece para el control integral de los residuos y emisiones provenientes del sector

otros aspectos, los siguientes: II. En materia de protección al medio ambiente: a) Las actividades de manejo integral de los residuos peligrosos y de manejo especial generados o provenientes de las actividades del Sector;	hidrocarburos.
--	----------------

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Tabla 64. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

Norma	Materia	Objetivo	Obligaciones derivadas	Vinculación
NOM-041- SEMARNAT-2006	Contaminación atmosférica por emisiones de fuentes móviles	Establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, y óxido de nitrógeno, así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos.	Esta norma oficial es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el paso.	En el Proyecto se asegurará que todos los vehículos y maquinaria operen en condiciones óptimas y se sujetarán a un programa de mantenimiento preventivo y correctivo antes de entrar en operación en el desarrollo del proyecto.
NOM-052- SEMARNAT-2005	Residuos peligrosos	NOM-052-semarnat- 2005, que establece las características, el Procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos (publicación DOF 23-06-2006)	Esta norma oficial es de observancia obligatoria en la definición y clasificación de residuos peligrosos.	El Proyecto Ecológico MOVA será responsable del tratamiento de los residuos peligrosos clasificado por esta norma que ingresarán a la planta para su tratamiento.
NOM-147- SEMARNAT/SSA1- 2004	Que establece criterios para Determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico,bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.	Establecer los criterios para la caracterización y determinación de concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio, vanadio y sus compuestos inorgánicos; así como los criterios de remediación.	Esta NOM es obligatoria para todas aquellas personas físicas y morales que deban determinar la contaminación de un suelo con materiales o residuos que contengan arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio, vanadio y sus compuestos inorgánicos.	El Proyecto Ecológico MOVA tratará suelos contaminados con metales, los regresará al sitio de origen en las condiciones que marca la norma.
NOM-138- SEMARNAT/SSA1- 2012	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación	Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación en suelos con los hidrocarburos	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. será responsable con el desarrollo del proyecto Ecológico MOVA, de tratar los suelos contaminados con hidrocarburos y monitorear al inicio y final conforme a los parámetros que indica esta norma.
NOM-059- SEMARNAT-2010	Flora y fauna	Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y establece especificaciones APRA su protección.	Esta norma oficial es de observancia obligatoria en la conservación, protección, transformación, uso o aprovechamiento del hábitat donde ocurren las especies y subespecies de flora y fauna silvestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial. Para el caso del aprovechamiento o uso de los hábitats en los cuales ocurren las	El proyecto Ecológico MOVA incluye en la MIA las medidas de mitigación necesarias para la protección y conservación de las especies de flora y fauna listadas en esta norma.

Norma	Materia	Objetivo	Obligaciones derivadas	Vinculación
			especies y subespecies en mención, deberá asegurarse su conservación atendiendo a las disposiciones jurídicas vigentes.	
NOM-080- SEMARNAT-1994	Contaminación por ruido	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Esta norma oficial se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, y motocicletas, que circulen por las vías de comunicación terrestre. La emisión de ruido que producen los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados se obtiene midiendo el nivel sonoro. Los límites permisibles de emisión de ruido para los vehículos automotores son de hasta 3000 kg es de 86 dB; de las de 3000 y hasta 10,000 será de 92 dB y de más de 10,000 será de 99 dB.	En el Proyecto se dará mantenimiento preventivo a los vehículos que utilice en todas las etapas del proyecto con el fin de minimizar la emisión de ruido y garantizar los estándares ambientales.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Contaminación por ruido	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.	Esta norma oficial se aplica a la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.	El Proyecto Ecológico MOVA tendrá un programa de monitoreo de ruido en el área del proyecto y su área de influencia para evitar la contaminación por ruido originado por la maquinaria y equipo utilizado en todas las etapas del proyecto.
NORMA Oficial Mexicana NOM-138- SEMARNAT/SSA1-2012,	Contaminación de suelos por hidrocarburos	Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación en suelos con los hidrocarburos	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. será responsable con el desarrollo del proyecto Ecológico MOVA, de tratar los suelos contaminados con hidrocarburos y llevarlos al sitio de origen en las condiciones que marca la norma.
NOM-161- SEMARNAT-2011	Residuos de Manejo Especial	Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo (publicación DOF 01-02-2013)	Los grandes generadores de Residuos de Manejo Especial, residuos sólidos urbanos urbano, los grandes generadores y productores, importadores, exportadores, comercializadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en Residuos de Manejo Especial sujetos a un Plan de Manejo	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. será responsable con el desarrollo del proyecto Ecológico MOVA, de tratar los residuos de manejo especial para minimizar los impactos al ambiente.
NOM-133-SEMARNAT 2015 (publicación DOF 23-02-2016	Manejo y eliminación de residuos peligrosos que contengan o estén contaminados con Bifenilos Policlorados.	Que establece especificaciones para el manejo y eliminación ambientalmente adecuados de los residuos peligrosos que contengan o estén contaminados con Bifenilos Policlorados, a partir de que son desechados, así como para el manejo y tratamiento de equipos contaminados con BPC	Es de observancia obligatoria para todas las personas físicas y morales que posean equipos BPCs o generen residuos peligrosos BPCs, así como para aquellos que presten servicios de manejo de los mismos.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. a través del Proyecto Ecológico MOVA cumplirá con los requisitos y límites máximos permisibles tanto para emisiones como para suelos contaminados con PCB establecidos en esta norma una vez tratados los residuos peligrosos que contengan PCB y los equipos PCB. El proyecto Ecológico MOVA se apegará a lo que señala la norma en lo que le aplique: El tratamiento y eliminación deberán llevarse a

Norma	Materia	Objetivo	Obligaciones derivadas	Vinculación
				cabo, de acuerdo con lo siguiente. De los procesos referidos en el Reglamento, los de tratamiento de equipos BPCs, son retrolavado y la extracción líquido-líquido. Los líquidos BPCs que se extraigan de los equipos, tendrán que sujetarse a un proceso de eliminación. De los procesos referidos en el Reglamento, los de eliminación de BPCs, son incineración, gasificación, plasma, pirólisis, y químico catalítico 7.4. En el caso de que un proceso de tratamiento o químico catalítico genere alguna emisión al medio ambiente los límites máximos permisibles son los que aparecen en la Tabla 2 de esta Norma. 7.4.1 En el caso de derrames al suelo natural con líquidos BPCs, y una vez realizada la remediación, se deben cumplir los límites máximos de contaminación de la Tabla 3 de esta Norma. 8.2.6 Que los prestadores de servicios que realicen procesos de tratamiento o químico analítico de BPCs demuestren a través de un laboratorio acreditado y aprobado, que cumplen con los límites máximos permisibles de emisión al medio ambiente, establecidos en la Tabla 2 de la norma que sean aplicables.
NOM-098-SEMARNAT-2002, (publicación DOF 01-10-2004)	Incineración de residuos y límite de emisiones contaminantes	Establece las especificaciones de operación, así como los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las instalaciones de incineración de residuos	Es obligatorio para todas aquellas instalaciones destinadas a la incineración de residuos, excepto de hornos crematorios, industriales y calderas que utilicen residuos como combustible alterno.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V, cumplirá con los compromisos derivados de esta NOM: las instalaciones de combustión estarán equipadas con equipos de control de emisiones atmosféricas que se requieran para que estas estén por debajo de los límites máximos permisibles.
NOM-001-ASEA- 2019 (publicación DOF 16-04-2019)	Clasificación de los Residuos de Manejo Especial y residuos peligrosos del Sector Hidrocarburos	Establecer los criterios para la clasificación de Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos, establecer los criterios para determinar los Residuos sujetos a Plan de Manejo y el listado de los mismos y establecer los elementos para la formulación y gestión de los Planes de Manejo de Residuos del Sector Hidrocarburos.	Aplica en todo el territorio nacional y es de observancia obligatoria para los Grandes Generadores de Residuos Peligrosos y Residuos de Manejo Especial provenientes de las actividades del Sector Hidrocarburos a las que se refiere el artículo 3o., fracción XI, de la Ley de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos.	El Proyecto Ecológico MOVA. S.A. de C.V contribuirá al cumplimiento cabal de esta norma con el tratamiento de los residuos de manejo especial y peligrosos provenientes del sector hidrocarburos. La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V, realizará los trámites correspondientes para ser prestadores de servicios autorizados por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos, conforme a lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento.
NOM-057- SEMARNAT-1993	Diseño, construcción y operación de las celdas de confinamientos	Determinar los elementos que deben considerarse y los procedimientos que deben seguirse, para evaluar el grado de	Es de observancia obligatoria en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V diseñará, construirá y operará las celdas donde confinará de manera controlada y

Norma	Materia	Objetivo	Obligaciones derivadas	Vinculación
	controlados para la disposición final de residuos peligrosos.	riesgo sanitario en materia de actividades, servicios y establecimientos.	de residuos peligrosos.	temporal los residuos peligrosos que serán tratados, apegándose en su totalidad a los requisitos establecidos en esta Norma. Cabe señalar que, las celdas son parte del proceso de confinamiento de residuos peligrosos para su posterior tratamiento, no como disposición final de los residuos, ya que no es el caso.
NOM-058-SEMARNAT-1993	Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	Establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	Es de observancia obligatoria para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. cumplirá con todos los requisitos aplicables para la operación de los confinamientos controlados y temporales de residuos peligrosos que serán tratados. Cabe señalar que, las celdas son parte del proceso de confinamiento de residuos peligrosos durante su tratamiento, no como disposición final de los residuos, ya que no es el caso.

III.3. PLANES DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

El Proyecto Ecológico MOVA se localiza en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 75 (Figura. 18). Los criterios se presentan en la Tabla 65.

Figura 18 Plano de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET).

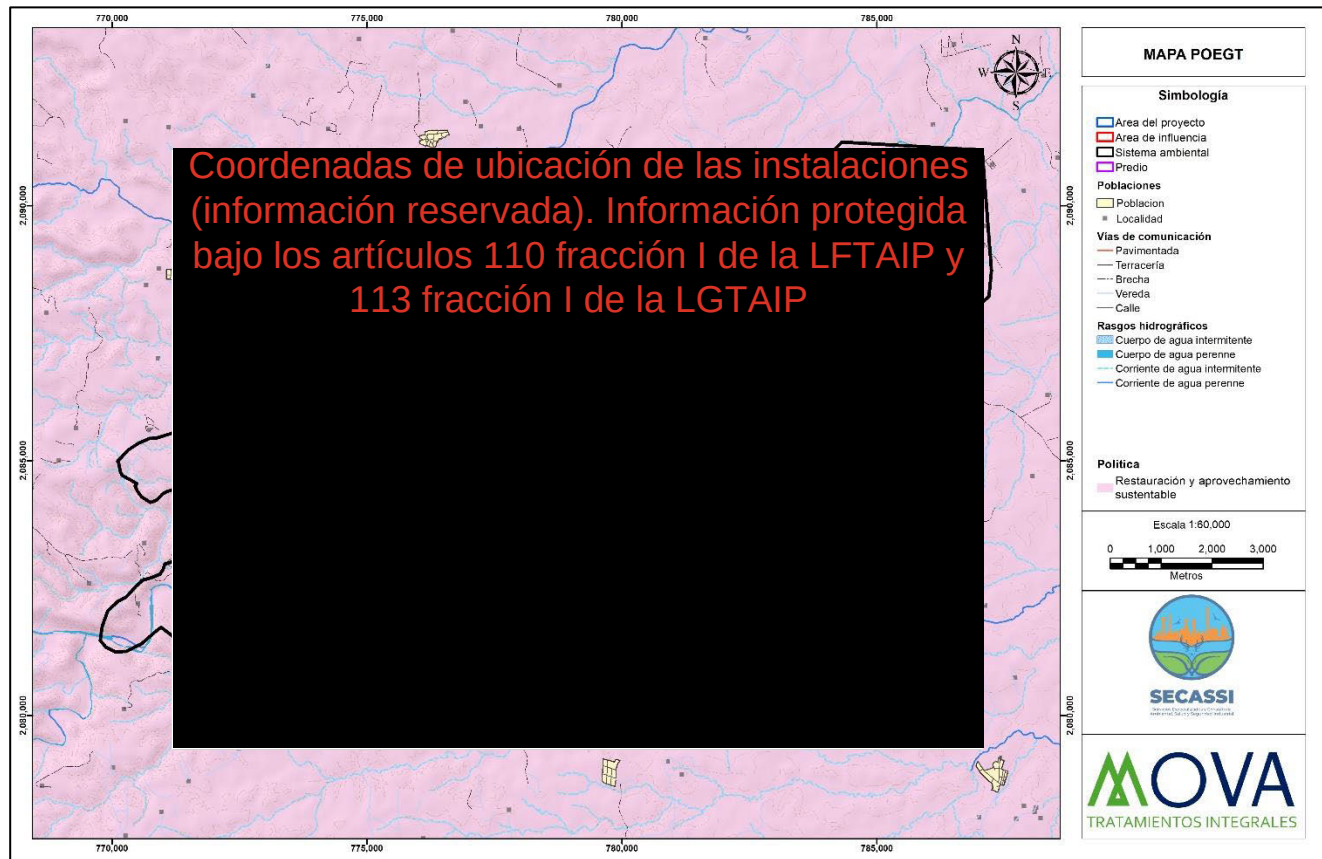


Tabla 65. Criterios Unidad Ambiental Biofísica 75.

Clave de la Región Ecológica	18.17
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	75
Nombre de la Unidad Ambiental	Llanura costera veracruzana norte
Rectores del Desarrollo	Forestal
Coadyuvantes del Desarrollo	Agricultura-ganadería-turismo
Asociados del Desarrollo	Minería, poblacional
Otros Sectores del Desarrollo	PEMEX
Política Ambiental	Restauración y aprovechamiento sustentable
Nivel de Atención Prioritaria	Muy alta
Estrategias	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

A continuación, se describen las estrategias correspondientes a la UAB 75, donde se ubica el Proyecto Ecológico MOVA.

Tabla 66. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 75.

Estrategias. UAB 75		Vinculación
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	El Proyecto Ecológico MOVA respetará las especies forestales existentes en el área del proyecto y su área de influencia, integrando las áreas verdes al proyecto desde su diseño.
C) Protección de los Recursos Naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto Ecológico MOVA promoverá la protección de los recursos naturales existentes en el área del proyecto y su área de influencia, conservando las áreas verdes con la vegetación original y, de esta manera respetando el hábitat de las especies de fauna. Asimismo, protegerá los recursos suelo y agua. Respetará el Río Cotaxtla y la vegetación riparia, ubicando las instalaciones exclusivamente en la zona central del predio.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto Ecológico MOVA contribuirá a la reforestación de áreas desprovistas de vegetación con especies nativas para su conservación, siendo un proyecto amigable con el entorno donde se ubicará.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	El proyecto Ecológico MOVA cumplirá con la normatividad ambiental aplicable al giro industrial.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El Proyecto Ecológico MOVA gestionará las autorizaciones necesarias para hacer un uso eficiente del agua requerida para su operación.
E) Desarrollo social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-	El Proyecto Ecológico MOVA utilizará mano de obra local con el fin de incorporar a los habitantes al desarrollo económico de la región en todas las etapas del proyecto.

Estrategias. UAB 75		Vinculación
	productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
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.	El proyecto Ecológico MOVA obtuvo la autorización de cambio de uso de suelo agrícola a industrial en apego a la normatividad.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

III.4. PLANES DE DESARROLLO URBANO (PDU)

Es importante señalar la compañía Tratamientos Integrales MV, S.A. de C.V., solicitó el cambio de uso de suelo Agrícola a Uso Forestal ante el Municipio de Cotaxtla, Veracruz, el cual resolvió favorablemente el 31 de octubre del 2019 mediante el oficio No. OP/003/2019. En el Anexo 11 se muestra el oficio del cambio de uso de suelo.

III.5. PROGRAMAS DE RECUPERACIÓN Y RESTABLECIMIENTO DE ZONAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Considerando que el proyecto se encuentra ubicado sobre un área ya autorizada previamente (SEMARNAT), en la cual ya se han realizado los trabajos de preparación del sitio y parte de la construcción de las celdas, para esta etapa (operación y mantenimiento) no se afectarán áreas adicionales a las ya autorizadas, por consecuente el proyecto no contraviene con la recuperación y restablecimiento de zonas de restauración ecológica.

III.6. DECRETOS Y PROGRAMAS DE MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS VIGENTES (FEDERALES, ESTATALES Y MUNICIPALES)

El área del Proyecto Ecológico MOVA, no corresponde con ninguno de los siguientes instrumentos de gestión: ANP federales, estatales y municipales; sitios RAMSAR (humedales de importancia internacional), Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), Áreas destinadas a la Conservación Voluntaria (ADCV). Los más cercanos al proyecto son dos:

- AICA Humedales de Alvarado aproximadamente a 19.00 km de distancia.
- Sitio RAMSAR No. 1450 Sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad de Veracruz, aproximadamente a 20.51 km de distancia.

Figura 19 Áreas Naturales Protegidas Federales aledañas al proyecto.

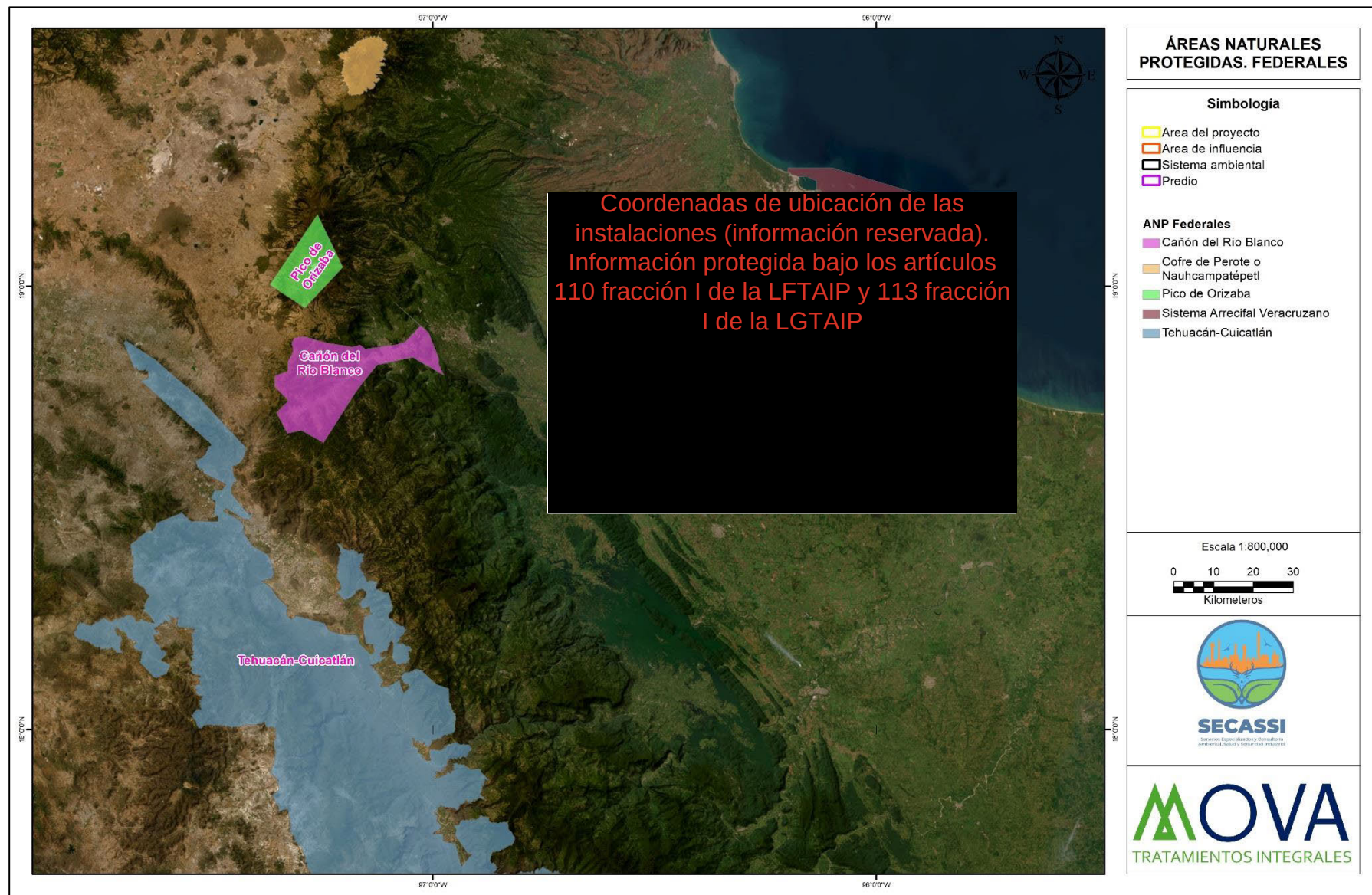


Figura 20 Áreas Naturales Protegidas Estatales aledañas al proyecto.

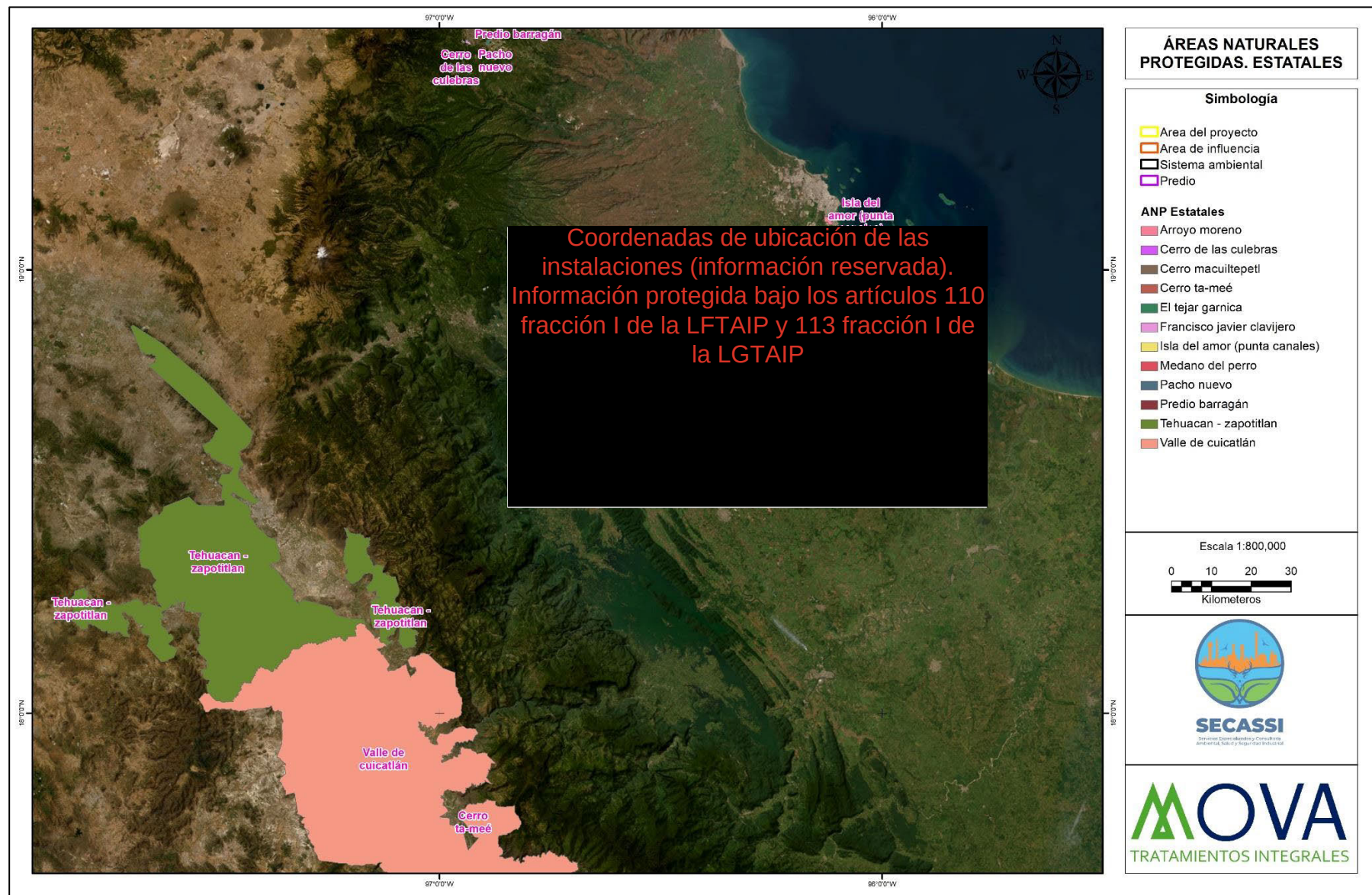


Figura 21 Sitios Ramsar alejados al proyecto.

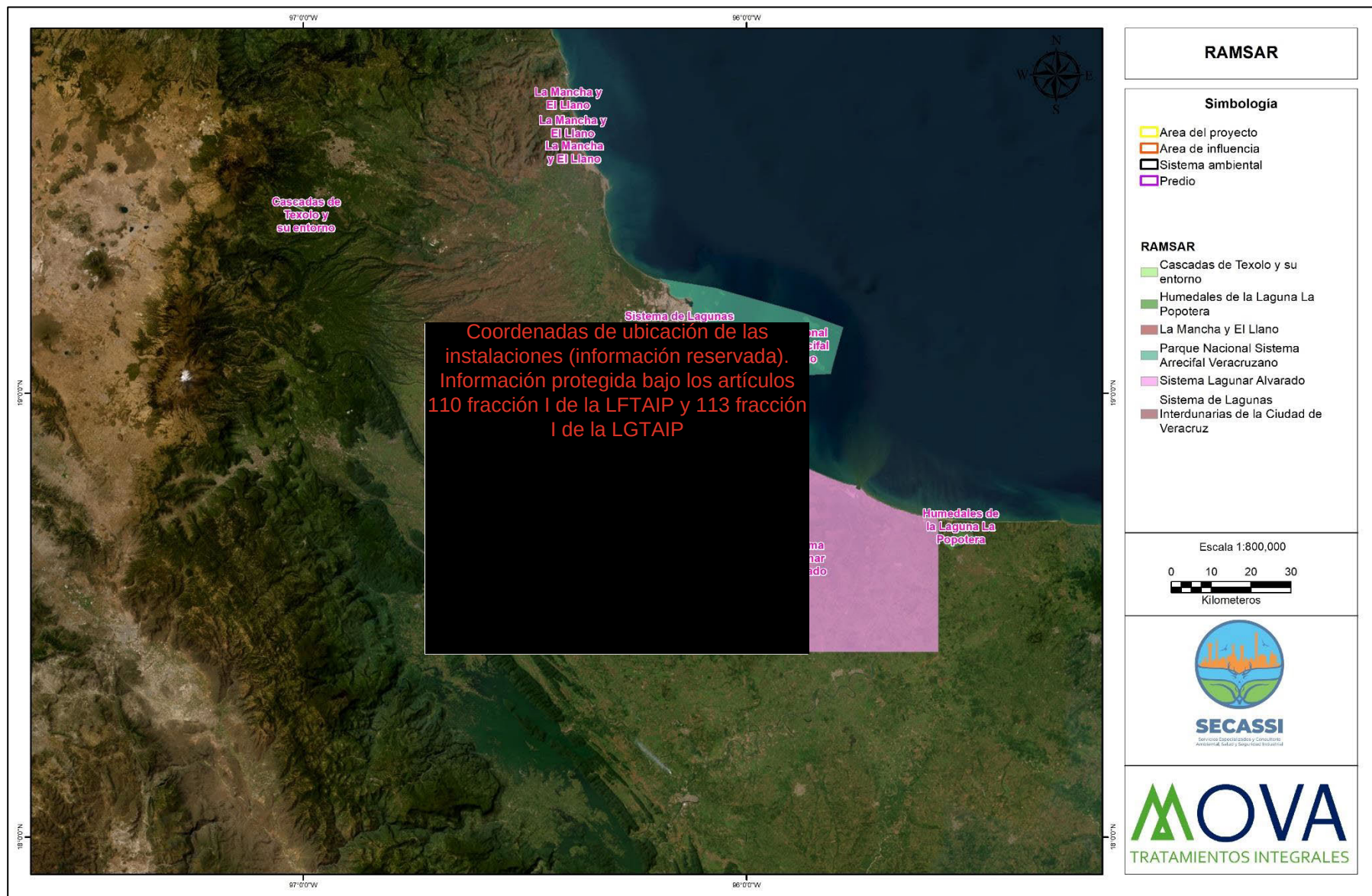


Figura 22 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) aledañas al proyecto.

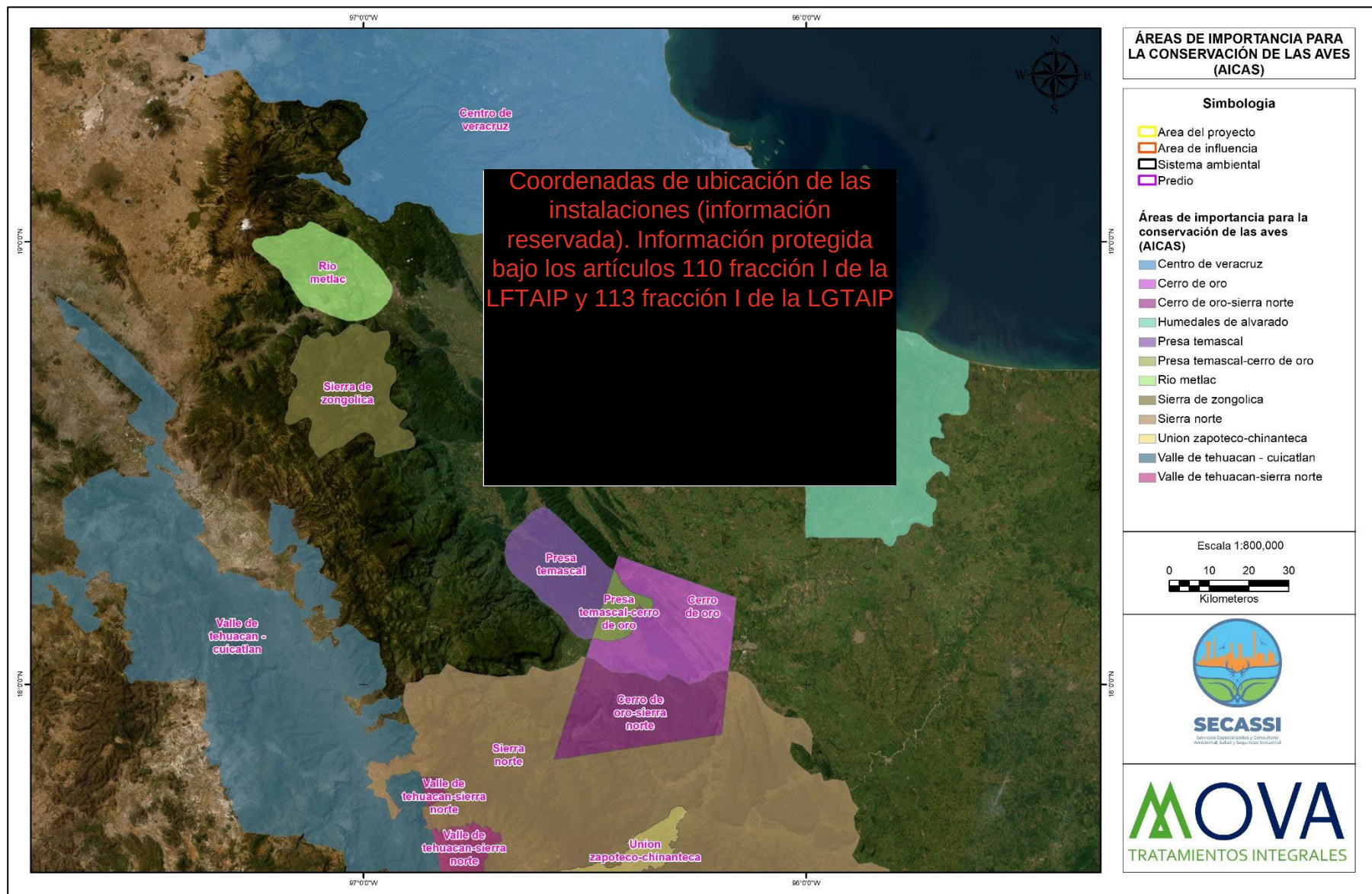


Figura 23 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPRI) aledañas al proyecto.

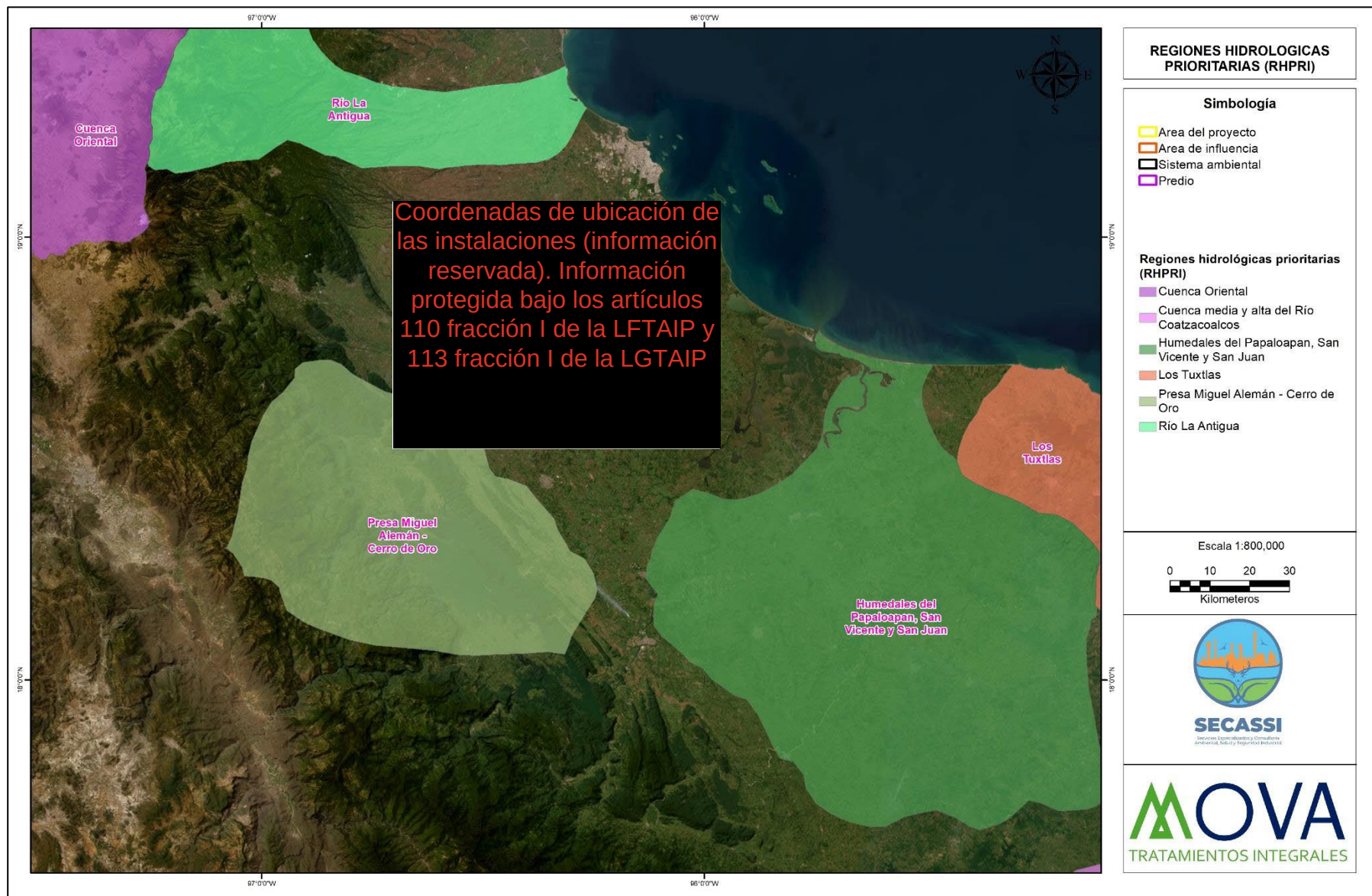


Figura 24 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) aledañas al proyecto.

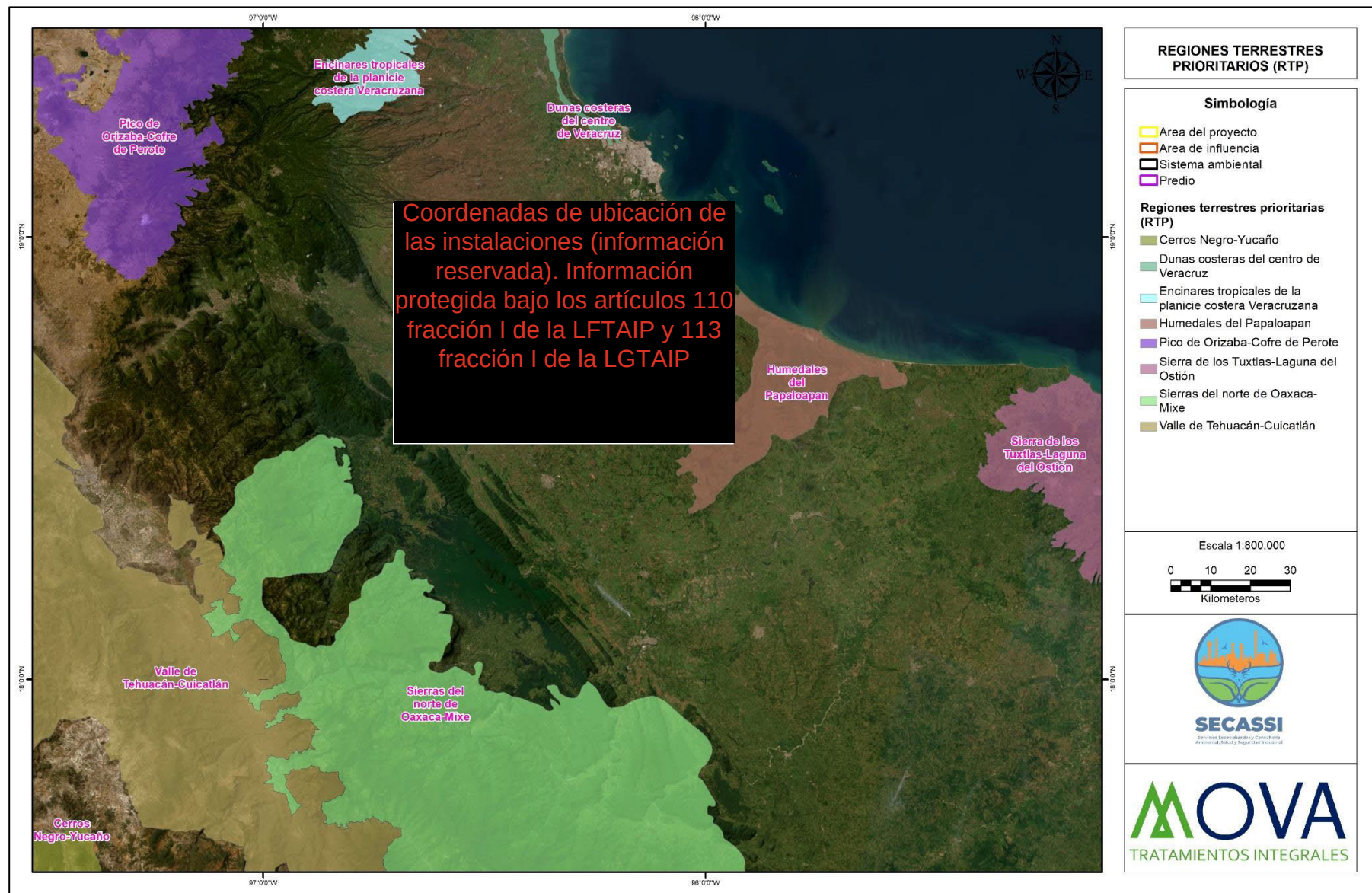
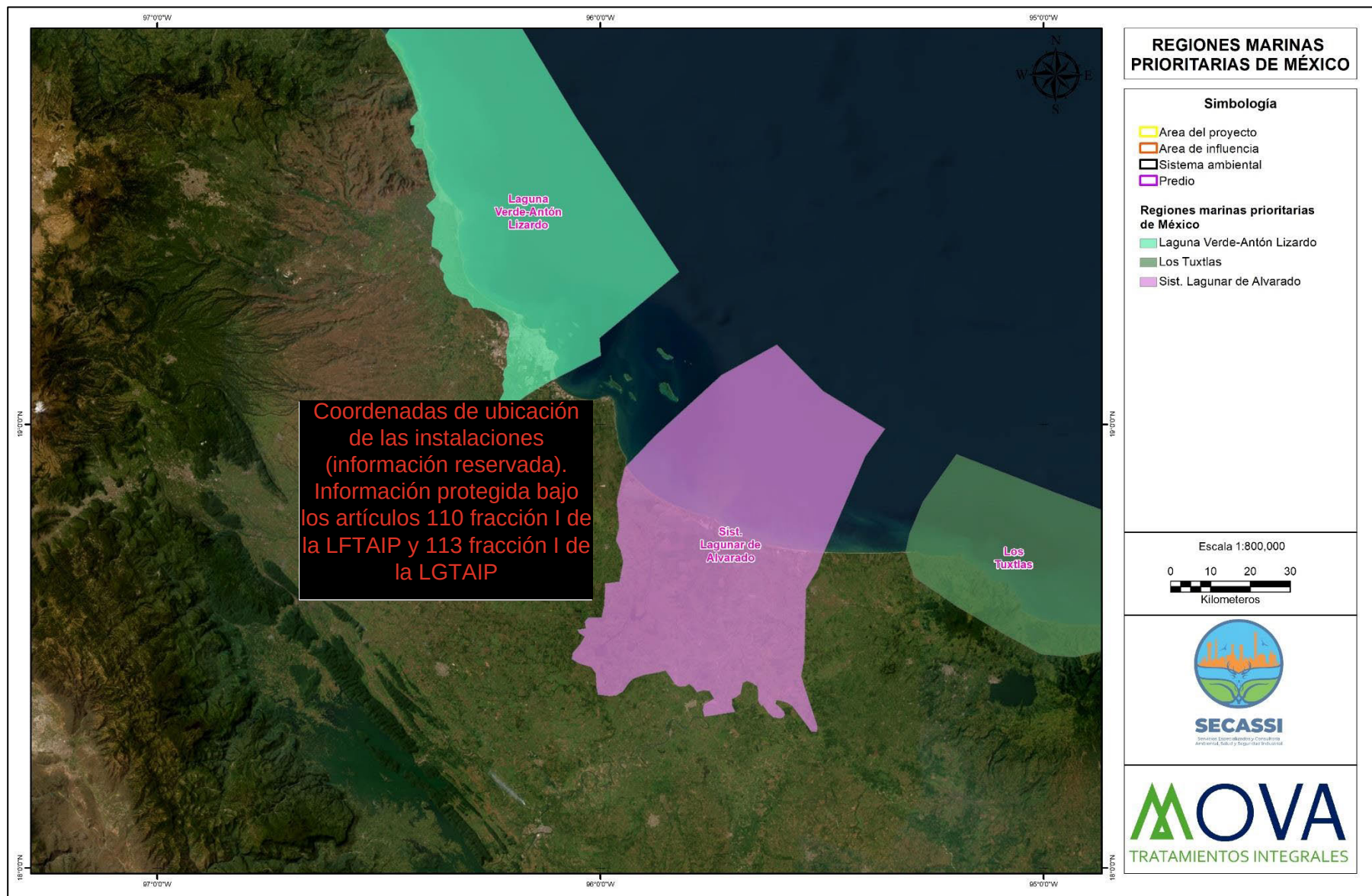


Figura 25 Regiones Marítimas Prioritarias (RMPRI) aledañas al proyecto.



III.7. BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES

Como se menciona en el punto III.4, la compañía Tratamientos Integrales MV, S.A. de C.V., solicitó el cambio de uso de suelo Agrícola a Uso Forestal ante el Municipio de Cotaxtla, Veracruz, cumpliendo con todos los lineamientos solicitados por este municipio, el cual resolvió favorablemente el 31 de octubre del 2019 mediante el oficio No. OP/003/2019. En el Anexo 11 se muestra el oficio del cambio de uso de suelo.

III.8. ESTRATEGIAS Y PROGRAMAS DERIVADOS DEL PLAN NACIONAL

2 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 (DOF: 12/07/2019).

Tabla 67. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024.

Objetivo: II. Política Social		
Estrategia	Línea de Acción	Vinculación
Desarrollo sostenible	El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.	La creación de infraestructura para el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos, como es el caso del Proyecto Ecológico MOVA, contribuirá a minimizar los impactos ambientales derivados de la generación de este tipo de residuos en concordancia con un desarrollo económico sustentable para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico.
Objetivo: III. Economía		
Rescate del sector energético	Un propósito de importancia estratégica para la presente administración es el rescate de Pemex y la CFE para que vuelvan a operar como palancas del desarrollo nacional.	El rescate de Pemex y la CFE para que vuelvan a operar como palancas del desarrollo nacional requiere de infraestructura necesaria para el manejo de los residuos peligrosos y de manejo especial que se generan este tipo de industrias. El Proyecto Ecológico MOVA coadyuvará a minimizar los impactos ambientales por la operación de las industrias PEMEX y CFE, así como todas aquellas industrias generadores de este tipo de residuos.
Impulsar la reactivación económica, el mercado interno y el empleo	El sector público fomentará la creación de empleos mediante programas sectoriales, proyectos regionales y obras de infraestructura, pero también facilitando el acceso al crédito a las pequeñas y medianas empresas (que constituyen el 93 por ciento y que generan la mayor parte de los empleos) y reduciendo y simplificando los requisitos para la creación de empresas nuevas.	El Proyecto Ecológico MOVA es una obra de infraestructura para el tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial, la cual contribuirá a reactivar la economía en la región y generará empleos a nivel local y regional.

3 PLAN VERACRUZANO DE DESARROLLO 2019-2024 (Gaceta Oficial del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave 05/06/2019)

Tabla 68. Vinculación del proyecto con el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024.

Objetivo	Estrategia	Línea de Acción	Vinculación
2. Impulsar fuentes de empleo, garantizar trabajo digno y fortalecer la justicia laboral.	Facilitar el acceso de la población a oportunidades de empleo en empresas reguladas bajo las normas jurídicas de trabajo establecidas, garantizando el respeto a los Derechos Humanos, con enfoque de igualdad sustantiva y no discriminación.	Verificar la operación del Servicio Estatal de Empleo, vinculando la oferta y la demanda de trabajo en la entidad veracruzana.	El establecimiento de una nueva industria en la región generará empleos y reactivará la economía. Este es el caso de la instalación de una planta de tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial como lo es Proyecto Ecológico MOVA. El proyecto cumplirá con la normatividad ambiental aplicable y cuenta con la autorización de cambio de uso de suelo de agrícola a industrial.

En el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024 se hace referencia a los Municipios que integran las áreas de ordenamiento ecológico, ente los cuales no se ubica al Municipio de Cotaxtla, Ver.

III.1. DISPOSICIONES ADMINISTRATIVAS DE CARÁCTER GENERAL (DACG) APLICABLES.

Tabla 69. Vinculación del proyecto con las Disposiciones Administrativas de Carácter General (DACG).

DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.	
El responsable del cumplimiento de Disposiciones Administrativas de Carácter General deberá apegarse a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.	
Disposiciones	Cumplimiento
Capítulo IV AUTORIZACIONES	
Artículo 21.- Para la prestación de servicios de tratamiento de los RME, además de lo señalado en el artículo 16 del presente lineamiento, se deberá presentar la siguiente información y documentación: I. Formato de autorización de tratamiento de RME (FF-ASEA-008); II. La tecnología que se empleará para tratar los RME y la descripción detallada del proceso (tipo de tratamiento), mencionando los cambios o transformaciones que sufren los RME en cada fase o etapa del proceso, la capacidad anual de proceso a instalar y la estimada del sistema, empleando unidades de masa o volumen; en su caso, las temperaturas de proceso y eficiencia del equipo; III. Describir la operación del proceso, detallando todas sus etapas; el arribo de los RME a la Instalación, incluyendo las actividades de pesaje y descarga, la manipulación cuando el almacenamiento se realice a granel, entre otros; IV. Describir las acciones a realizar para confirmar que los RME no presentan características de peligrosidad; V. Indicar los puntos en los que se generen emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales, subproductos, RME, incluyendo sus volúmenes de generación; describiendo los controles operacionales para la prevención de la contaminación en aire, agua y suelo; VI. Indicar la materia prima e insumos requeridos en las actividades, señalando nombre, cantidad, concentración y estado físico, así como la capacidad total de almacenamiento; VII. Los nombres y cantidades de los combustibles utilizados en los equipos para el tratamiento de RME, incluyendo la manera de alimentar los equipos durante la operación, y la forma de almacenamiento, en su caso;	La empresa Tratamientos Integrales MV S.A. de C.V. someterá ante la ASEA la presente Manifestación de Impacto Ambiental, con la finalidad de dicha autoridad evalúe y autorice en materia de Impacto Ambiental los procesos operativos y de mantenimiento de las áreas para los tratamientos de los RME y Peligrosos del Sector Hidrocarburos. Una vez que se cuente con la autorización en materia de Impacto Ambiental, la empresa Tratamientos Integrales MV S.A. de C.V. procederá a la solicitud de las autorizaciones de los tratamientos de RME y Peligrosos para el Sector Hidrocarburos ante la ASEA, cumpliendo con cada uno de los puntos establecidos en el Artículo 21, de la presente DACG. La compañía Tratamientos Integrales MV S.A. de C.V. cuenta con un Programa de Programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales y accidentes (ver Anexo 12).

DISPOSICIONES administrativas de carácter general que establecen los lineamientos para la gestión integral de los Residuos de Manejo Especial del Sector Hidrocarburos.

El responsable del cumplimiento de Disposiciones Administrativas de Carácter General deberá apegarse a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Disposiciones	Cumplimiento
VIII. Describir las características físicas, químicas y organolépticas, del producto final obtenido como resultado del tratamiento, así como su nombre; IX. Describir la forma en la que, al final del tratamiento, se almacenan los productos obtenidos; X. Describir detalladamente las propuestas de alternativas de disposición de los RME tratados, indicando los fundamentos técnicos en los que las basan; XI. Describir el sistema de control y monitoreo de emisiones a la atmósfera, incluyendo su operación y puntos de muestreo, en caso de utilizar combustibles en su proceso; XII. Copia del plano del proyecto ejecutivo de la planta o Instalación que considere el balance de masa y energía, en su caso, los planos eléctricos, mecánicos y diagramas de tuberías e instrumentación, además de indicar la distribución de las áreas, incluyendo el almacén de los RME recibidos, así como los diagramas de la maquinaria o equipo, detallando los sistemas de control de emisiones y de los RME; XIII. Copia de los manuales de operación, de todos los equipos que conforman el sistema de tratamiento; XIV. Plan de respuesta a emergencias, que contenga los procedimientos específicos de actuación para cada escenario (fuga, derrame, incendio o explosión, entre otros), que pueda presentarse con los RME que se pretenden manejar, y XV. Copia simple de la autorización en materia de Impacto Ambiental para el manejo de residuos.	

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

CAPÍTULO IV DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

IV.1. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) consistió en definir una unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de impacto ambiental, en la cual se analizaron los componentes ambientales tanto bióticos como abióticos, considerando la uniformidad y continuidad de éstos y sus procesos ambientales con los que el proyecto interactúa en espacio y tiempo. Para ello, se utilizaron los siguientes insumos:

- Mapas temáticos de INEGI escala 1:50, 000 de Geología con clave E14B58.
- Mapa temático de INEGI escala 1:50,000 Topografía con clave E14 B59.
- Carta Edafológica Clave E14-6, Escala 1:250,000 (INEGI, 2004)
- Carta de uso del Suelo y Vegetación, Serie VI 1:250,000 de INEGI
- Información Vectorial INEGI escala 1:250,000 por estado editado 2018.
- Modelos Digitales de elevación y sombra.
- Mapas temáticos de INEGI de Hidrología superficial, Cuencas y subcuencas.
- Mapa ANP federales, estatales y municipales
- Mapa Áreas destinadas a la Conservación Voluntaria (ADCV).
- Mapa de ubicación de AICAS
- Mapa de sitios RAMSAR.
- Estudio geohidrológico in situ
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Acuerdo DOF 07-092012).
- Mapa de localidades
- Mapa de vías de comunicación

Se realizó la sobreposición de cada uno de los mapas temáticos indicados para visualizar la interrelación del proyecto con el componente a analizar (geología, topografía, edafología, hidrología, vegetación y uso del suelo, ANP, AICAS, sitios RAMSAR y ADCV). Se identificaron las unidades correspondientes y como resultado se obtuvo la delimitación del SA donde podría haber alguna interacción del proyecto ya sea positiva o negativa (impacto ambiental). El polígono resultante se presenta en la figura 26.

Tabla 70. Coordenadas del Sistema Ambiental.

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08			COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Sistema Ambiental			Vértices Sistema Ambiental		
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1	Coordenadas del Sistema Ambiental Regional (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.				
2					
3					
4					
5					
6					
7					

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Sistema Ambiental		
Vértice	X	Y

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Sistema Ambiental		
Vértice	X	Y

8	Coordenadas del Sistema Ambiental Regional (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.	
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
31		
32		
33		
34		
35		
36		
37		
38		
39		
40		
41		
42		
43		
44		
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		
56		

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Sistema Ambiental		
Vértice	X	Y

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Sistema Ambiental		
Vértice	X	Y

57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105

Coordenadas del Sistema Ambiental Regional (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08			COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Sistema Ambiental			Vértices Sistema Ambiental		
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
106	Coordenadas del Sistema Ambiental Regional (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.				
107					
108					
109					
110					

Tabla 71. Coordenadas UTM correspondientes al Área de Influencia.

COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Área de Influencia		
Vértice	X	Y
1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP	
2		
3		
4		
1		
Área o Superficie (Ha)		192.86

Tabla 72. Coordenadas UTM correspondientes al Área del Proyecto.

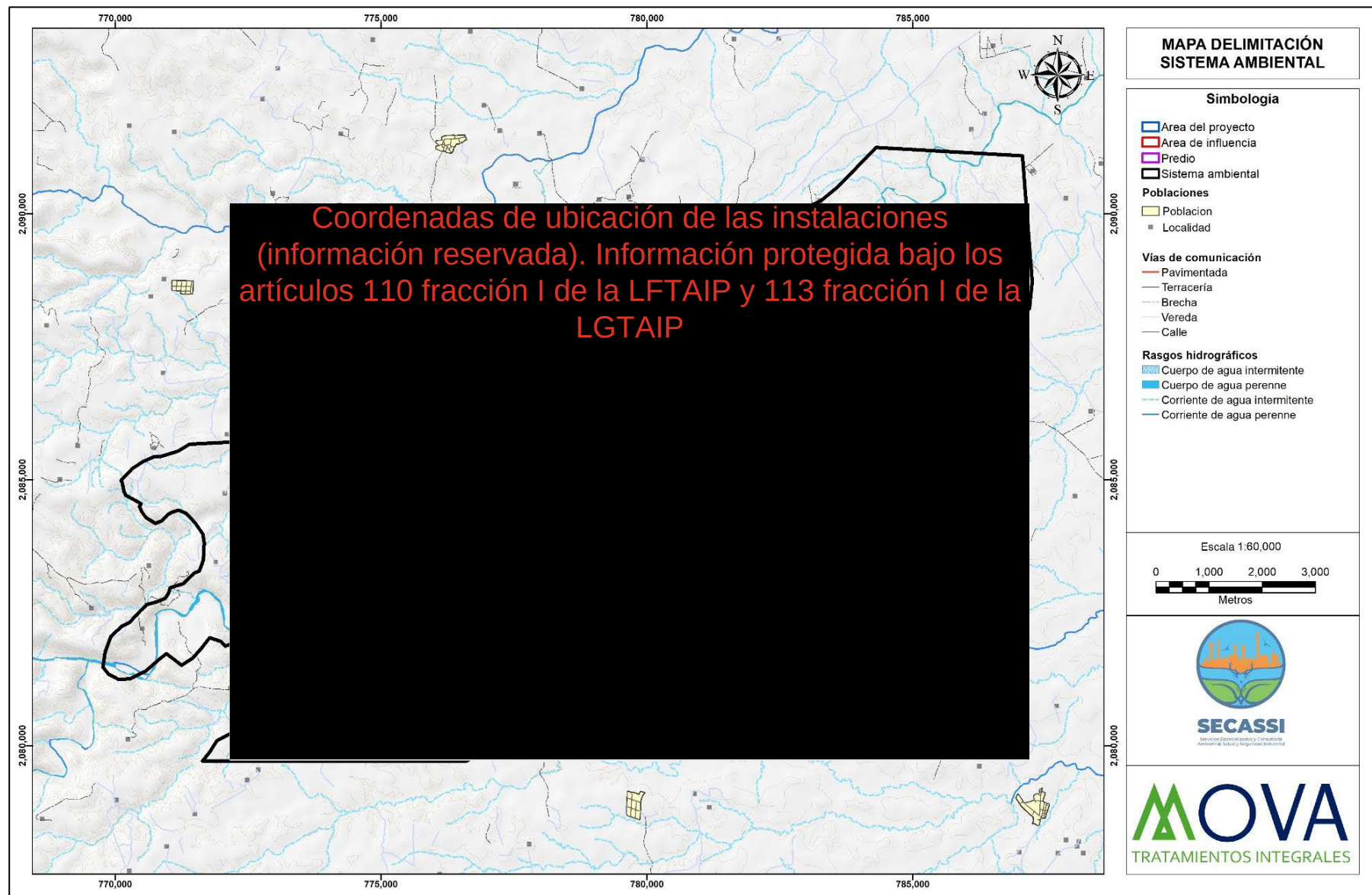
COORDENADAS UTM ZONA 14, ITRF 08		
Vértices Área del Proyecto		
Vértice	X	Y
1	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP	
2		
3		
4		
5		
1		
Área o Superficie (Ha)		13.8344

Con base en este análisis de componentes físicos, biológicos y sociales y mediante el uso de Sistema de Información Geográfica (SIG) se obtuvieron las superficies para el SA, área de influencia y área del proyecto:

Tabla 73. Superficies del Sistema ambiental, Área de Influencia y Área del Proyecto.

Área	Superficie
Sistema Ambiental (SA)	10,924.1871 Ha
Área de influencia	192.8688 Ha
Área del Proyecto Ecológico MOVA	13.8344 Ha

Figura 26 Mapa Topográfico con la delimitación del Sistema Ambiental, Área de Influencia y del Área del Proyecto.



IV.1.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA (AI)

Por lo que respecta a la delimitación del área de influencia del proyecto, el principal criterio considerado fue el alcance de los efectos (impactos ambientales y radios de afectación de riesgo ambiental) del proyecto ante alguna eventualidad. En este caso, se realizaron simulaciones para obtener los radios de afectación de riesgos por toxicidad del ácido clorhídrico al 30% (tres bidones) en el Área 1 Tratamientos Biológicos y Químicos (Biorremediación biológica, oxidación y neutralización químicas en pilas de tratamiento); los resultados arrojaron una zona de alto riesgo en un radio de 10 m y una zona de amortiguamiento en un radio de 38 m, lo cual es un riesgo que no pasa los límites de la poligonal del predio donde se ubicarán las instalaciones del proyecto MOVA.

IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

Con base en la delimitación del SA y área de influencia del proyecto, a continuación, se describen las características bióticas y abióticas de los componentes ambientales, sociales y económicos.

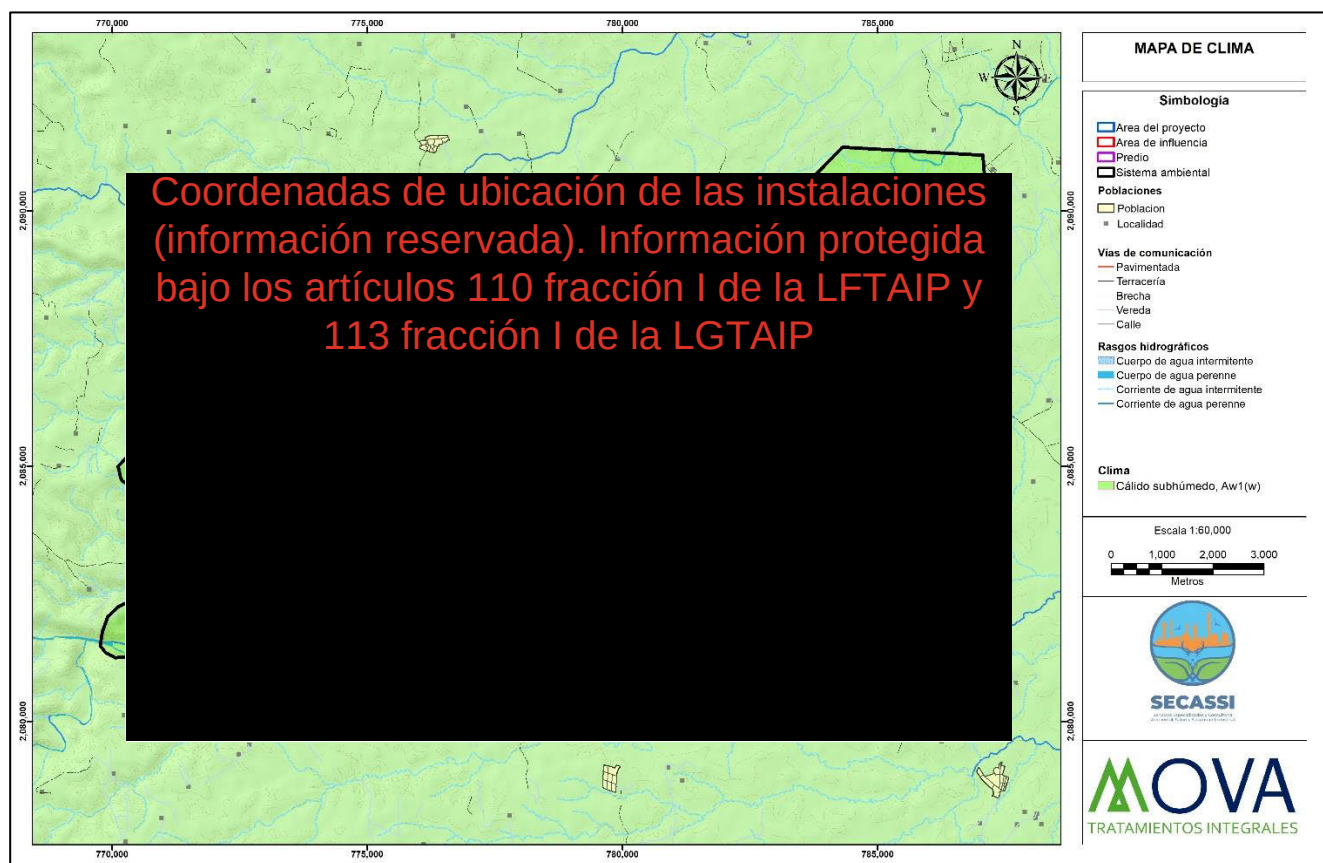
IV.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

a) Clima y fenómenos meteorológicos.

- Tipo de clima:

El clima en el área donde se ubica el Proyecto Ecológico MOVA corresponde al tipo cálido subhúmedo Aw2(w) con abundantes lluvias en verano (Figura. 27) con temperatura y precipitación medias anuales de 25.5° C y 1149 mm, respectivamente y evapotranspiración de 1026 mm anuales (INEGI, 2003). Los climas cálidos húmedos cubren aproximadamente el 80% del territorio veracruzano y comprenden las llanuras costeras del Golfo norte y el Golfo sur, hasta una altitud aproximada de 1,000 m. La temperatura media anual en estas regiones es de 22 °C, mientras que la más baja es de 18 °C en el mes más frío (enero). Las zonas ubicadas a una altitud de entre 1,600 y 2,800 m poseen climas templados. Estos climas se encuentran en el área más occidental del estado y se caracterizan por una temperatura media anual que oscila entre 12 y 18 °C, con lluvia esencialmente en verano, que sólo en ocasiones abundantes (SEDEMA, sin fecha).

Figura 27 Mapa climático del SA y del Área del Proyecto.



Parámetros climatológicos

La estación climatológica correspondiente al municipio de Cotaxtla es la No. 30019 Camelpo, Cotaxtla (X=768283.20; Y=2073852.33), en la cual se registran los siguientes parámetros climatológicos anuales: precipitación (1235.30 mm/año), temperatura (25.58°C) y evapotranspiración real (1050.26 mm/año). De acuerdo con datos obtenidos de las cuatro estaciones climatológicas más cercanas a la zona de estudio, el ciclo de lluvias comienza en el mes de junio y concluye en noviembre; los valores máximos de precipitación se presentan en julio (282 mm) y los valores mínimos (9.9 mm) en marzo (Figura. 28). La temperatura más alta se registra en mayo (29°C) y la mínima en enero (20 °C), siendo dicho mes el más frío (Figura. 29). Para la zona de estudio, la precipitación media anual es de 1152 mm/año y la temperatura media anual de 25°C.

Figura 28 Hietograma. Fuente: PHEC (2019).

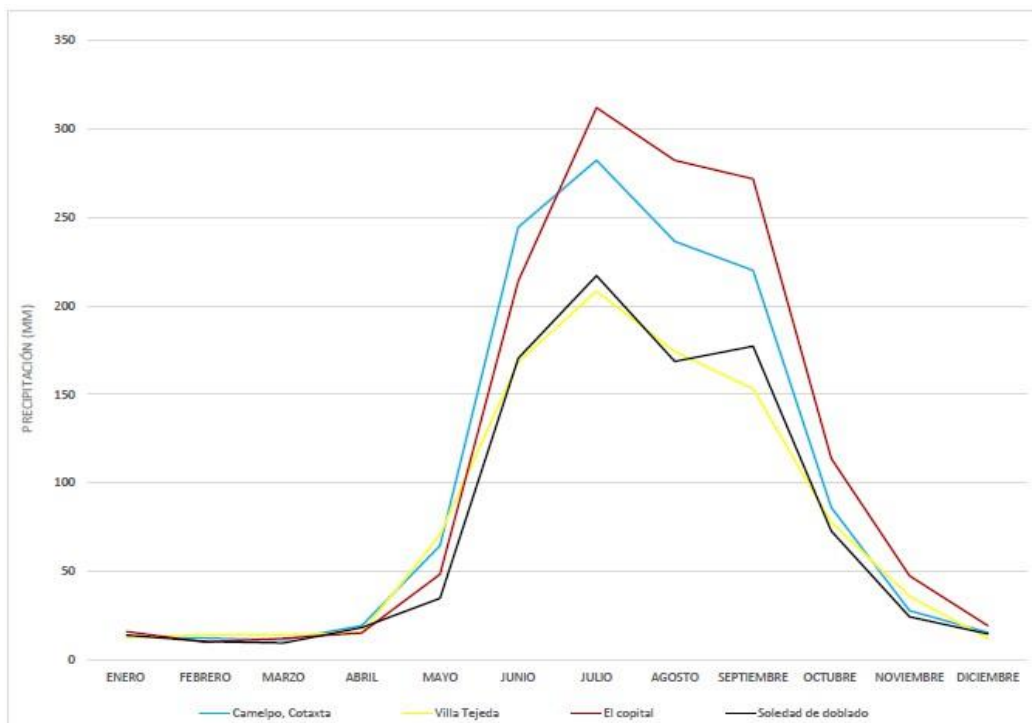
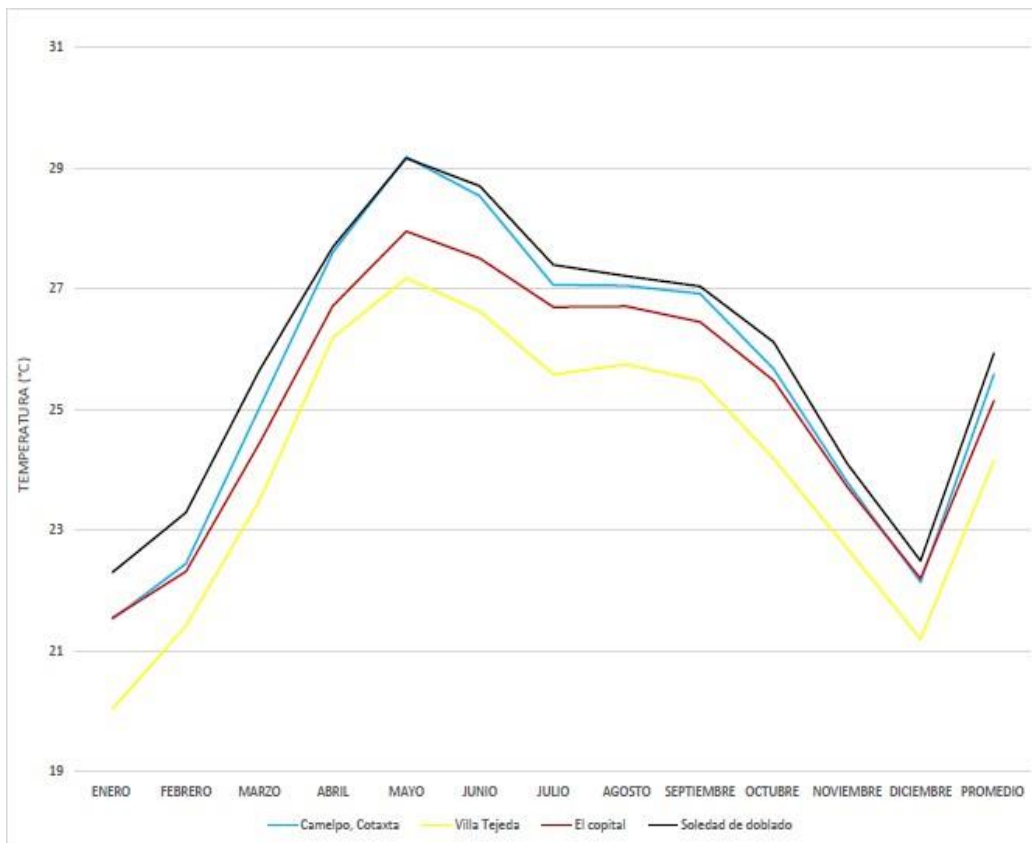


Figura 29 Temperatura media mensual (°C). Fuente: PHEC (2019).



De acuerdo con el estudio geohidrológico realizado explícitamente para este proyecto (Anexo 13), en el área del Proyecto Ecológico MOVA se identifican tres isoyetas, siendo la más representada la correspondiente al rango de precipitaciones entre 1147.44 y 1157.13 mm (Figura. 30). Asimismo, dos isotermas con rangos de temperatura media mensual (°C) de 25.5767 - 25.5915 °C y 25.5916 – 25.6069 °C respectivamente.

Figura 30 Precipitación (mm). Isoyetas en el área del Proyecto Ecológico MOVA. Fuente: PHEC (2019).

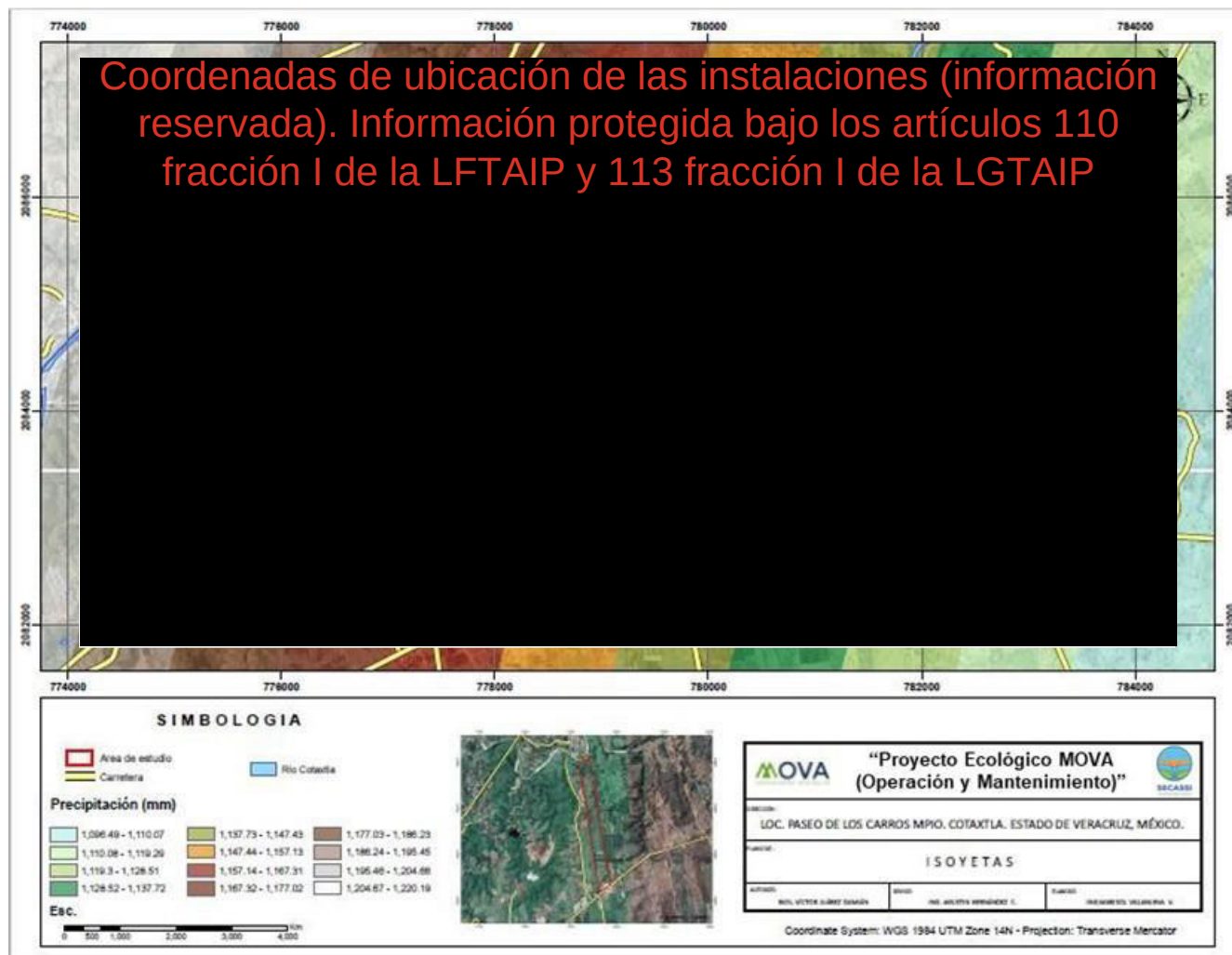
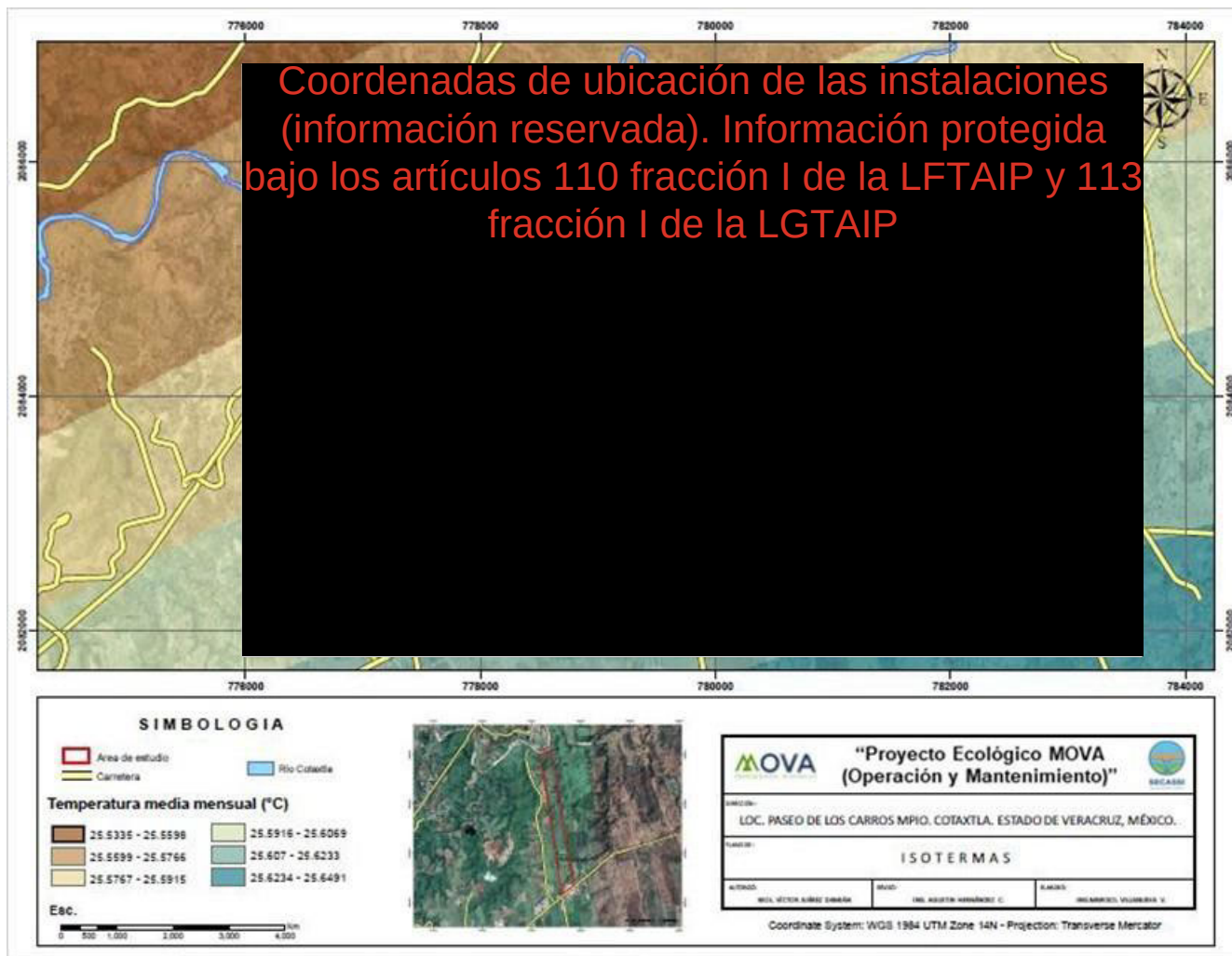


Figura 31 Temperatura media mensual (°C). Isotermas en el área del Proyecto Ecológico MOVA. Fuente: PHEC (2019).

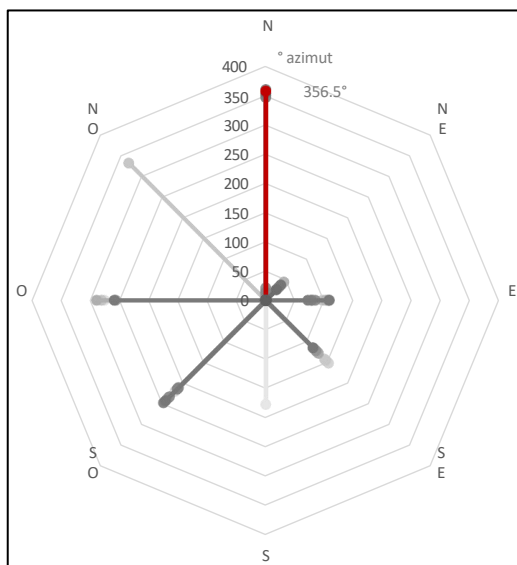


Régimen de vientos dominantes.

En la siguiente Figura 32 podemos observar la dirección de los vientos dominantes en la zona. De acuerdo con la gráfica, la flecha roja indica una dirección dominante del viento hacia el Norte con 356.5 grados azimut (ángulo de la orientación sobre la superficie de una esfera real o virtual) en el mes de abril, y hacia el Este con 108 grados azimut en el mes de octubre.

En los meses de marzo y abril se han presentado las mayores rachas de viento de la región, encontrado valores promedio de 9.00 y 8.85 km/h respectivamente; mientras que, en septiembre y octubre, las velocidades promedio más bajas se registran en 6.26 y 6.51 km/h respectivamente. Los valores que oscilan entre el 2008 y el 2015 van de los 6.26 a los 8.85 km/h. Estos datos son los registrados por las estaciones La Posta y Cotlaxtla Medellín, de la Red Nacional de Estaciones Agrometeorológicas Automatizadas.

Figura 32 Vientos dominantes en la zona del Proyecto



La zona de estudio se presenta un coeficiente de infiltración del 4%; lo cual implica una recarga anual promedio de 41,043.36 m³, un volumen de precipitación media anual de 985,040.64 m³ y evapotranspiración de 899,533.65 m³. El coeficiente de infiltración del 4%; está directamente relacionado con el agua que se recargaría al acuífero, toda vez que este valor considera las pérdidas por evapotranspiración; no obstante, para cuantificar la capacidad de infiltración del terreno se debe omitir dicho valor; siendo éste el inverso al coeficiente de escorrentía (61%) y con un valor para la zona de estudio del 39% (PHEC, 2019).

Lo anterior muestra un clima extremoso en el cual se presenta un periodo de lluvias desde mayo hasta octubre con una precipitación media anual de 1,710 mm y una humedad relativa alta cuyo promedio anual es del 70% (Gobierno del estado de Veracruz, 2007).

Balance hidrológico

El balance hidrológico realizado para el área del Proyecto Ecológico MOVA, mostró los siguientes valores: precipitación media (1,152 mm/año), evapotranspiración (1,052 mm/año), infiltración (48 mm/año en promedio) y escorrentía superficial (76 mm/año).

Fenómenos meteorológicos.

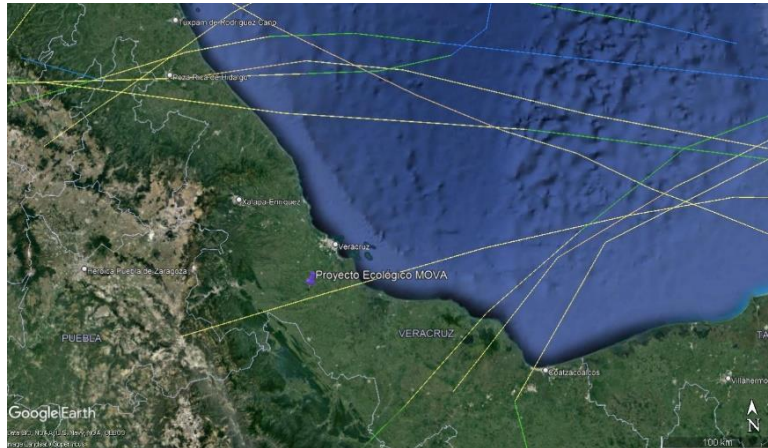
Huracanes

En la zona conurbada de Veracruz (Sotavento), los vientos son predominantemente del Norte, alcanzando sus velocidades máximas entre los meses de octubre a marzo con un viento reinante de 9.45 m/seg. y un viento dominante de 27.10 m/seg. Los vientos irregulares como Huracanes y Nortes invernales constituyen un peligro potencial en las áreas urbanas ubicadas en el cordón litoral. Las mareas observadas en esta zona son de tipo mixto-diurna, presenta una marea alta y una marea baja por día con una variación de altitud entre los 39 y 52 cm. en función de la época del año (Gobierno del estado de Veracruz, 2007).

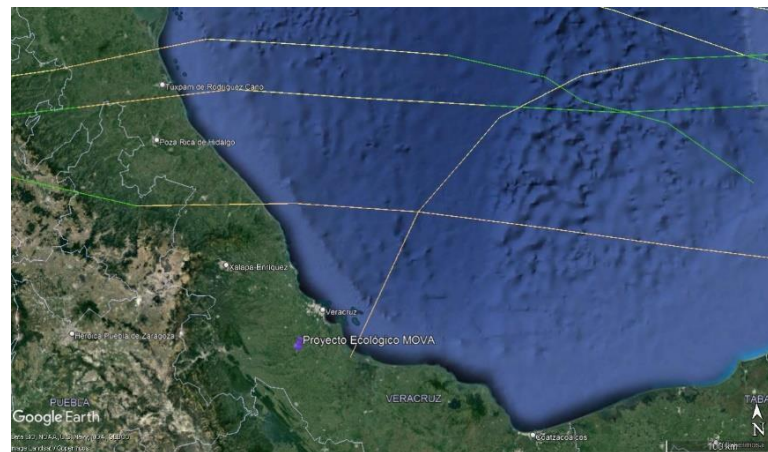
El área del Proyecto Ecológico Mova se localiza aproximadamente a 38 Km de Boca del Río, zona urbana que forma parte del litoral de Veracruz, por lo que el riesgo es bajo de verse afectada por eventos como huracanes.

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos (Fecha de consulta 8 diciembre 2021), se identifican huracanes de las clases 1, 2 y 3 en el estado de Veracruz (Figura 33); sin embargo, se observó que ninguno tocó la localidad de Cotaxtla.

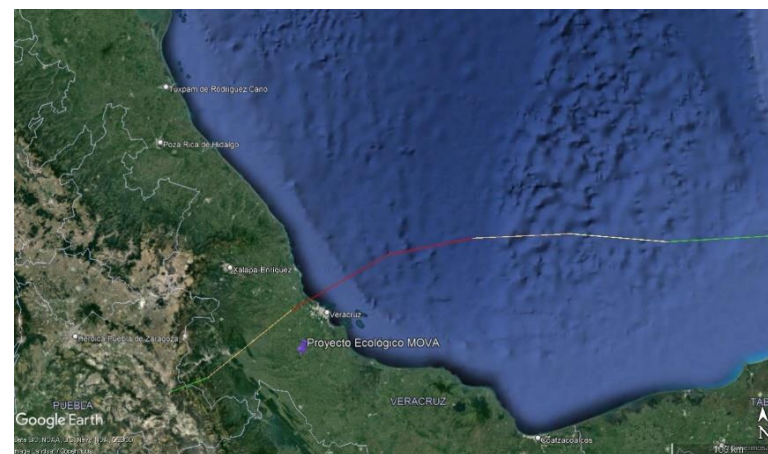
Figura 33 Huracanes en el estado de Veracruz.



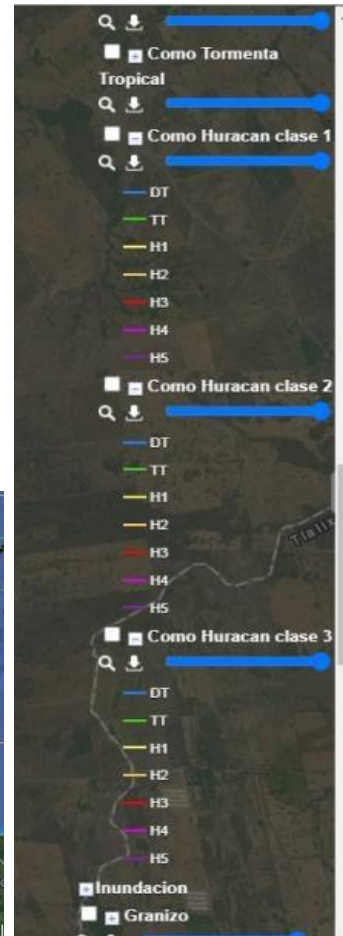
Clase 1



Clase 2



Clase 3

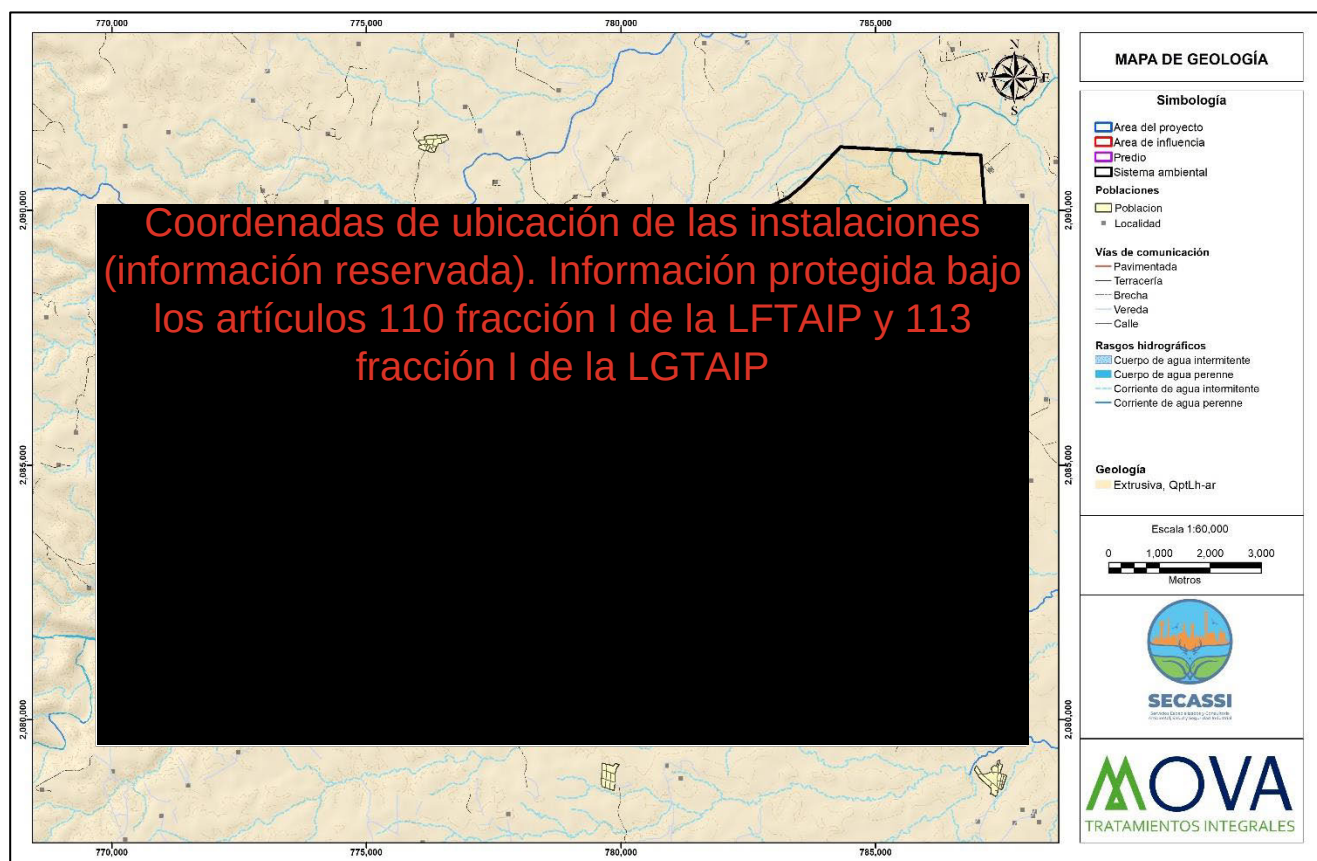


b) Geología y geomorfología

Analizando la carta Geología del IINEGI se encontró que el sitio es del tipo Lahar-arenas (QptLh-ar), el cual aflora en la porción central del Estado, en las partes bajas de Ciudad Mendoza, Orizaba, Córdoba, inmediaciones de los poblados de Cuitláhuac, Omealca, Paso del Macho, Cotaxtla, Huiscotla, Paso Carrillo, La Laguna, Piedras Negras y Joachin y un pequeño abanico al sureste de Xalapa. Carrasco y Massao (1994) subdividieron en dos a esta unidad: 1) Avalancha Jamapa; 2) Lahar Tetelzingo, ambos relacionados a los eventos de colapso de volcanes ancestrales subyacentes al Pico de Orizaba. Consta de un gran volumen de fragmentos de avalancha que conforma el valle del río Jamapa, así como flujo de fragmentos.

Consiste en un paquete volcánico-sedimentario compuesto por lahares, conglomerado polimíctico, arenisca conglomerática y arenisca de colores gris y amarilla. Los lahares presentan un color beige amarillento, en capas horizontales de 0.30 a 10.0 m de espesor, interestratificados con el conglomerado polimíctico y arenisca de color amarillo ocre. El conglomerado polimíctico está constituido por clastos subangulosos y subredondeados, de 0.01 a 0.20 m de diámetro de andesita, diorita, basalto y caliza, ocasionalmente con bloques de 1.5 m de diámetro inmersos en una matriz arenosa, mal consolidada, con estratificación media y bancos hasta de 4.0 m de espesor, con intercalación de arenisca de color gris oscuro, constituida por cuarzo, ferromagnesianos y feldespato potásico. La arenisca conglomerática es de color gris oscuro formada por fragmentos subredondeados a subangulosos de 5 mm a 1 cm de diámetro de andesita y diorita alojados en una matriz arenosa, con estratificación media a gruesa. La arenisca tiene color amarillo ocre, de grano fino a grueso y está constituida por fragmentos de andesita y por areniscas conglomeráticas. El espesor estimado por Carrasco y Gómez (1997) es de 160 m en los valles más profundos y alrededor de 40 m sobre la planicie costera. Carrasco y Gómez (1997) consideraron que este evento ocurrió hace 27,000 y 13,000 años. Sin embargo, Siebe et al. (1991) determinaron por el método de carbono 14 una edad de 4660 ± 100 años para los lahares occidentales del Pico de Orizaba.

Figura 34 Mapa Geológico del SA y del Área del Proyecto.



- **Litología:**

De acuerdo al estudio geohidrológico (PHEC, 2019) a nivel regional la geología del acuífero Cotaxtla comprende rocas desde El Jurásico Superior representado por La Formación Cahusas, constituidas por una alternancia de limolitas, areniscas y conglomerados polimícticos con matriz arcillo-arenosa y por conglomerados en una matriz areno-tobácea (Formación Tenexcate), sobreyacida por un paquete conformado por las formaciones Tepexic, Santiago, Tamán, San Pedro y Pimienta del Jurásico, constituido por calcarenitas, lutitas calcáreas, calizas arcillosas y calizas con bandas de pedernal.

El área de estudio se encuentra dominada por rocas de origen volcánico como Lahares y Arenas del Pleistoceno con clave (Qpt Lh-ar) (SGM, 2001), cuyas características se presentan a continuación.

Lahar (Qpt Lh-ar)

Aflora en la porción central del estado de Veracruz, en las partes bajas de Ciudad Mendoza, Orizaba, Córdoba, inmediaciones de los poblados de Cuitláhuac, Omealca, Paso del Macho, Cotaxtla, Huiscolotla, Paso Carrillo, La Laguna, Piedras Negras y Joachin y un pequeño abanico al sureste de Xalapa. Carrasco y Massao (1994) subdividieron en dos a esta unidad: 1) Avalancha Jamapa; 2) Lahar Tetelzingo, ambos relacionados a los eventos de colapso de volcanes ancestrales subyacentes al Pico de Orizaba. Consta de un gran volumen de fragmentos de avalancha que conforma el valle del río Jamapa, así como flujo de fragmentos.

Consiste en un paquete volcánico-sedimentario compuesto por lahares, conglomerado polimíctico, arenisca conglomerática y arenisca de colores gris y amarillo.

Los lahares presentan un color beige amarillento, en capas horizontales de 0.30 a 10.0 m de espesor, interestratificados con el conglomerado polimíctico y arenisca de color amarillo ocre. El conglomerado polimíctico está constituido por clastos subangulosos y subredondeados, de 0.01 a 0.20 m de diámetro de andesita, diorita, basalto y caliza, ocasionalmente con bloques de 1.5 m de diámetro inmersos en una matriz arenosa, mal consolidada, con estratificación media y bancos hasta de 4.0 m de espesor, con intercalación de arenisca de color gris oscuro, constituida por cuarzo, ferromagnesianos y feldespatos potásicos.

La arenisca conglomerática es de color gris oscuro formada por fragmentos subredondeados a subangulosos de 5 mm a 1 cm de diámetro de andesita y diorita alojados en una matriz arenosa, con estratificación media a gruesa. La arenisca tiene color amarillo ocre, de grano fino a grueso y está constituida por fragmentos de andesita y por areniscas conglomeráticas.

El espesor es de 160 m en los valles más profundos y alrededor de 40 m sobre la planicie costera. Carrasco y Gómez (1997) consideraron que este evento ocurrió hace 27,000 y 13,000 años. Sin embargo; Siebe et al. (1991) determinaron por el método de carbono 14 una edad de 4660 ± 100 años para los lahares occidentales del Pico de Orizaba.

Cabe señalar que, en la zona de estudio los afloramientos son escasos, ya sea por el intenso grado de intemperismo que presenta la litología expuesta o por estar cubierta por vegetación densa.

De acuerdo al estudio geohidrológico (PHEC (2019) realizado en la zona de estudio (dos estaciones dentro del predio y nueve estaciones en el área de influencia directa del proyecto), la secuencia litológica en el predio está representada por una toba andesítica de color gris claro consolidada con matriz areno limosa que presenta intemperismo moderado, que infrayace a un conglomerado polimíctico de color gris oscuro a claro, el cual subyace una toba areno-arcillosa compacta de color gris claro, con estratos de 0.05 m a 0.3 m de espesor con estructura gradada, la toba se observa compacta y fracturada.

Suprayaciendo a la unidad anterior se observa la presencia de una toba arenosa color beige sumamente intemperizada, con matriz compuesta por arena fina de buena madurez textural (bien seleccionada y redondeada), esta unidad puede infrayacer a los conglomerados en la porción norte del predio.

La unidad anterior infrayace a una toba color beige que intemperiza a un suelo limo arcillosos del mismo color, el cual se encuentra ampliamente distribuido por la zona de estudio y disectado por las corrientes intermitentes.

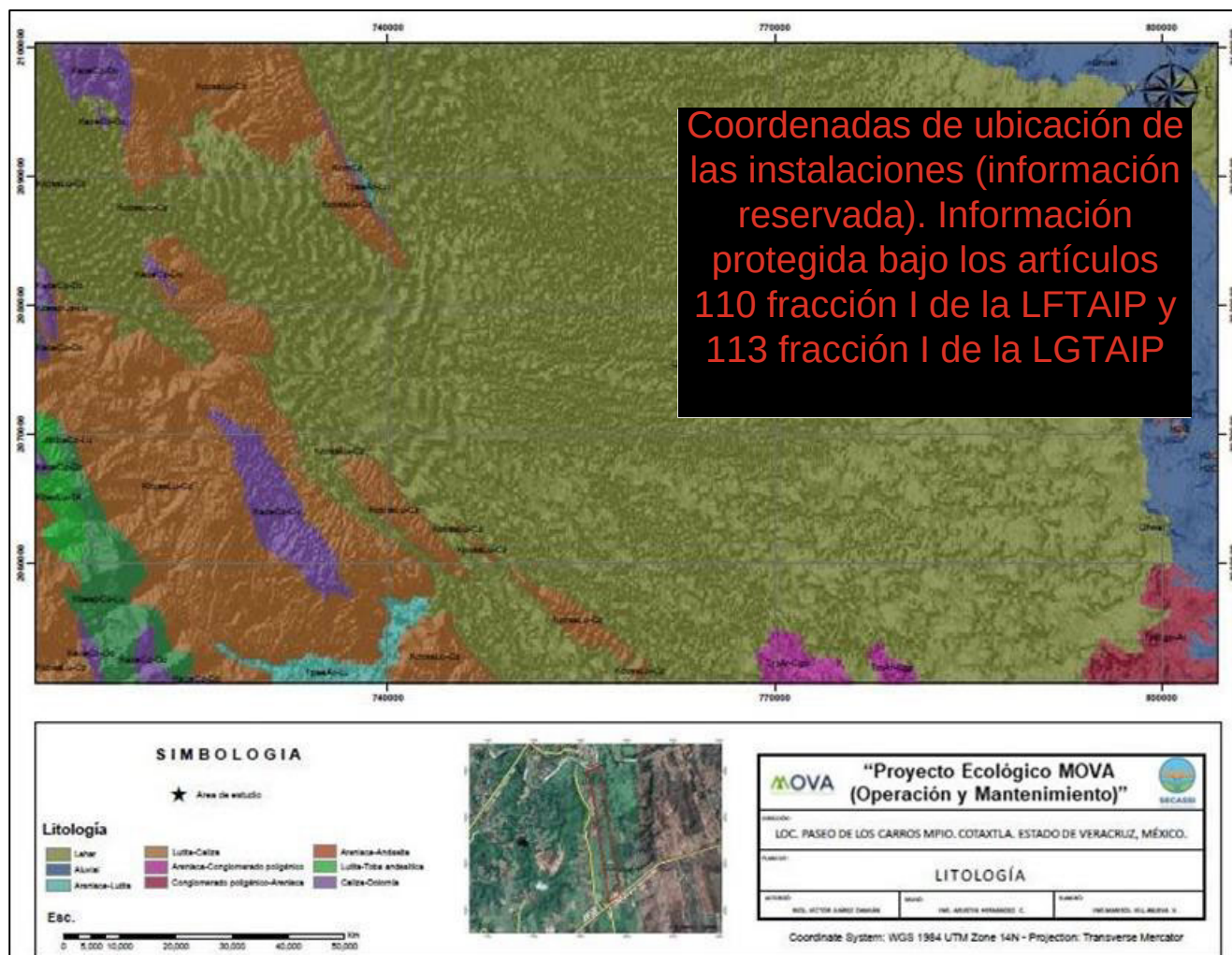
Suprayaciendo a esta unidad se localiza una toba estratificada de color gris claro de matriz areno limosa, los fragmentos son subangulosos de cuarzo y feldespatos potásicos, los estratos son de 0.1 a 1.5 m de espesor, se observan evidencias de escurrimiento de agua en los planos de estratificación, dicha unidad infrayace a una toba de color gris, sumamente intemperizada de textura conglomerática, constituida por fragmentos de clastos de 0.01 m a 0.2 m de andesitas y riolitas, en una matriz areno limosa.

La secuencia es coronada por una unidad de conglomerados y suelo areno limoso que se infiere de los cortes observados en la carretera, ya que como hemos indicado previamente los afloramientos en la zona de estudio y alrededores son escasos.

En conclusión, la secuencia litológica en el predio está representada por una toba andesítica, conglomerado polimíctico, toba areno-arcillosa, toba arenosa color beige, toba estratificada de color gris, toba de textura conglomerática que intemperiza arenas conglomeráticas, conglomerados polimícticos y suelos limo arenosos.

Las unidades litológicas presentan un grado de intemperismo de moderado a alto y con consolidaciones de pobres a moderadas. Localmente se observaron cuatro direcciones de fracturamiento N-S, NE-SW, NW-SE y E-W, las cuales son coincidentes con el patrón de lineamientos morfoestructurales.

Figura 35 Litología de la zona de estudio. Fuente: PHEC (2019).



Cabe señalar que, en la zona de estudio los afloramientos son escasos, ya sea por el intenso grado de intemperismo que presenta la litología expuesta o por estar cubierta por vegetación densa.

De acuerdo al estudio geohidrológico (PHEC (2019) realizado en la zona de estudio (dos estaciones dentro del predio y nueve estaciones en el área de influencia directa del proyecto), la secuencia litológica en el predio está representada por una toba andesítica de color gris claro consolidada con matriz areno limosa que presenta intemperismo moderado, que infrayace a un conglomerado polimictico de color gris oscuro a claro, el cual subyace una toba areno-arcillosa compacta de color gris claro, con estratos de 0.05 m a 0.3 m de espesor con estructura gradada, la toba se observa compacta y fracturada.

Suprayaciendo a la unidad anterior se observa la presencia de una toba arenosa color beige sumamente intemperizada, con matriz compuesta por arena fina de con buena madurez textural (bien

seleccionada y redondeada), esta unidad puede infrayacer a los conglomerados en la porción norte del predio.

La unidad anterior infrayace a una toba color beige que intemperiza a un suelo limo arcillosos del mismo color, el cual se encuentra ampliamente distribuido por la zona de estudio y disectado por las corrientes intermitentes.

Suprayaciendo a esta unidad se localiza una toba estratificada de color gris claro de matriz areno limosa, los fragmentos son subangulosos de cuarzo y feldespatos potásico, los estratos son de 0.1 a 1.5 m de espesor, se observan evidencias de escurrimiento de agua en los planos de estratificación, dicha unidad infrayace a una toba de color gris, sumamente intemperizada de textura conglomerática, constituida por fragmentos de clastos de 0.01 m a 0.2 m de andesitas y riolitas, en una matriz areno limosa.

La secuencia es coronada por una unidad de conglomerados y suelo areno limoso que se infiere de los cortes observados en la carretera, ya que como hemos indicado previamente los afloramientos en la zona de estudio y alrededores son escasos.

En conclusión, la secuencia litológica en el predio está representada por una toba andesítica, conglomerado polimictico, toba areno-arcillosa, toba arenosa color beige, toba estratificada de color gris, toba de textura conglomerática que intemperiza arenas conglomeráticas, conglomerados polimicticos y suelos limo arenosos.

Las unidades litológicas presentan un grado de intemperismo de moderado a alto y con consolidaciones de pobres a moderadas. Localmente se observaron cuatro direcciones de fracturamiento N-S, NE-SW, NW-SE y E-W, las cuales son coincidentes con el patrón de lineamientos morfoestructurales.

Geología estructural

Los rasgos estructurales que se identifican en la región central y oriental del territorio del acuífero Cotaxtla, están representados por una planicie volcánico-fluvial orientada en sentido noroeste-sureste, con una inclinación suave hacia el oriente. Está presente un patrón tectónico asociado a un sistema de fracturamiento orientado de noreste-suroeste, por donde escurren los principales ríos y arroyos de la zona (PHEC, 2019).

Las principales fallas en la región son (SGM, 2001):

Falla Orizaba, de tipo inverso, con dirección general NW 35° SE, echado de 35° SW y longitud de 45 km; en donde las formaciones Tamaulipas Inferior (Kbeap Cz-Lu), Xonamanca (Kbev Lu-TA) y Orizaba (Kace Cz-Do), cabalgan en algunos sectores a la formación Guzmantla-Tecamalcán (Ktss Cz-Lu).

Klippe de Cerro Rabón, de tipo inverso, con diámetro aproximado de 25 km, en donde la formación Orizaba (Kace Cz-Do), se encuentra sobre la formación Méndez (Kcm Lu-Lm).

Falla El Cedral, de tipo normal, con orientación general NW 42° SE, echado al SW y longitud de 18 km, el bloque desplazado pertenece a la unidad de lahares y arenas (Qpt Lh-ar) con respecto a la formación Guzmantla-Tecamalcán (Ktss Cz-Lu).

Falla La Galería, de tipo normal, con rumbo general NW 37° SE, echado al NE y longitud de 18 km, el bloque desplazado pertenece a la unidad de lahares y arenas (Qpt Lh-ar) con respecto a la formación Guzmantla-Tecamalcán (Ktss Cz-Lu).

En el área donde se ubica el predio se identificaron tres direcciones de fracturamiento ENE-SWS, NE-SW y NNW-SSE, dichas estructuras parecen estar relacionadas a esfuerzos de cizalla simple y fallas de desplazamiento lateral. Estas fracturas controlan la red de drenaje en la región, así como la disección del paisaje. Localmente el patrón dominante de los lineamientos morfoestructurales es NNW-SSE, seguido del NE-SW y E-W, las cuales se reflejan de forma clara sobre la red de drenaje (PHEC, 2019).

Sismos

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos, el Proyecto Ecológico Mova se localiza en una zona sísmica clasificada como de "Riesgo medio".

Figura 36 Imagen satelital que muestra Riesgos sísmico en el área del Proyecto Ecológico Mova.



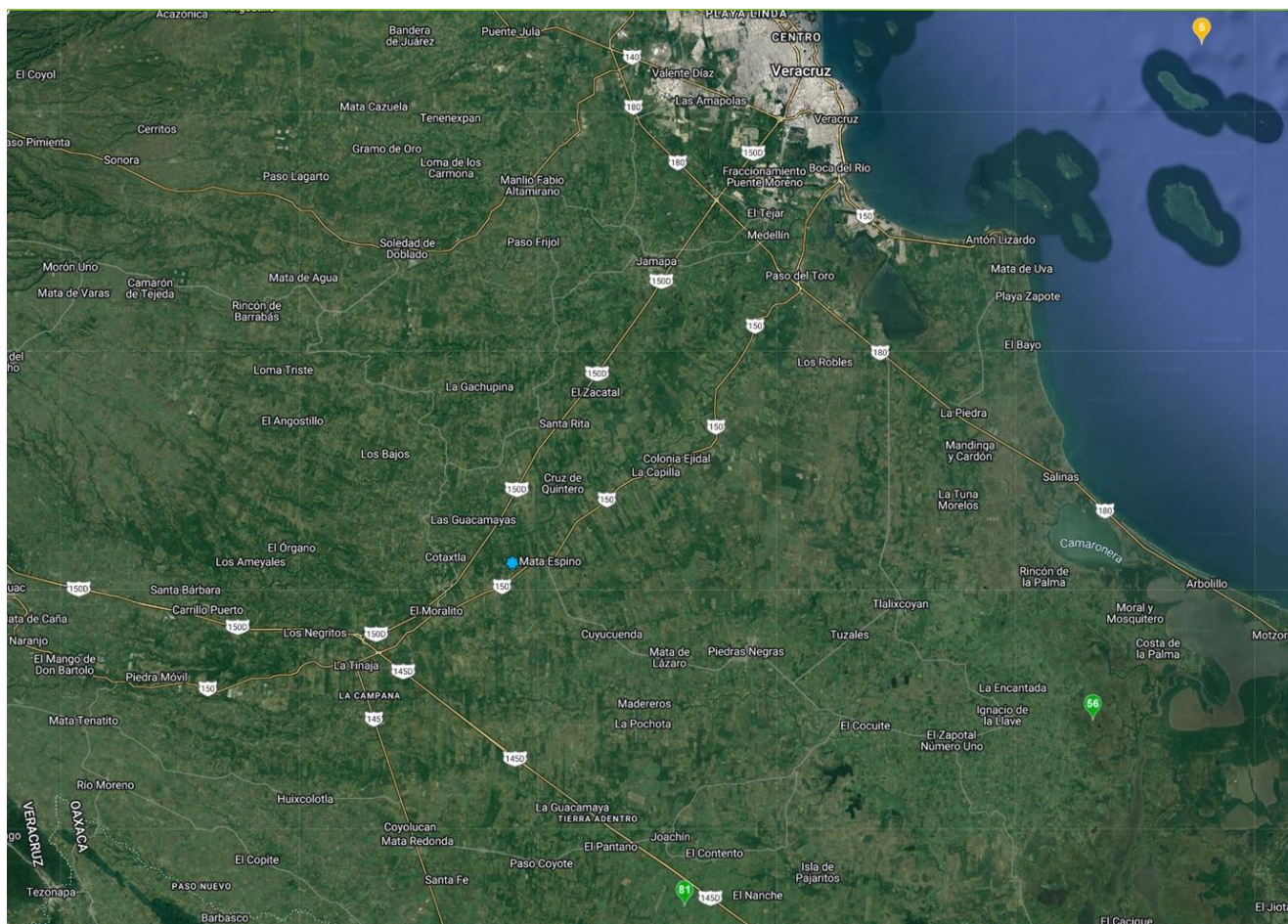
Fuente: Atlas Nacional de Riesgos (<http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/>; fecha de consulta 08 diciembre 2021).

De acuerdo con el Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Veracruz, los eventos más recientes (sismos) y más cercanos a la zona del Proyecto Ecológico Mova, se presentaron en septiembre del 2023.

Tabla 74. Eventos (sismos) más recientes en las proximidades del área del Proyecto Ecológico Mova.

Evento	Fecha	Hora	Latitud	Longitud	Prof. (Km)	Magnitud	Localización	Dependencia
56	26/Nov/2023	09:02:13 p.m.	18.72	-95.92	14.80	3.40	18 km al Suroeste de Alvarado, Veracruz	SSN
81	24/Oct/2023	09:03:44 p.m.	18.59	-96.22	124.70	3.70	21 km al Noreste de Tierra Blanca, Veracruz	SSN

Figura 37 Imagen Satelital con el reporte de sismos recientes en la zona de estudio.



Fuente: Observatorio Sismológico y Vulcanológico de Veracruz (<https://www.uv.mx/osv/sismos-recientes/>; fecha de consulta 18 octubre 2024).

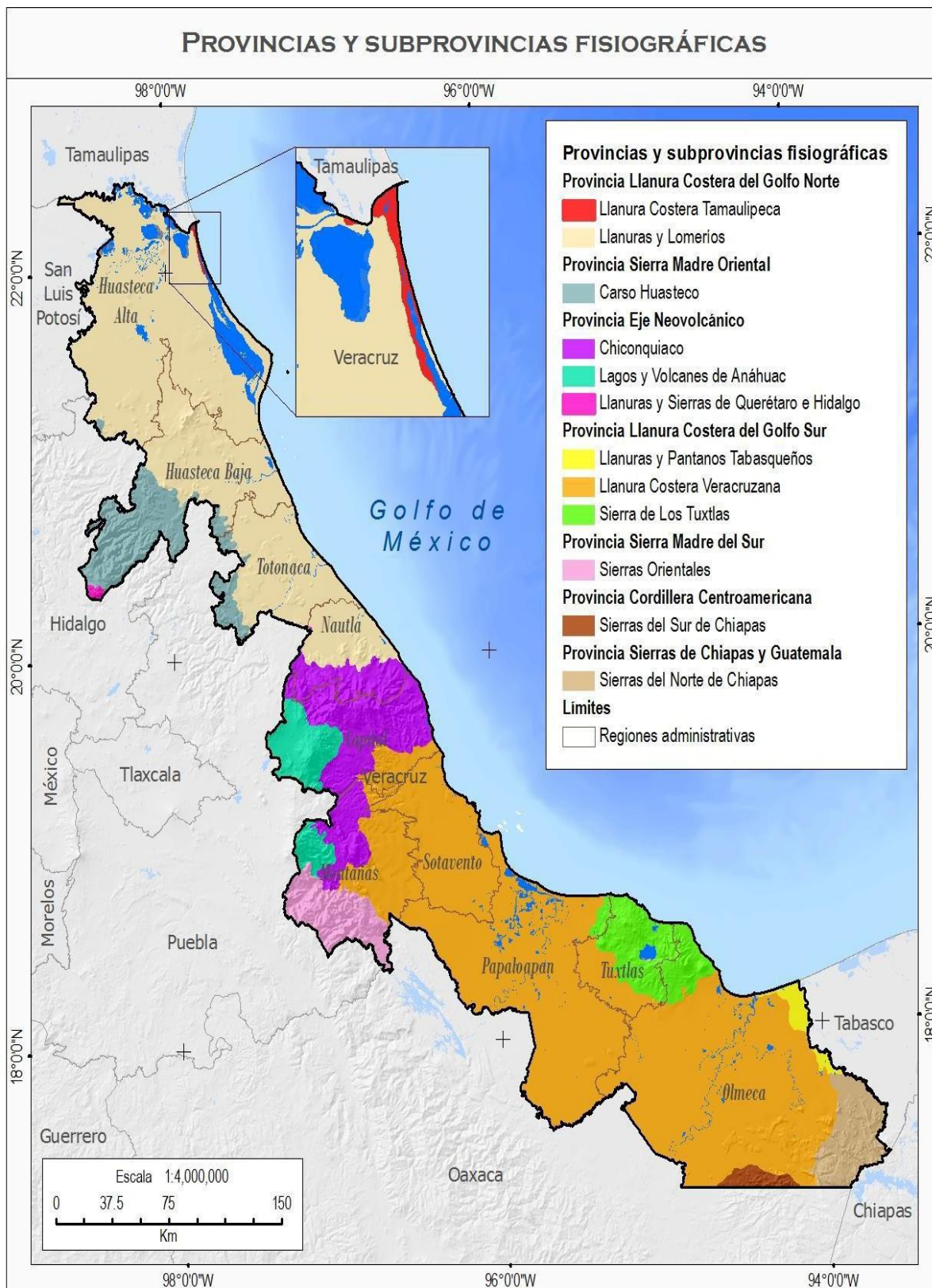
Fisiografía

La zona de estudio se encuentra dentro de la Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, Subprovincia Llanura Costera Veracruzana (Figuras 38, 39 y 40). Ésta se distingue por la presencia de lomeríos tendidos con cañadas en el Oeste, mientras que en su porción Central y Oriental las geoformas están asociadas con una gran llanura aluvial. Comprende tres zonas:

- la Llanura de Sotavento que abarca de Veracruz a Acayucan
- la de Los Tuxtlas
- la del Istmo.

La superficie total de esta Provincia equivale a 46.8% del estado. Se caracteriza por planicies bajas, lomeríos y sierras aisladas. Dichas geoformas abarcan un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 350 m, e incluso los 1 700 m en la sierra de los Tuxtlas. La zona es recorrida por el curso bajo de varios ríos, entre los que figuran el Papaloapan, el Grijalva, el Usumacinta y el Tonalá. La planicie colinda al noroeste con el Cinturón Neovolcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur, y al sur con las Montañas de Chiapas (PHEC, 2019).

Figura 38 Provincias y subprovincias fisiográficas del estado de Veracruz.

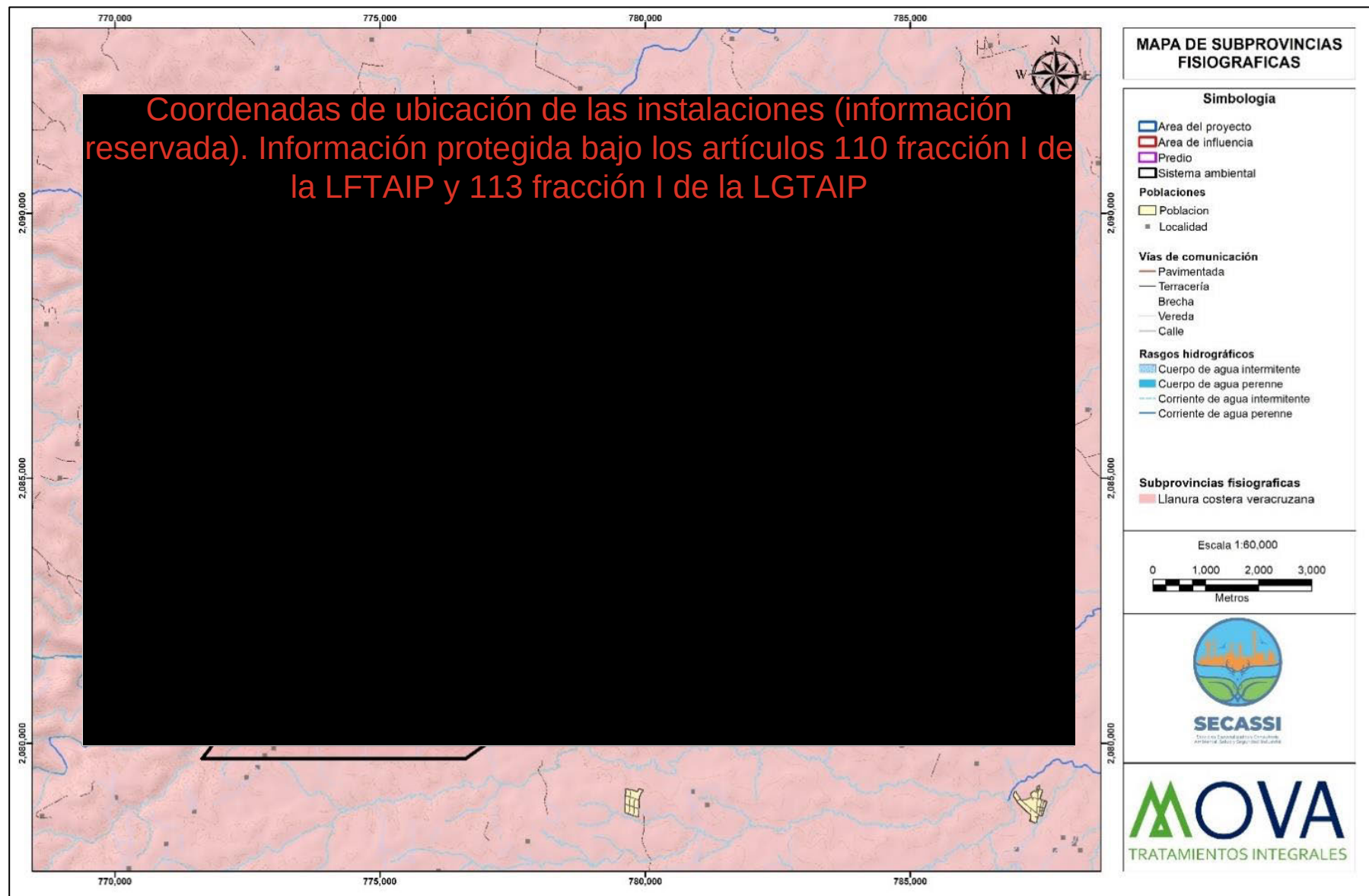


Tomado de: SEDEMA (sin fecha). Actualización del Ordenamiento Ecológico del estado de Veracruz. Medio físico. Pag. 17.

Figura 39 Provincia fisiográfica donde se ubica el Sistema Ambiental y el Área del Proyecto.



Figura 40 Subprovincia fisiográfica donde se ubica el Sistema Ambiental y el Área del Proyecto.



Características del relieve

El relieve en el área del proyecto se caracteriza por la presencia de elevaciones del terreno que disminuyen en dirección del río Cotaxtla y zonas planas, las elevaciones máximas se encuentran cerca de los 103 m.s.n.m. y las mínimas a 15 m.s.n.m. Las mayores elevaciones se encuentran hacia la porción Sur del área del proyecto (68 msnm), mientras que las zonas más bajas y con menor relieve se ubican hacia el Noreste y en las cercanías al río Cotaxtla (23.93 msnm) (Figura. 41).

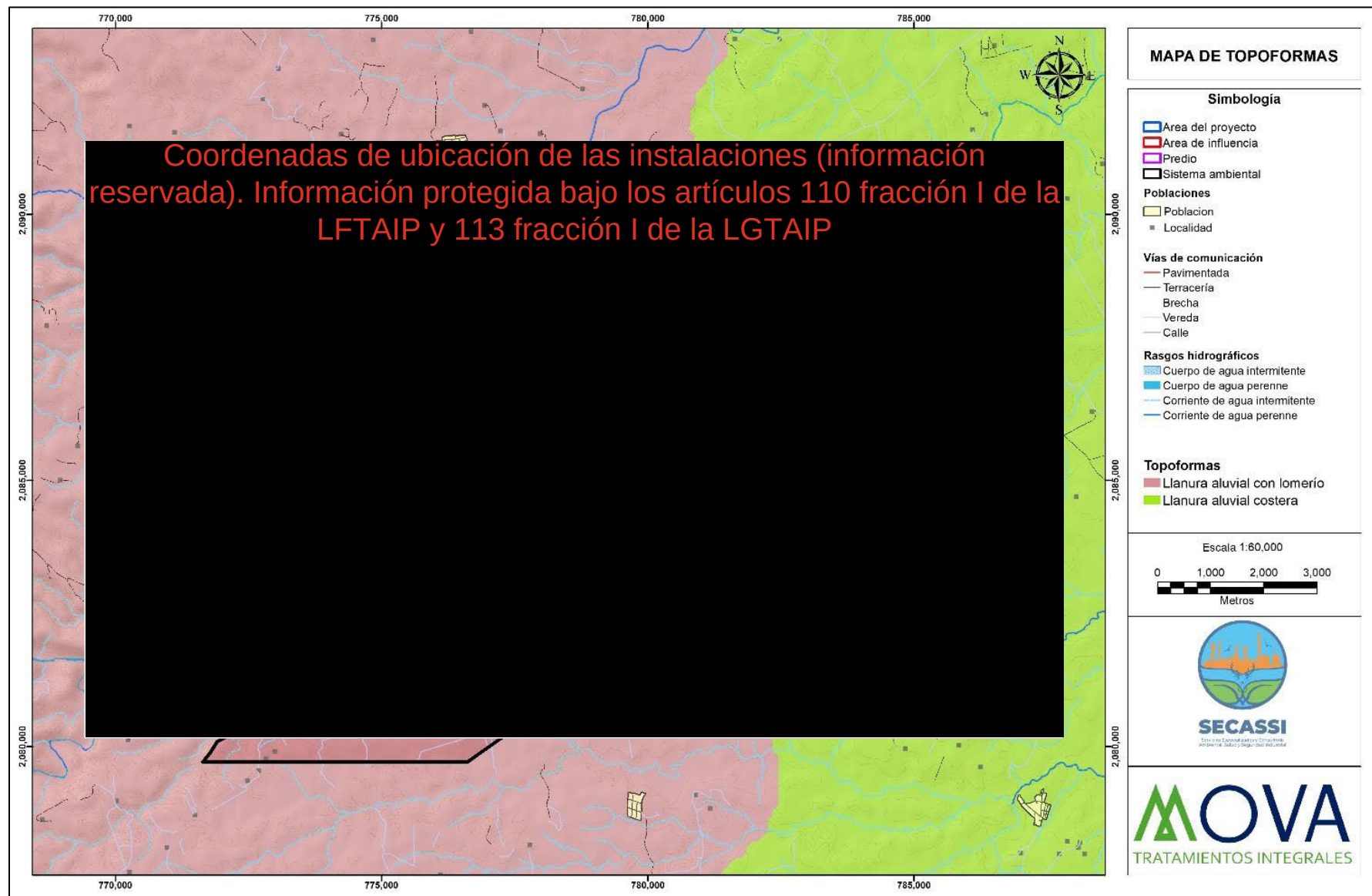
Figura 41 Topografía en el área de Proyecto Ecológico MOVA.



Características geomorfológicas

El área del proyecto se ubica en una Llanura de Sotavento caracterizada por una extensa superficie de terreno plano, con altitud menor a 500 m sobre el nivel del mar (INEGI, 2004) (Figura 42). De acuerdo con el Modelo Digital de Elevaciones (MDE) de INEGI, la zona de estudio está comprendida entre los 23.93 a 68 msnm, con una elevación promedio de 53.54 msnm y pendientes que van de los 0 a 22.09° con un promedio de 5.63°.

Figura 42 Topoformas en el área del Proyecto Ecológico MOVA.



Las mayores elevaciones se presentan hacia el Sur del predio (Fotografía 10.), mientras que las menores elevaciones se encuentran en el extremo opuesto, en colindancia con el Río Cotaxtla (ver foto siguiente).

Fotografía 10. Vista parte sur del predio del Proyecto Ecológico MOVA.



Fotografía 11. Colindancia del predio con el río Cotaxtla.



El predio del Proyecto Ecológico MOVA tiene forma de rectángulo alargado con relación de base-largo de 1:9. Éste se dividió en cuatro sectores sobre su eje longitudinal a partir del extremo sur con el fin de describir las topoformas presentes:

Primer sector.- dominado por el Valle conformado por un escurrimiento superficial con dirección SW-NE, que en el extremo oriental del predio cambia su dirección a S-N, la porción Occidental +de dicho sector está cubierto por una loma con elevaciones de 57 a 63 msnm y pendientes de 5 a 10° en sus estribaciones (Foto 12).

Segundo sector.- representado por una meseta con elevaciones de 63 a 68 msnm y pendientes de 0 a 2° (Foto 13).

En general, los dos sectores descritos previamente, poseen elevaciones van de 52 a 68 msnm, con una elevación media de 61 msnm y pendientes de 0° a 12° con un promedio de 2.9°.

Tercer sector.- corresponde a la mitad norte del predio, es de paisaje más accidentado con elevaciones de 64 msnm a 23.93 msnm, elevación media de 47.86 msnm, las pendientes varían de 0 a 22° con pendientes medias de 7.59° (Foto 14). Desde el aspecto geomorfológico, la zona de estudio se encuentra dominada por un Valle de una corriente intermitente, cuyo cauce se aloja sobre fracturas que le confiere un patrón escalonado.

Fotografía 12. Sector uno al sur del predio (planicie).



Con base en el análisis geomorfológico para este estudio en particular, se elaboró un plano de lineamientos morfoestructurales (Figura. 43), en el cual se observaron tres direcciones preferenciales ENE-SWS, NE-SW y NNW-SSE, dichas estructuras parecen estar relacionadas a esfuerzos de cizalla simple y fallas de desplazamiento lateral. Estas fracturas controlan la red de drenaje en la región, así como la disección del paisaje. Localmente el patrón dominante de los lineamientos morfoestructurales es NNW-SSE, seguido del NE-SW y E-W, las cuales se reflejan de forma clara sobre la red de drenaje (PHEC, 2019).

Fotografía 13. Sector dos (meseta)



Fotografía 14. Sector tres (accidentado).



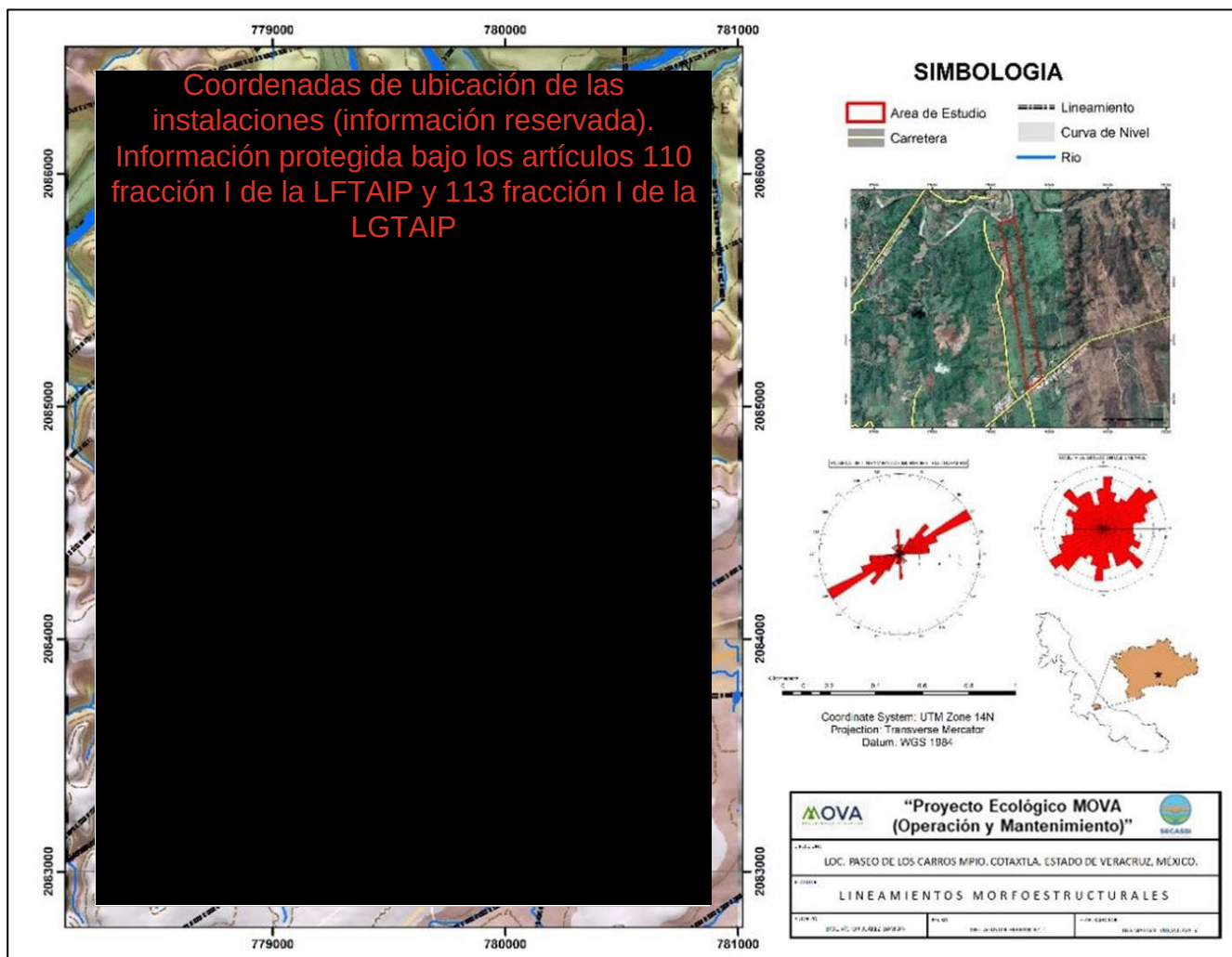
Sector cuarto.- hacia el extremo Norte del predio se observa un Valle con dirección ESE-WNW (alojado sobre un lineamiento morfoestructural), el cual es separado del Valle del Río Cotaxtla por una loma coincidente con el límite del predio (Foto 15)

Fotografía 15. Sector cuarto, al Norte del predio.



Con base en el análisis geomorfológico para este estudio en particular, se elaboró un plano de lineamientos morfoestructurales (Figura 43), en el cual se observaron tres direcciones preferenciales ENE-SWS, NE-SW y NNW-SSE, dichas estructuras parecen estar relacionadas a esfuerzos de cizalla simple y fallas de desplazamiento lateral. Estas fracturas controlan la red de drenaje en la región, así como la disección del paisaje. Localmente el patrón dominante de los lineamientos morfoestructurales es NNW-SSE, seguido del NE-SW y E-W, las cuales se reflejan de forma clara sobre la red de drenaje (PHEC, 2019).

Figura 43 Lineamientos morfoestructurales en el área del Proyecto Ecológico MOVA. Fuente: PHEC (2019).



c) SUELOS

Tipos de suelo

Los suelos predominantes a nivel estatal son los siguientes (SEDEMA, sin fecha; ver siguiente Figura):

(VR) Vertisoles.- se distribuyen principalmente en las localidades de Pánuco, El Higo, Tempoal y Tantoyuca, aunque al noreste son más abundantes. Estos suelos se originan a partir de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones.

(LU) Luvisoles.- se localizan en Huatusco, Misantla y Acayucán, entre otros. Se formaron en sierras, lomeríos y llanuras, a partir de lutitas, calizas, areniscas y rocas ígneas básicas.

(PH) Phaeozems.- se localizan entre otros sitios en los alrededores de Álamo, Tuxpan, Río Blanco, Papantla de Olarte, Santiago Tuxtla. Son suelos jóvenes derivados de materiales sedimentarios e ígneos.

(RG) Regosoles.- localizados en Juan Rodríguez Clara e Ixcatepec, entre otras localidades. En realidad, este grupo se considera la etapa inicial de otros suelos; sin embargo, en la fase de desarrollo

que muestran tienen características que permiten identificarlos como unidad. Por lo mismo se asocian a Redzinas, Phaeozems, Vertisoles, Cambisoles y Luvisoles y forman complejos. Son muy semejantes al material del que se derivan como calizas, lutitas, areniscas y depósitos aluviales.

(AN) Andosoles.- se localizan en la montaña del Cofre de Perote, así como en los Tuxtlas, Chiconquiaco, Villa Aldama, Altotonga, Acajete, Ixhuacan de los Reyes, entre otros sitios. Su presencia siempre está asociada con la presencia de materiales volcánicos como cenizas volcánicas, y rocas ígneas como basalto, reolita, etc.

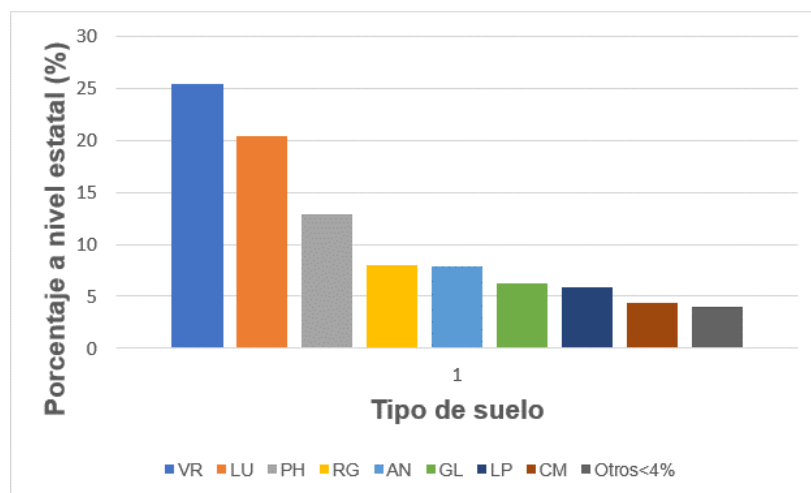
(GL) Gleysoles.- se encuentran en la Laguna, Barra de Tuxpan, Cosamaloapan, Tlacotalpan, entre otros. Predominan en las llanuras costeras e inundables, donde se acumula y estanca agua. El proceso predominante es el hidromorfismo a menos de 50 cm. de profundidad, y forman complejos al asociarse con Solonetz, Vertisoles, Fluvisoles.

(LP) Leptozoles.- se encuentran localizados en varios lugares, destacando Ayotuxtla, Tlachichilco, Atlahuilco, entre otros. Son suelos delgados de menos de 50 cm. de profundidad.

(CM) Cambisoles.- se localizan en zonas del occidente como Mariano Escobedo y en algunas partes de los volcanes Pico de Orizaba, San Martín Tuxtla.

Suelos cuyo orden de abundancia es menor al 4.0% se distribuyen aleatoriamente en el territorio veracruzano.

Figura 44 Porcentaje de suelos en el estado de Veracruz.



Con base en la Carta Edafológica del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, se identificaron los tipos de suelo existentes en el predio, área de influencia y SA.

A nivel regional (SA) se identificaron tres tipos de suelos:

- PHha+VRmzpe+LPmo/2.- Phaeozems haplico + Vertisol mazico pelico + Leptosol molico
- PHlep+RGeu+VRmzpa/2.- Phaeozems leptico + Regosol éutrico + Vertisol mazico plagico
- VRpasz+GLau/3.- Vertisol plagico salico + Gleysol

Las unidades edáficas que corresponden tanto en el área del proyecto como en el área de influencia son dos: PHlep+RGeu+VRmzpa/2 y VRpasz+GLau/3 (Figura 45).

- PHlep+RGeu+VRmzpa/2: Feozem epiléptico + Regosol éutrico + Vertisol mázico textura media
- VRpasz+GLau/3: Vertisol sálico + Gleysol éutrico textura fina

A continuación, se describe brevemente las características de los tipos de suelo que conforman las unidades edáficas en el área del proyecto (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016):

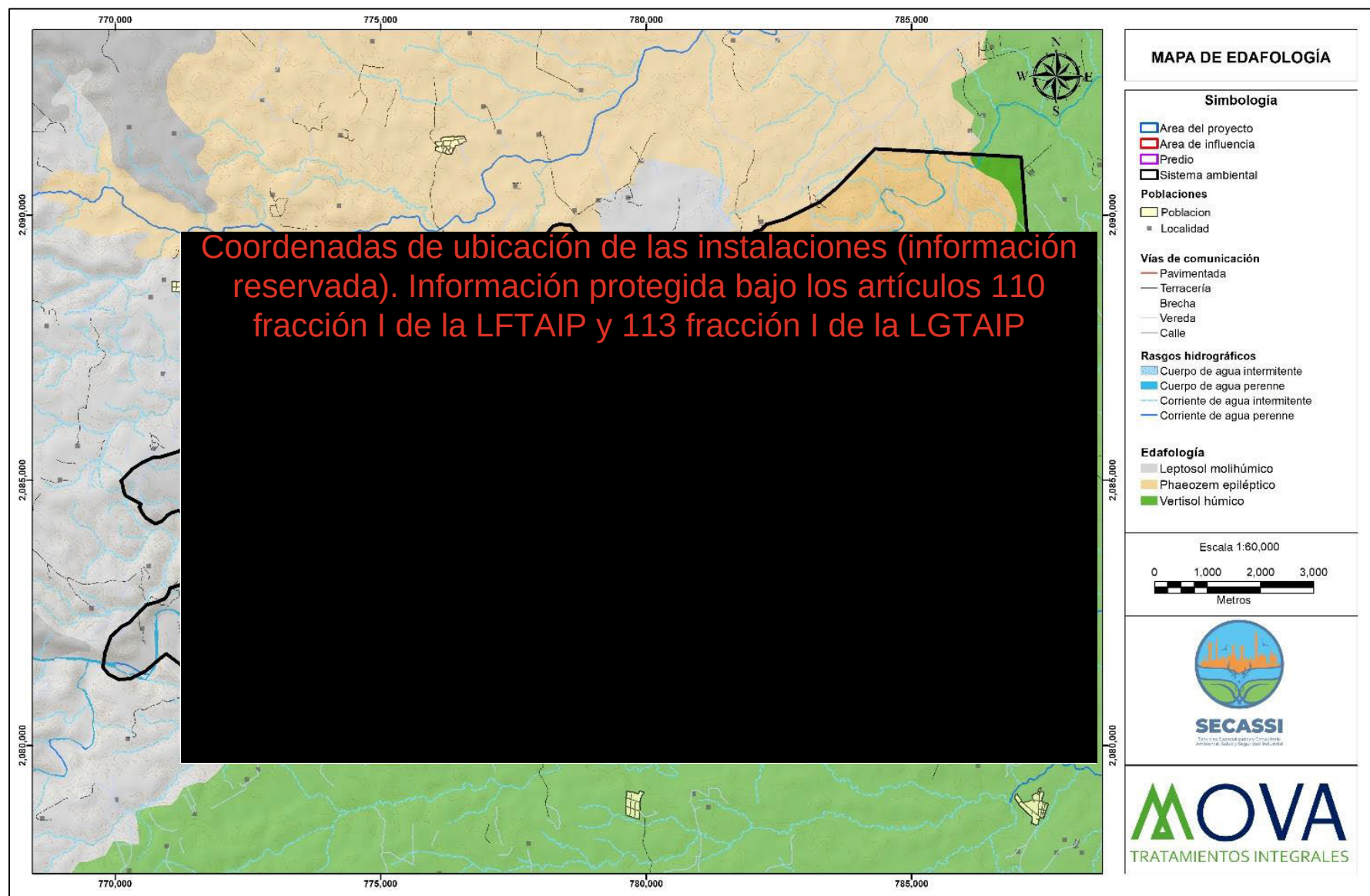
Feozem (PH): Del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljá*: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad.

Gleysol (GI): Del ruso *gley*: pantano. Literalmente, suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por presentar, en la parte donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan de rojo. La vegetación natural que presentan generalmente es de pastizal y en algunas zonas costeras, de cañaveral o manglar. Regularmente estos suelos presentan acumulaciones de salitre.

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

Vertisol (V): Del latín *vertere*, voltear. Literalmente, suelo que se revuelve o que se voltea. Suelos de climas templados y cálidos, especialmente de zonas con una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural va de selvas bajas a pastizales y matorrales. Se caracterizan por su estructura masiva y su alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie o a determinada profundidad. Tienen baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

Figura 45 Tipo de suelos en el área del Proyecto Ecológico MOVA.

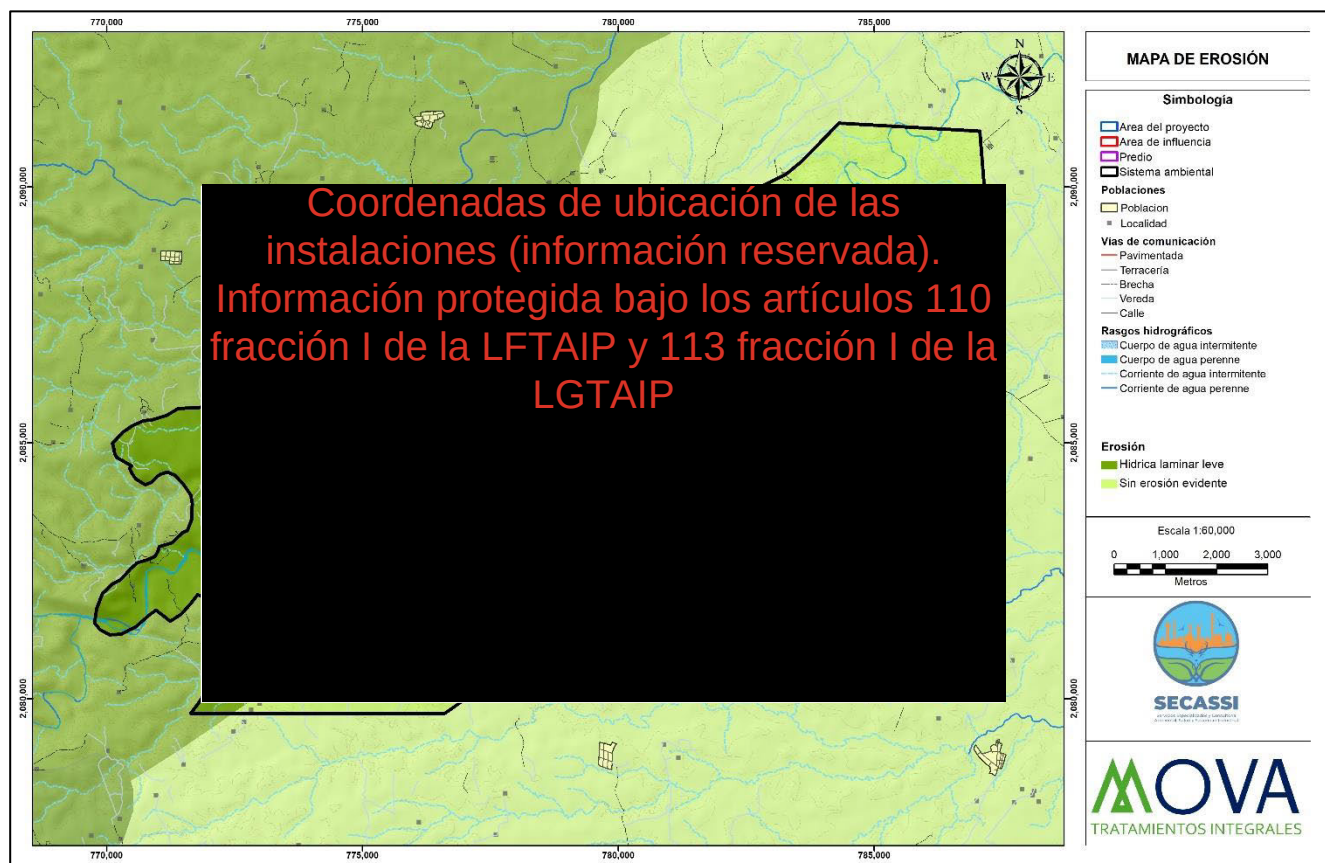


En la Fotografía 16 se muestra un ejemplo de suelo arenoso limoso en el área del proyecto, localizado en la Estación [Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP] 54.00) UTM 14 WGS84; Rbo NW 20° SE $\alpha = 20^\circ$ NE. El suelo areno limoso de color beige, producto del intemperismo de una toba, tanto la estratificación como el fracturamiento han sido borrados por el intemperismo (PHEC, 2019).



Fotografía 16. Suelo arenoso limoso en el área del proyecto. Fuente: PHEC (2019).

Figura 46 Mapa de erosión presente en el Sistema Ambiental y el área del Proyecto Ecológico MOVA.



d) Hidrología superficial

La zona de estudio se encuentra en la Región Hidrológica No. 28, Río Papaloapan, subregión Actopan La Antigua y dentro de la cuenca del Río Jamapa. La cuenca del río Jamapa se encuentra ubicada entre los 18° 45' y 19° 14' latitud norte, y entre 95° 56' y 97° 17' longitud oeste (Conagua, 2005). Tiene un área aproximada de 3,912 km², distribuida totalmente dentro del estado de Veracruz (Figura 47).

El río Jamapa lo forman dos corrientes muy importantes, que en su confluencia se conocen con los nombres de río Cotaxtla y Jamapa. El río Cotaxtla drena un área de 1,679 Km², y nace a una elevación de 5,700 m en una zona limítrofe de los estados de Puebla y Veracruz, con el nombre de río Barranca de Chocomán. Avanza en dirección oriente a través de terrenos de topografía accidentada, de fuertes pendientes, colectando a su paso las corrientes formadas en las laderas nororientales del Pico de Orizaba. En las inmediaciones de la población de Coscomatepec, Ver., varía su curso hacia el sureste fluyendo 25 km en esta dirección y captando en su recorrido, por ambas márgenes, corrientes de pequeña magnitud. A la altura de la ciudad de Córdoba, Ver. desvía su curso hacia el este-sureste y cambia su nombre a río Seco; fluye 22 km en terreno aprovechable para el cultivo, rodea el Cerro Chiyoltuite y afluye por su margen izquierda el río Atoyac (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

El río Atoyac tiene su origen 10 km al norte de la ciudad de Córdoba, Ver., en el Cerro Loma Grande a 1,750 m de altitud. Sobre este río se encuentra la presa derivadora Santa Anita, de la que por la margen derecha parte el canal principal que abastece el sistema de riego El Potrero. Aproximadamente a 4 km de la presa derivadora, la corriente varía su curso hacia el noreste bordeando los cerros La Perla y Chiyoltuite; pasa por Atoyac, Ver., y 1.5 km aguas abajo afluye por la margen izquierda el arroyo

Chiquihuite. Posteriormente, a 11.5 km desemboca al colector general a una elevación de 450 m, conservando el nombre de río Atoyac. A partir de esta confluencia desvía su curso hacia el oriente y fluye por terreno de lomerío hasta la afluencia por la margen izquierda del arroyo Paso del Macho. A 4.5 km aguas abajo de la confluencia anterior converge por la margen derecha el arroyo Cuatro Caminos, que nace 1 km al sureste de Yanga, Ver., a 500 m de altitud (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

A partir de la confluencia con el arroyo Cuatro Caminos, el colector general cambia su nombre a río Cotaxtla, penetrando en zonas cultivables. Sigue su rumbo este-noreste, pasando por Cotaxtla, Ver.; aguas abajo de esta confluencia recibe por la margen izquierda al río Jamapa. Este río nace con el nombre de Barranca de Coscomatepec en el límite de los estados de Puebla y Veracruz, a 4,700 m de altitud. Su curso sigue un rumbo oriente, por terreno de topografía montañosa, en donde colecta corrientes que nacen en la Sierra Madre Oriental, en la zona comprendida entre las porciones norte del Pico de Orizaba y suroriente del cerro de La Cumbre. Aproximadamente a 50 km de su nacimiento, afluye por su margen izquierda el río Paso de los Gasparines, que se origina a 9 km al noreste de Huatusco, Ver., a 1,500 m de altitud; su cauce sigue un rumbo sureste en zonas de topografía media (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

Después de la afluencia anterior, el colector de afluentes fluye como río Paso de los Gasparines, bordeando cerros y cambiando la trayectoria de su curso, de oriente a suroriente, para continuar a través de 38 km en terreno de topografía accidentada y en parte plana. Al penetrar en la zona plana forma un gran número de meandros, cambiando su nombre a río Jamapa y afluyendo en él, por su margen izquierda, el río Xicuintla, que nace en Tlaltetela, Ver., a 1,450 m de altitud. A partir de esta confluencia, el río Jamapa sigue un curso hacia el oriente, cruza terrenos de cultivo, forma meandros y terrazas aluviales hasta la afluencia, por la margen derecha, del arroyo Ixcualco. Este arroyo drena un área de 753 km² y se origina como arroyo Montalvo a 5 km al noreste de Paso del Macho, Ver., a 450 m de altitud (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

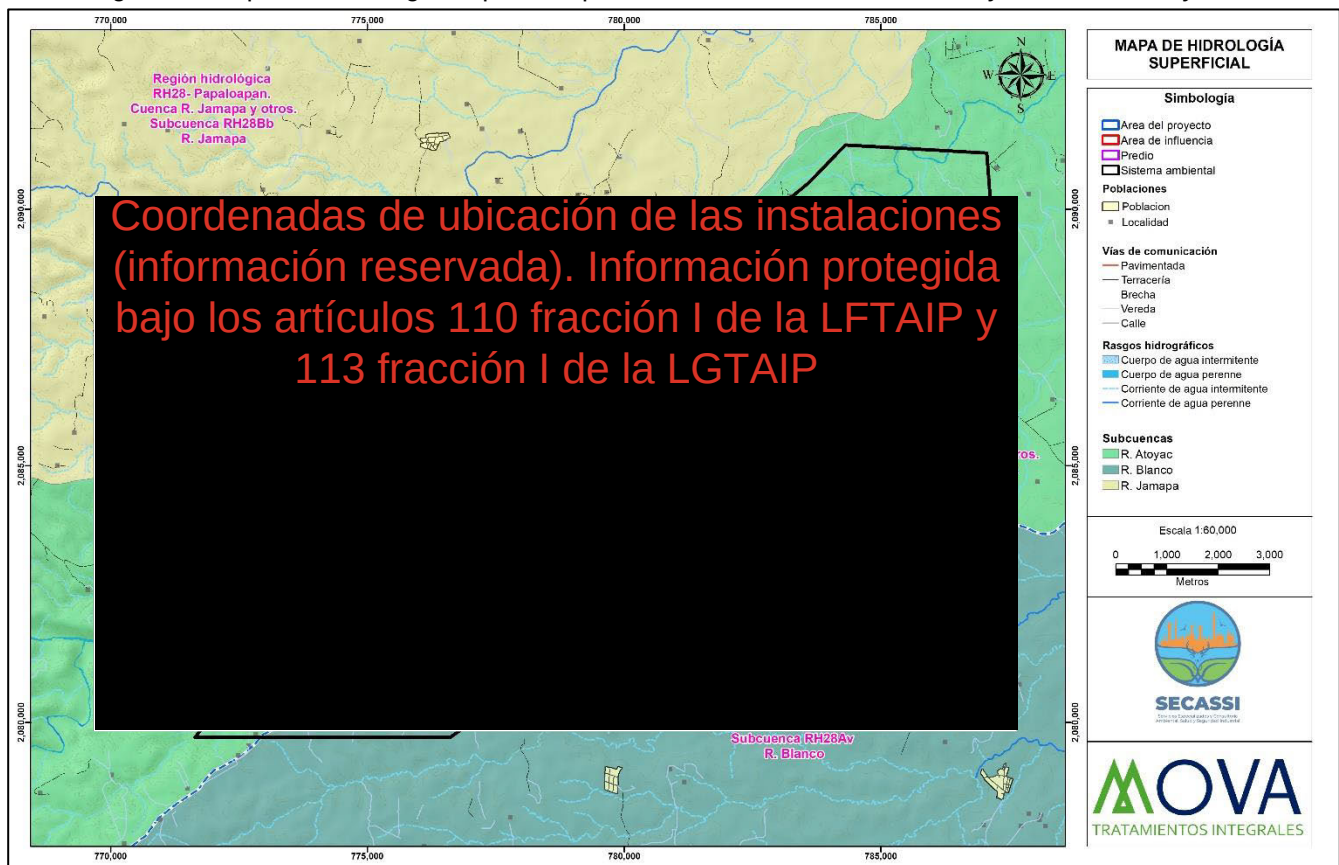
El colector de afluentes, después de la aportación del arroyo Ixcualco, pasa por Medellín de Bravo, Ver.,

5 km aguas abajo descarga en el río Cotaxtla, conservando su nombre. A partir de esta confluencia, el río Jamapa fluye con rumbo hacia el norte en terrenos planos cultivados; forma meandros y se desvía hacia el oriente adonde fluye por la margen izquierda y derecha el río Moreno y la Laguna Mandinga Grande, respectivamente; finalmente desemboca en el Golfo de México en la población de Boca del Río, Veracruz. Entre las cuencas de los ríos Jamapa y Papaloapan se sitúa una pequeña cuenca de 62 km², en la que confluyen algunas corrientes costeras de relativa importancia hidrográfica (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

Tabla 75. Niveles de desagregación de aguas superficiales del SA

Característica	Región Hidrográfica	Cuenca Hidrográfica		Subcuenca Hidrográfica			
Clave/nombre	Papaloapan	Río Jamapa y otros	Río Papaloapan	Atoyac	Cotaxtla	Papaloapan	Xicuintla Jamapa
Área (Ha)	10,924.1871	10399.5657	524.6213	8,976.4541	1,087.9644	524.6213	335.1473
Microcuenca hidrográfica							
Clave/nombre	La Tinaja	La Capilla	Loma del Carmen	Mata Tejón	Cerro Alto	Piedras Negras	
Área (Ha)	8,955.8809	1,087.9644	513.2720	335.1473	20.5732	11.3493	

Figura 47 Mapa de Hidrología Superficial presente en el Sistema Ambiental y el área del Proyecto.



Con base en el estudio geohidrológico realizado en la zona de estudio (PHEC, 2019; Anexo 13), el área de estudio se localiza en el Acuífero Cotaxtla, con clave ante CONAGUA 3008. De manera regional el acuífero es de tipo libre, heterogéneo y anisótropo, está compuesto por una porción superior e inferior, mismas que se describen de manera breve a continuación:

- Porción Superior: Está constituido por sedimentos aluviales, fluviales, eólicos, areniscas y conglomerados.
- Porción Inferior: Se conforma por rocas volcánicas y calizas, que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución en las calizas.

Así mismo, se presenta una alternancia de secuencias arcillo-calcáreas, infiriéndose la presencia de horizontes acuíferos semiconfinados.

En el acuífero la profundidad del nivel estático va de los 5 m a los 180 m, las mayores profundidades se localizan en la porción Oeste del acuífero, descendiendo hacia el límite Este del mismo. La dirección de flujo es en dirección Oeste-Este. En cuanto a su Conductividad hidráulica y Transmisividad, se reportan valores que varían en el rango de 0.044 a 7.08 m/día y 4.32 a 4492.8 m²/día, respectivamente.

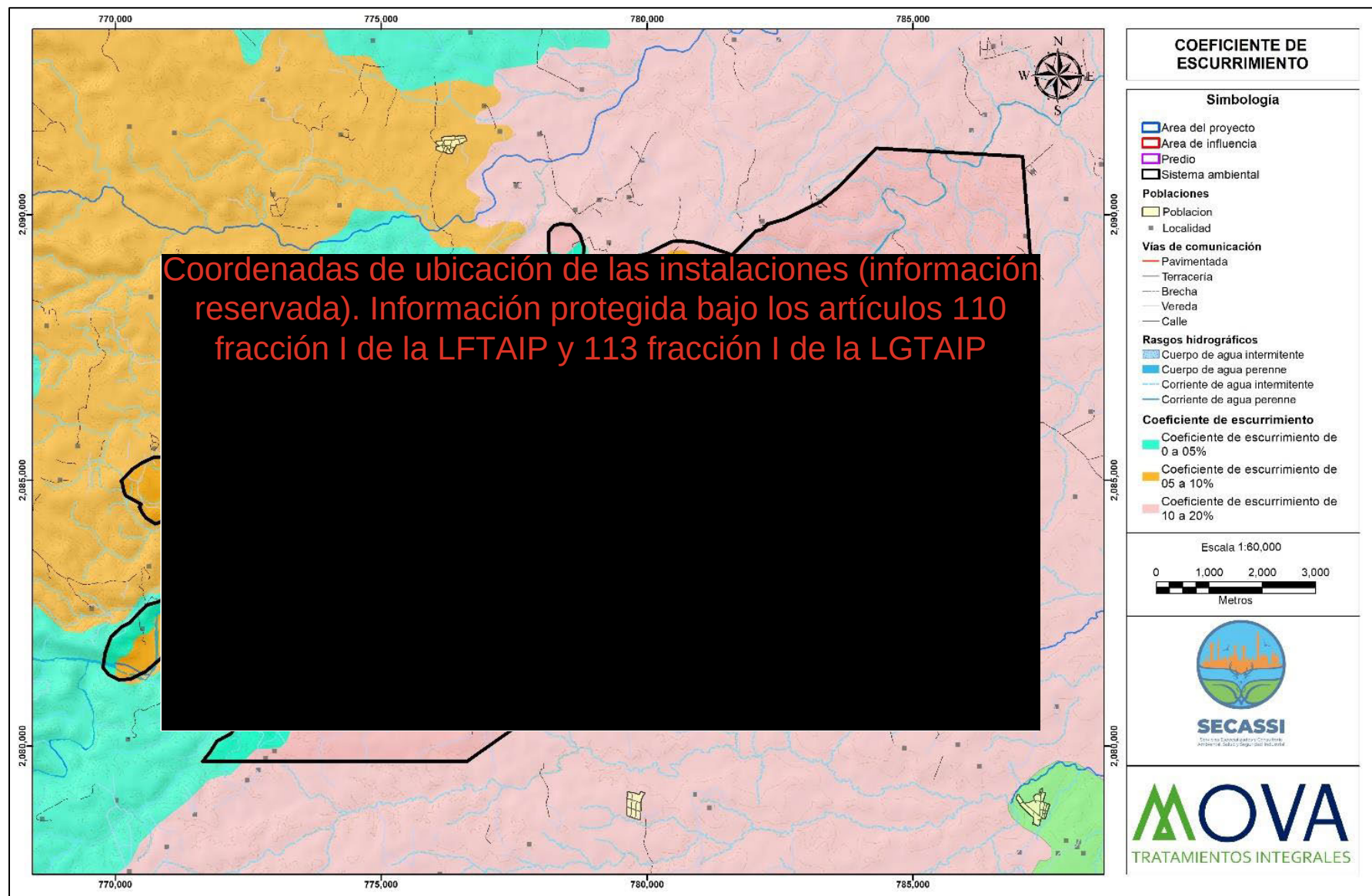
De manera local, el acuífero en la zona de estudio es de tipo intergranular-fisural heterogéneo y de comportamiento libre a semiconfinado.

La profundidad del nivel estático se encuentra en el rango de los 14.25 m a los 40 m, con una profundidad promedio de 22 m. La dirección de flujo es hacia el NE (En dirección del Río Cotaxtla), con componentes de flujo subterráneo en dirección Este con respecto al límite oriental del predio.

La conductividad hidráulica (K) corresponde a 0.47 m/día. Dicho resultado corresponde a limos arenosos. En cuanto a permeabilidad estos se definen como materiales semipermeables. Los mayores gradientes hidráulicos se localizan en las porciones SE y NW, de la zona de estudio, mientras que los menores se ubican hacia la porción norte y centro del predio. La velocidad promedio de flujo de agua subterránea es de 0.0025 m/día.

La zona de mayor conductividad eléctrica se ubica en la porción NE de la zona de estudio correspondiendo con valores de 1413 $\mu\text{S/cm}$ para los primeros niveles (0 y 1), a 2900 $\mu\text{S/cm}$ y a 4434 $\mu\text{S/cm}$ para el nivel 3, obtenidos en el pozo PC-11.

Figura 48 Mapa de coeficiente de escurrimientos, cuerpos y corrientes de agua en el área de influencia y área del Proyecto Ecológico MOVA.



e) Hidrología subterránea

Del estudio geohidrológico resultó el siguiente modelo geohidrológico en el área del proyecto (Anexo 13).

El acuífero en la zona de estudio es de tipo intergranular-fisurado con comportamiento hidráulico de libre a semiconfinado, alojado en depósitos del Pleistoceno de tipo Lahar, representados por conglomerados polimicticos y tobas de matriz areno arcillosas fracturadas.

Tabla 76. Parámetros definidos en el estudio geohidrológico.

Profundidad del nivel estático	Profundidad promedio	Elevación del nivel estático	Elevación promedio
Entre 14 m y 40 m	22 m	De 18.46 a 53.46 m.s.n.m.	29.47 m.s.n.m.

La dirección de flujo de agua subterránea es hacia el NE de la zona de estudio (En dirección del Río Cotaxtla), así mismo se observan componentes de flujo subterráneo en dirección Este a partir de la porción oriental del predio. Se considera que la descarga natural del acuífero en la zona norte del área de estudio es hacia el Río Cotaxtla y que la dirección W-E es coincidente con el comportamiento regional.

De forma general podemos decir que la entrada del sistema de aguas subterráneas para la zona de estudio es hacia el sur del predio y su descarga se produce en su frontera norte.

Para el área de estudio se determinaron los siguientes parámetros:

Tabla 77. Los parámetros evaluados para determinar la recarga de mantos freáticos.

Precipitación media	Evapotranspiración	Escurrentía superficial	Infiltración	Coeficiente de infiltración	Recarga media anual del acuífero
1152 mm/año	1052 mm/año	76 mm/año	48 mm/año	4%	41,043.36 m ³ /año

Es importante mencionar que el coeficiente de infiltración del 4%, está directamente relacionado con el agua que recargaría al acuífero, toda vez que este valor considera las perdidas por Evapotranspiración; no obstante, para cuantificar la capacidad de infiltración del terreno se debe omitir dicho valor, siendo este el inverso al coeficiente de escurrentía (61%) y con un valor para la zona de estudio del 39%.

La conductividad hidráulica del acuífero en la zona de estudio es de 0.47 m/día coincidente con materiales limo-arenosos, se observó un gradiente hidráulico de 0.01 a 0.07 lo que le confiere una velocidad promedio de flujo del agua subterránea de 0.0025 m/día; que al considerar una permeabilidad efectiva de 0.1 le conferiría una velocidad de darcy de 0.025 m/día para el medio granular, potencializándose para el caso de las fracturas.

Los valores de conductancia eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) se encuentran en un rango entre 4434 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 212 $\mu\text{S}/\text{cm}$, se observa que los mayores valores se asocian a zonas donde se presentan los lineamientos morfoestructurales o materiales fracturados, implicando que si bien, tenemos materiales semi-impermeables que protegerían al acuífero, las discontinuidades estructurales vulneran su capacidad de amortiguamiento.

En el área de estudio existe una vulnerabilidad Moderada (Valor de 122), esta determinación se ve modificada en las inmediaciones de discontinuidades estructurales (lineamientos morfoestructurales y/o presencia de tobas fracturadas), toda vez que se cuenta con evidencia directa (cambios en la conductancia eléctrica) de que dichas discontinuidades permiten la migración vertical de los fluidos. La mayor vulnerabilidad acuífera se presenta hacia la porción norte del predio, con vulnerabilidad moderada abarcando toda la porción sur.

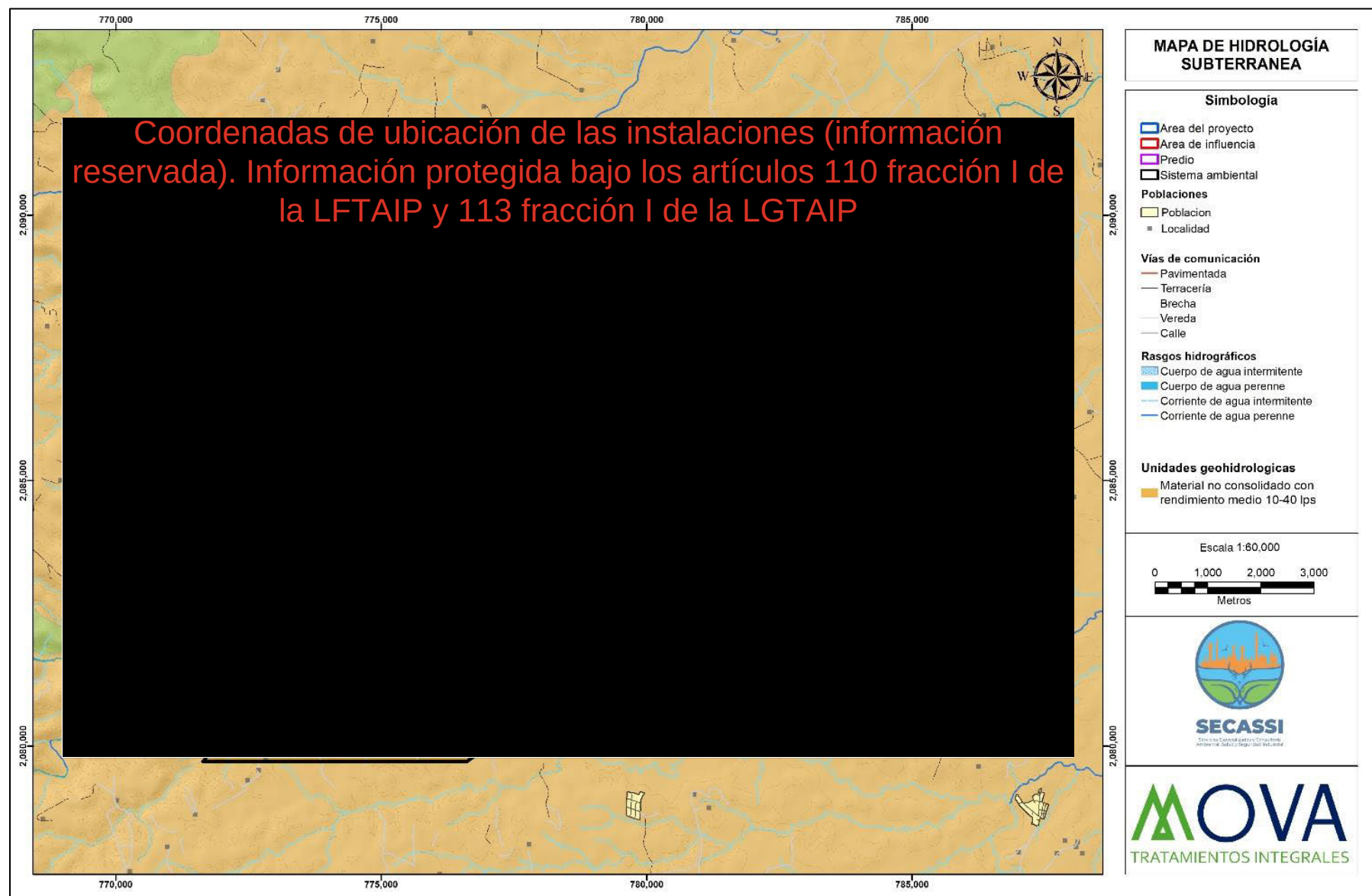
Con información obtenida de la carta con clave E14-6 (aguas subterráneas) elaborada por INEGI, dentro de un radio de 10 km se localizaron 9 obras de explotación del acuífero, de los cuales 8 corresponden a norias y el restante a un pozo.

Existen dos grupos de aguas, el primero corresponde a un tipo bicarbonatada magnésica (muestras 51, 61, 72, 78, 87, 109, 118) mientras que el segundo está representado por agua de tipo clorurada magnésica (muestras 44 y 82) (Ver estudio geohidrológico; Anexo 13).

La red de drenaje en la zona de estudio es de tipo enrejado, reflejando un claro control estructural, esta es joven y pobremente desarrollada desde el punto de vista geomorfológico.

Su descarga es hacia el Noreste de la zona de estudio en el Río Cotaxtla, esta red tiene conforma una cuenca alargada con apariencia de “Cometa” con 2 Microcuencas que drenan la mayor parte del estudio (Figura 49). La Cuenca A ubicada hacia la porción sur del predio, la cual posee una superficie de 1.5935 Km^2 y un perímetro de 8.031 Km, su cauce principal tiene una longitud de 3.024 Km y su cota máxima es de 75.72 m, con una cota mínima de 54.18 m, su tiempo de concentración es de 1.78 horas o 107 min. Y, la Cuenca B ubicada hacia la porción norte del predio con una superficie de 1.1998 Km^2 , un perímetro de 5.696 Km, con una longitud de cauce principal de 1.732 Km, su cota máxima es de 59 m y su cota inferior de 33.49 m, el tiempo de concentración calculado fue de 1.02 horas o 61 min.

Figura 49 Mapa de Hidrología Subterránea presente en el Sistema Ambiental y el área del Proyecto.



La dirección de la red de drenaje regional es N-S, NE-SW y NW-SE, las primeras dos direcciones (NE-SW y N-S) corresponden con los lineamientos morfoestructurales determinados previamente, localmente se observa una dirección WSW-ENE, la cual es prácticamente E-W que solo es reconocida de forma local, pero sin embargo se asocian a fracturas detectadas durante el levantamiento geológico estructural de campo.

Para el área de estudio la red de drenaje es de tercer orden y con direcciones WSW-ENE y SSE-NNW (coincidente esta última con la dirección de drenaje regional) mientras que en la porción inferior la corriente principal tiene una dirección SW-NE, para, posteriormente, tornarse en dirección S-N, con tributarios con direcciones prácticamente E-W, (esta última dirección no se detecta en el patrón regional).

En el Anexo 13 se describen los parámetros morfométricos de las dos microcuencas. Cabe mencionar las principales conclusiones del estudio geohidrológico:

Los cuerpos de agua cercanos al área del proyecto. En este caso, el cuerpo más cercano al área del proyecto es el Lago La Maromera localizado aproximadamente a 12.3 Km de distancia y el Río Cotaxtla, el cual pasa en la colindancia norte del predio, aproximadamente a 25 m del límite norte de la propiedad (Figura. 49). El río Cotaxtla es una de las dos corrientes del río Jamapa (tipo de cuenca exorreica), drena un área de 1,679 Km², y nace a una elevación de 5,700 m en una zona limítrofe de los estados de Puebla y Veracruz, con el nombre de río Barranca de Chocomán. Avanza en dirección oriente a través de terrenos de topografía accidentada, de fuertes pendientes, colectando a su paso las corrientes formadas en las laderas nororientales del Pico de Orizaba. En las inmediaciones de la población de Coscomatepec, Ver., varía su curso hacia el sureste fluyendo 25 km en esta dirección y captando en su recorrido, por ambos márgenes, corrientes de pequeña magnitud. A la altura de la ciudad de Córdoba, Ver. desvía su curso hacia el este-sureste y cambia su nombre a río Seco; fluye 22 km en terreno aprovechable para el cultivo, rodea el Cerro Chiyoltuite y afluye por su margen izquierda el río Atoyac (SEMARNAT- CONAFOR-ARS, 2016).

f) Aire

De acuerdo con la información que se ha generado de otras actividades en la zona, el tiempo o Momento en que tarda en manifestarse algún efecto sobre la calidad del aire es de Largo Plazo. Esto se ve corroborado ya que, a pesar de que se encuentra a áreas urbanas relativamente cerca, no hay evidencia de valores altos de contaminantes dentro del Sistema Ambiental.

Debido a que existen constantes corrientes de viento que dispersan los contaminantes, así como escasas elevaciones, la Persistencia de gases contaminantes dentro del Sistema Ambiental y Área de Influencia del proyecto es temporal, ya que sólo se mantiene por un periodo de tiempo determinado. En este sentido, se consideró que el efecto en la calidad del aire presenta una Continuidad de tipo discontinua, debido a que las emisiones de contaminantes no son muy elevadas y las corrientes de viento facilitan la propagación de los posibles contaminantes existentes o presentes en la zona.

En el caso de la Periodicidad, se consideró como Periódico, dado que la presencia de gases contaminantes es recurrente debido a la cercanía que tiene el Sistema Ambiental con las áreas urbanas. Esto, a pesar de que los niveles de contaminación están por debajo de los niveles establecidos en las normas mexicanas e internacionales.

El factor de Acumulación se consideró como simple, ya que no se presenta contaminación, además de

presentar escasas elevaciones que la cual exceda lo estipulado en las normas mexicanas, esto es debido a las corrientes de viento existentes en la zona.

El factor de Sinergia se consideró como leve, debido a que aun existiendo procesos industriales derivados de las áreas urbanas que puedan llegar a afectar la calidad de aire, sigue presentando buena calidad del aire, además presentar un continuo flujo de viento.

La Reversibilidad o Posibilidad se considera como de corto plazo dado que las condiciones del ecosistema presentes en la zona podrían ayudar a recuperar sus condiciones naturales en poco tiempo.

La Recuperabilidad es considerada como Fácil, debido que, al tener una buena calidad de aire y corrientes de aire constantes esto facilitaría la evacuación del contaminante.

IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

Cabe señalar que el presente proyecto no presentará actividades de desmonte, despalme o eliminación de cubierta vegetal, considerando que las etapas de Preparación del Sitio, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono para el **Proyecto Ecológico MOVA** fue autorizado en materia de impacto ambiental mediante el Oficio Resolutivo No. **SGPA/DGIRA/DG/02315** por la SEMARNAT, sin embargo, dicha autorización excluye a los residuos generados por el Sector Hidrocarburos, razón por la cual únicamente se está solicitando la autorización en materia de impacto ambiental para la Operación y Mantenimiento de la planta de tratamiento de residuos para el Sector Hidrocarburos.

a) Flora

En el estado de Veracruz, derivado de su ubicación geográfica, convergen diferentes condiciones fisiográficas, geológicas, edáficas y climáticas que han dado origen a formaciones de diversas condiciones ecológicas. Como resultado de esta diversidad, también se presentan una gran riqueza tanto florística como de comunidades vegetales, estando representadas en la entidad las once formaciones forestales consideradas a nivel nacional: Bosque de Oyamel, Bosque de pino, Bosque de pino-encino, Bosque de encino-pino, Bosque de encino, Bosque mesófilo, Selvas altas y medianas, Selva alta perennifolia, Selva mediana subperennifolia, Selva baja perennifolia, selva baja caducifolia, Pradera de alta montaña y otras áreas no forestales (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

De acuerdo con el Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal 3004 realizado por SEMARNAT-CONAFOR-ARS (2016), el tipo de vegetación que se localiza en la Región Sotavento, donde se ubica el área del proyecto en el municipio de Cotaxtla, corresponde con selva baja caducifolia. El Índice de biodiversidad de Shannon que reportan es de 2.479 para este tipo de vegetación (Tabla siguiente).

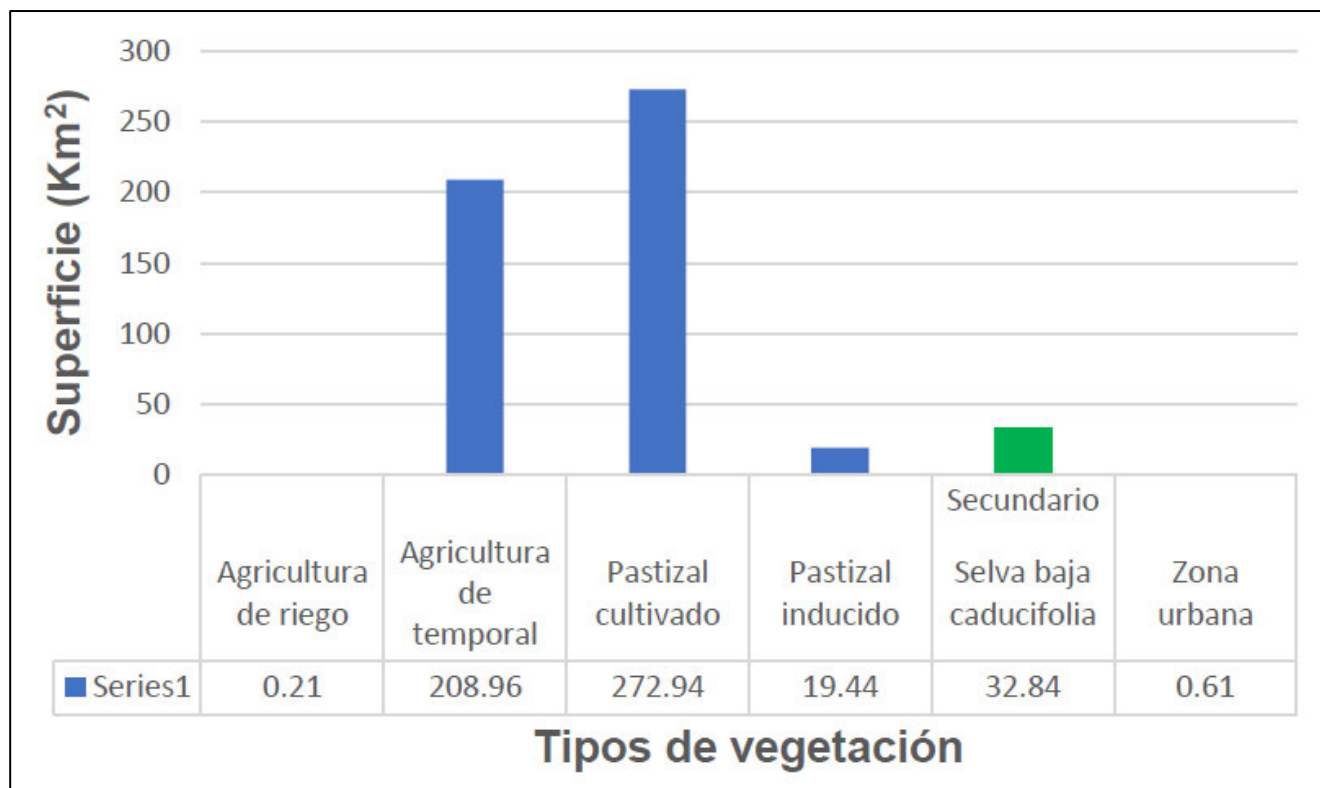
Tabla 78. Índice de diversidad biológica en la Región de Sotavento correspondiente al tipo de vegetación selva baja caducifolia.

Selva Baja Caducifolia	<i>Bursera simaruba</i> L.	Palo mulato	18	25,00	0,068	-2,686	-0,183
	<i>Acacia cornigera</i> (L.) Willd.	Comezuelo	27	17,50	0,102	-2,280	-0,233
	<i>Aphananthe monoica</i> (Hemsl.)	Cuerillo	13	15,00	0,049	-3,011	-0,148
	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Ojoche	9	35,00	0,034	-3,379	-0,115
	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertol.	Chancarro	12	27,50	0,045	-3,091	-0,141
	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumbo	12	25,00	0,045	-3,091	-0,141
	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Nacaxtle	16	30,00	0,061	-2,803	-0,170
	<i>Glinicidia sepium</i> (Jacq.) Kunth.	Cocuitle	30	18,25	0,114	-2,175	-0,247
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácima	21	20,15	0,080	-2,531	-0,201
	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	Jonote	14	25,00	0,053	-2,937	-0,156
	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	Guaje	39	20,00	0,148	-1,912	-0,283
	<i>Lysiloma acapulcensis</i> (Kunth) Benth.	Tepehuaje	28	20,15	0,106	-2,244	-0,238
	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Flor amarilla	25	19,16	0,095	-2,357	-0,223
	Total		264		1		2,479
	Riqueza			13			
	H max= Ln(S)=			2,565			Índice de Diversidad de Shannon
	Equitatividad (J)=			0,966			

Fuente: Consultores Profesionales del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Veracruz A.C.

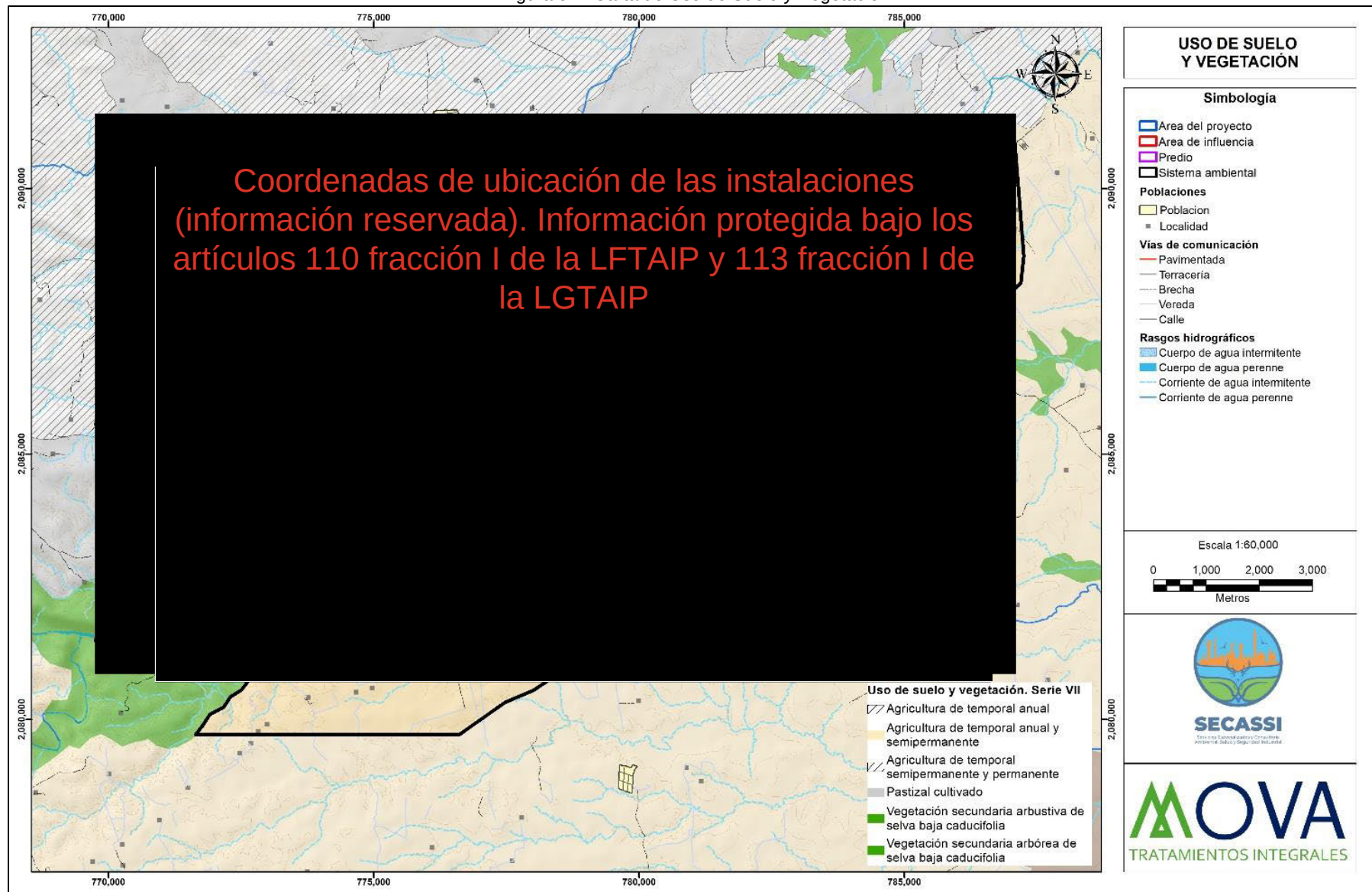
De acuerdo con la Actualización del Ordenamiento Ecológico del estado de Veracruz (SEDEMA, sin fecha), el municipio de Cotaxtla está representado por seis tipos de vegetación (Figura 50), lo cual coincide con lo observado durante el recorrido en campo por el área de influencia y área del proyecto.

Figura 50. Tipos de vegetación en el municipio de Cotaxtla.



Con base en la Carta de uso del Suelo y Vegetación, Serie VI 1:250,000 de INEGI, en el área de influencia del proyecto se identifican tres tipos de vegetación: Pastizal, Agricultura de Temporal Semipermanente y Permanente, y Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia. En el área del proyecto, la mayor parte de la superficie corresponde con pastizal excepto una pequeña área al N y NE, en la cual se localiza vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (Figura 51).

Figura 51. Carta de Uso de Suelo y Vegetación.



La selva baja caducifolia (SBC) se caracteriza por la corta altura de sus componentes arbóreos, normalmente de 4 a 10 metros, muy eventualmente de hasta 15 metros o un poco más. El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias, cuando retoñan o germinan sus componentes (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

Entre las especies arbóreas registradas en este tipo de vegetación, con mayor frecuencia ocurren las siguientes: *Trema micrantha*, *Xylopia frutescens*, *Bursera simaruba*, *Mangifera indica*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cornigera*, *Heliocarpus donnell-smithii*, *Gliricidia sepium*, *Zanthoxylum riedelianum*, *Lysiloma acapulcense*, *Calycophyllum candidissimum*, *Inga vera*, *Acalypha diversifolia*, *Ipomoea arborescens*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Cordia alliodora*, *Aristolochia sp.*, *Psidium sartorianum*, *Tabebuia rosea*, *Acacia pennatula*, *Ficus tecolutensis*, *Yucca periculosa*, *Quercus leyophylla*, *Thouinidium decandrum*, *Randia echinocarpa*, *Saurauia pringlei*, *Myriocarpa longipes* y *Enterolobium cyclocarpum*, entre muchas otras (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016).

En el estado de Veracruz, las especies que caracterizan el estrato arbóreo son *Bursera simaruba*, *Caesalpinia mexicana*, *Lysiloma microphyllum*, *Comocladia engleriana*, *Karwinskia humboldtiana* y *Fraxinus schiedeana*. El estrato arbustivo está caracterizado por *Cnidioscolus aconitifolius*, *Casearia nitida*, *Croton torreyanus*, *Randia aculeata*, *Psychotria erythrocarpa* y *Chiococca alba* y el herbáceo por *Anthurium schlechtendalii* (Castillo-Campos, et al., 2011). En zonas de acantilados con altas pendientes las especies suculentas como *Hechtia sp.*, *Pseudobambax ellipticum*, *Tillandsia grandis*, *Callisia fragans*, y *Plumeria rubra* se vuelven comunes en la flora. También son frecuentes los bejucos y otras especies suculentas como *Petrea volubilis*, *Rhus terebinthifolia*, *Prestonia mexicana*, *Amphilophium paniculatum* y *Cydistia heterophylla* (Castillo-Campos, et al., 2011). De las 1603 especies registradas en este tipo de vegetación, hay aproximadamente 56 especies endémicas o en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza distribuidas en los remanentes (SEDEMA, sin fecha).

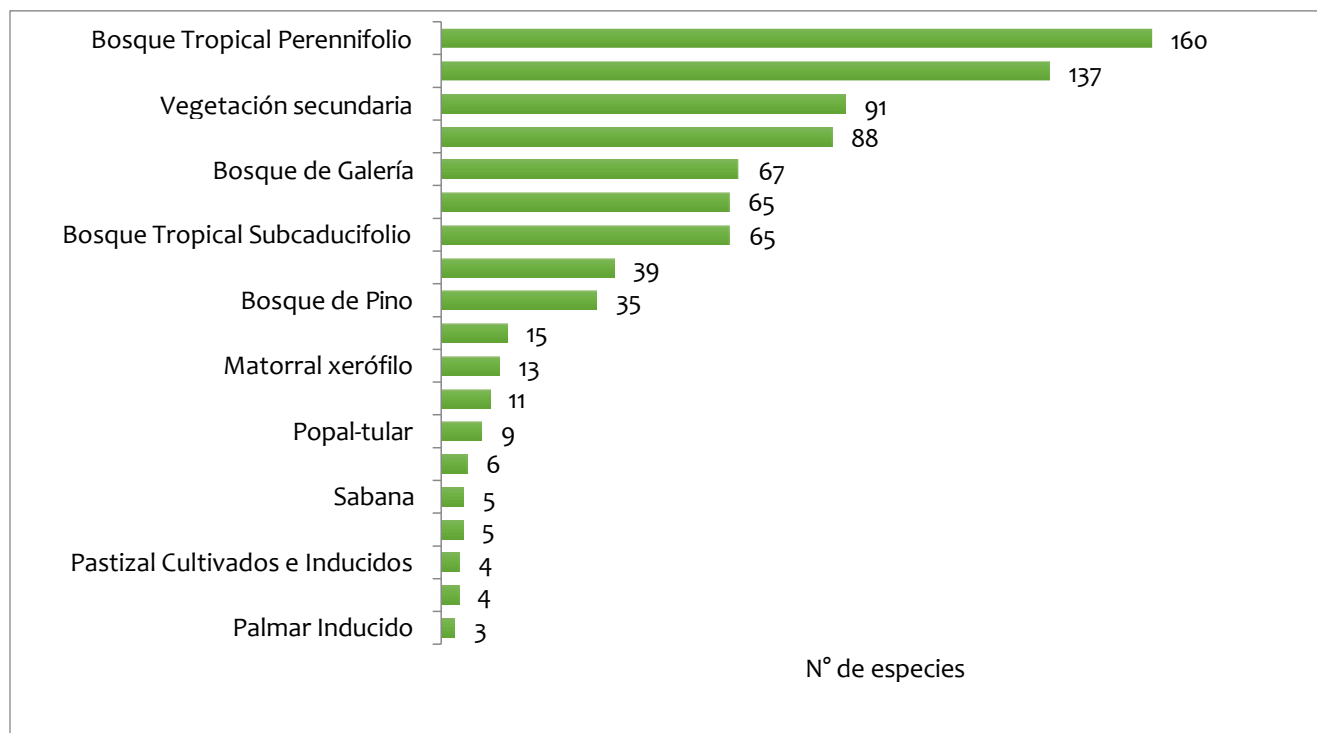
Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El promedio de temperaturas anuales es superior a 20 °C; y las precipitaciones anuales son de 600 a 1,200 milímetros como máximo, con una temporada seca bien marcada, que puede durar hasta 7 u 8 meses y que es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 2,800 metros, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje (SEMARNAT-CONAFOR-ARS, 2016). Los suelos donde se desarrolla son de tipo vertisol pélico, feozem háplico y regosol éutrico, así como litosol y luvisol órtico (SEDEMA, sin fecha).

Los remanentes de este tipo de vegetación se encuentran en 36 municipios de Veracruz de las regiones Huasteca Alta, Capital, Sotavento, Montañas y Papaloapan. En las regiones Huasteca Alta, Capital y Montañas se encuentran las mayores áreas de remanentes de bosque tropical caducifolio. En los municipios de Carrillo Puerto, Actopan, Pánuco, Tampico Alto y Jalcomulco se encuentran los parches de mayor área (SEDEMA, sin fecha).

Especies en peligro

En lo referente al número de especies en peligro, en la Figura 52 se muestran las especies a nivel estatal y por tipo de vegetación, bajo alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM059-SEMARNAT-2010. Se observa que, para la selva baja caducifolia se registran 65 spp., de 1221 registradas en este tipo de vegetación en el estado de Veracruz.

Figura 52. Número de especies en riesgo por tipo de vegetación a nivel estatal, NOM059-SEMARNAT-2010. Tomado de: SEDEMA (sin fecha).



CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

Muestreo y análisis de índices de biodiversidad de flora

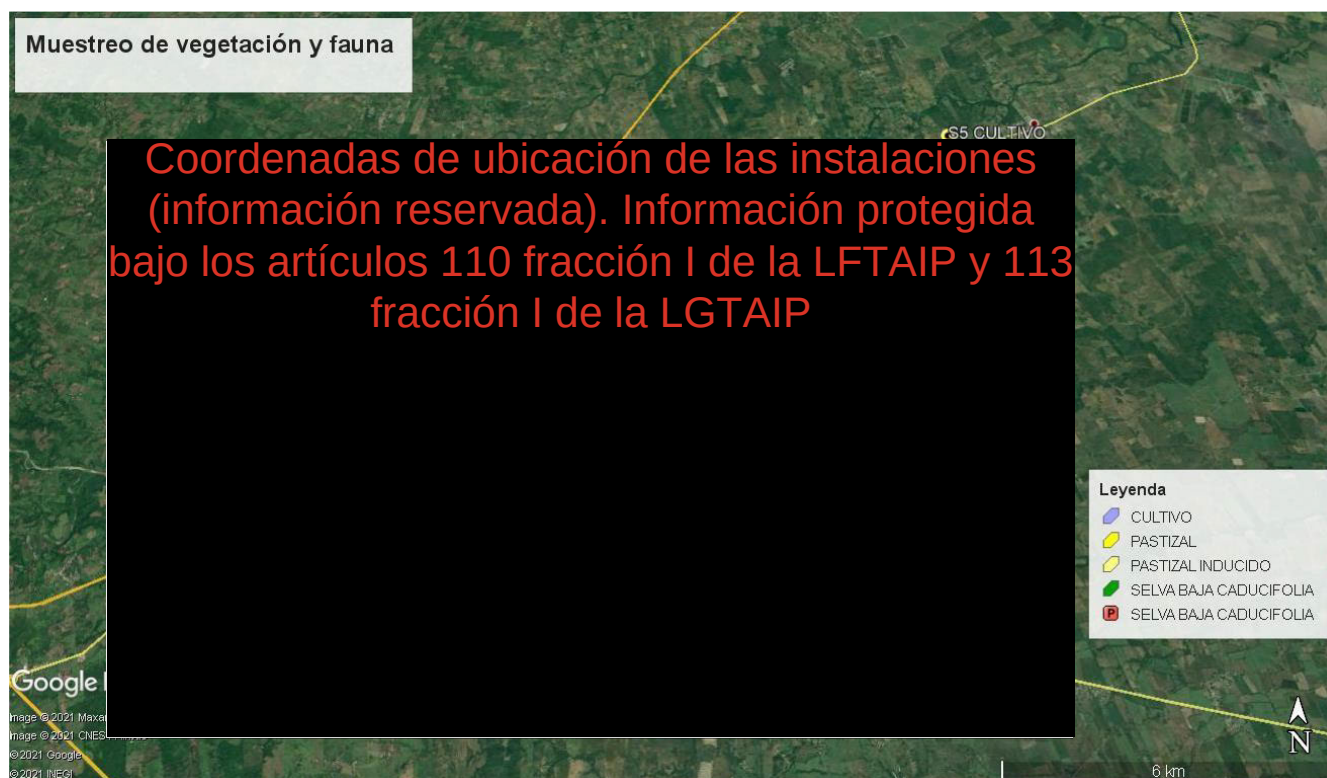
MÉTODO.

Para determinar la vegetación tanto en el predio donde se realizará el proyecto, como de su Sistema Ambiental, se realizó un estudio descriptivo exploratorio. El objetivo de estos estudios es obtener información acerca de un fenómeno o sistema del cual previamente se tenía ninguna o muy poca información (*Mostacedo y Frederikcsen, 2000*). De esta manera, y, a partir de la información que se recabó; se puede proponer un programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

El muestreo llevado a cabo para el presente estudio fue un Muestreo dirigido (no probabilístico), el cual consiste en seleccionar las unidades elementales de la población según el juicio de los investigadores; considerando que las unidades seleccionadas gozan de representatividad. En el muestreo dirigido, la probabilidad de que una unidad elemental sea elegida es desconocida; en consecuencia, no se pueden construir intervalos de confianza para estimar el valor poblacional, sino que sólo se pueden hacer estimaciones puntuales (*Villalta, 2001*).

Para la ubicación de los sitios de muestreo dentro del polígono, se determinó en función del tipo de vegetación presente tanto en el área del proyecto, como en el SAR de este; de igual forma se consideró el estado de conservación de la vegetación ya que un mayor grado de conservación hace a un punto elegible por sobre de los que presentan un grado de conservación menor (Figura 53).

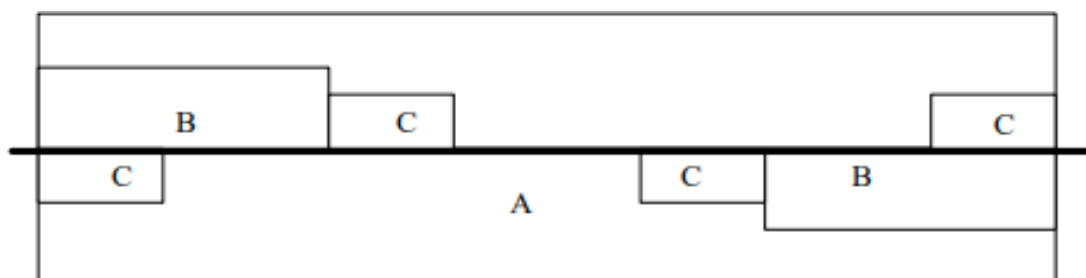
Figura 53. Sitios de muestreo de vegetación en el predio, área de influencia y el SA.



Forma de las Unidades Muestrales.

Para este estudio se utilizaron tres unidades muestrales dependiendo del estrato; cuadrantes de 1m^2 ($1\text{ m} \times 1\text{ m}$) para las herbáceas, de 4 m^2 ($2\text{ m} \times 2\text{ m}$) para las arbustivas y de 25 m^2 ($5\text{ m} \times 5\text{ m}$) para las arbóreas, de acuerdo con lo sugerido por *Mostacedo y Frederiksen, 2000*, cuando la mayoría de la vegetación corresponda a vegetación secundaria de selva baja caducifolia; como fue el caso en el presente estudio. Dichos cuadrantes fueron determinados a lo largo de un transecto lineal de 100 m tal como se muestra en la Figura 54.

Figura 54. Diseño de los transectos utilizados para el muestreo de la vegetación.



Diseño de los transectos utilizados para el muestreo de la vegetación. La línea gruesa y central indica la senda a partir de la cual se muestrea ambos lados del transecto A. El transecto A es el más grande y se utiliza para muestrear árboles mayores de 10 cm de DAP (puede ser de $10 \times 100\text{ m}$). Los transectos B generalmente son de tamaños menores (por ejemplo: $4 \times 25\text{ m}$) y sirven para muestrear árboles menores a 10 cm de DAP y mayores a 2 m de altura. Los transectos C son de tamaño mucho menor (por ejemplo: $1 \times 4\text{ m}$, $2 \times 5\text{ m}$) y sirven para muestrear hierbas y arbustos menores a 2 m de altura. A medida que se va reduciendo el área de muestreo, se debe aumentar el número de muestras (*Mostacedo y Frederiksen, 2000*).



Fotografía 17. Cuadrantes de muestreo para Flora.



Fotografía 18. Colocación de cuadrantes de muestreo para Flora.

Materiales utilizados:

- Estacas (30 piezas)
- Estambre de color llamativo o rafia
- Cámara fotográfica
- Regla y Flexómetro
- GPS
- Formatos de registro

Para analizar y describir los tipos de vegetación registrada en campo, se agrupó la información por estrato vegetal, considerando lo siguiente:

Arbóreo. - Planta que desarrolla un tallo leñoso como eje principal, forma una copa aérea y regularmente tiene un crecimiento más alto que ancho o en casos específicos de igual tamaño.

Arbustivo. - Planta con más de un tallo leñoso y corto, se ramifica desde la base, de baja altura formando una esfera o elipse. En esta categoría se incluyen las plantas trepadoras, con crecimiento en forma de roseta como los agaves, también se incluyen las plantas suculentas como nopales y cactáceas globosas.

Herbáceo. - Plantas no lignificadas (No leñosas), que crecen de manera temporal durante las lluvias, de baja altura y en grandes densidades cuando son abundantes y en grupos o de manera aislada cuando son de baja cobertura vegetal. Se incluyen en esta clasificación todas las especies de la familia

Poaceae, algunas *Amaranthaceae* y *Solanaceae*.

Con los datos obtenidos de individuos identificados se obtuvo el registro de las especies presentes en el muestreo tanto del Sistema Ambiental como del Predio.

Por otra parte, se revisó la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer el estatus de conservación de las especies, así como la lista roja del IUCN (Unión de Conservación Internacional) y el CITES (La Convención Internacional de Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestres en Peligro).

Indicadores ecológicos por tipo de vegetación y estrato vegetal

Los indicadores ecológicos calculados para la Selva Baja Caducifolia, el Pastizal y los Campos de Cultivo en los diferentes estratos vegetales se describen a continuación:

Índice de Margalef (R). Es un indicador de la riqueza de especies, donde los valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra ($s=1$, por lo que $s-1=0$) (Margalef, 1958). Con los niveles de diversidad señalados anteriormente se pueden establecer las siguientes categorías de valores de diversidad. (Ver siguiente Tabla).

Tabla 79. Categorías de diversidad de Margalef*.

Valor	Nivel de diversidad
<1	Muy Baja
1-2	Baja
2-3	Medio Baja
3-4	Medio o Moderada
4-5	Medio Alta
5-6	Alta
>6	Muy Alta

*Fuente: Elaboración propia.

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$R = (S-1)/\ln(N)$$

Dónde:

- R= Índice de Diversidad de Margalef
- S= Número total de especies
- N= Número total de individuos

Índice de Diversidad de Simpson (D). Este índice cuantifica la probabilidad que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita pertenezcan a una misma especie. Si p_i es la probabilidad que tiene un individuo de pertenecer a la especie i ($i = 1, 2, 3, 4, \dots S$) y la extracción de cada individuo es un elemento independiente, la probabilidad que tienen dos individuos de una misma especie en ser elegidos al azar será $p_i \times p_i$ o p_i^2 . La probabilidad promedio de que ocurra será igual a la suma de las probabilidades individuales de cada especie (Simpson, 1949).

Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes, subestimando las especies raras, tomando valores entre 0 (baja diversidad, hasta un máximo de $(1-1/S)$). Considerando estos valores de diversidad, se establecieron los rangos para determinar el nivel de diversidad. (Ver siguiente Tabla).

Tabla 80. Categorías de diversidad de Simpson*.

Porcentaje	Nivel de diversidad
0-15%	Muy Baja
15-30%	Baja
30-45%	Media Baja
45-60%	Media o Moderada
60-75%	Media Alta
75-90%	Alta
Simpson Máxima	Muy Alta

*Fuente: Elaboración propia.

La fórmula para calcular este índice es la siguiente:

$$D = 1 - (\sum n(n-1) / N(N-1))$$

Dónde:

- D= Índice de Diversidad de Simpson
- n= Número total de individuos de una especie
- N= Número total de individuos de todas las especies

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H). Este indicador de la abundancia se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlos. A mayor valor del índice indica mayor biodiversidad del ecosistema. (Shannon weaver, 1949). Considerando los valores de diversidad máxima, se establecieron los rangos para determinar el nivel de diversidad. (Ver siguiente Tabla).

Tabla 81. Categorías de diversidad de Shannon*.

Porcentaje	Nivel de diversidad
0-15%	Muy Baja
15-30%	Baja
30-45%	Media Baja
45-60%	Media o Moderada
60-75%	Media Alta
75-90%	Alta
Shannon Máxima	Muy Alta

*Fuente: Elaboración propia.

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$H = -\sum (P_i) \cdot \ln(P_i)$$

Dónde:

- $P_i = i / N$
- n_i = número de individuos por especie
- N = número total de individuos
- Cálculo del índice de diversidad de Shannon.

Asimismo, se calculó el índice de equitatividad de Pielou (J'), para cuantificar el componente de equitatividad de la diversidad, (Pielou, 1969); a fin de observar la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988). La ecuación para determinar este índice es la siguiente:

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Dónde:

- H' = Índice de Shannon
- $H'_{\max} = \ln(S)$
- S = número total de especies

RESULTADOS.

Las coordenadas de ubicación de cada uno de los 12 sitios de muestreo se enlistan en la siguiente Tabla.

Tabla 82. Sitios de muestreo.

Sitio de muestreo	Transecto			Tipo de Vegetación
	Segmento	X	Y	
P1	Inicio	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP		Pastizal
	Fin			
P2	Inicio			Selva Baja Caducifolia
	Fin			
P3	Inicio			Selva Baja Caducifolia
	Fin			
P4	Inicio			Selva Baja Caducifolia
	Fin			
P6	Inicio			Pastizal
	Fin			
S1	Inicio			AL
	Fin			Selva Baja Caducifolia
S2	Inicio			Selva Baja Caducifolia
	Fin			
S3	Inicio			Pastizal
	Fin			
S4	Inicio			Cultivo
	Fin			
S5	Inicio			Cultivo

Sitio de muestreo	Transecto			Tipo de Vegetación
	Segmento	X	Y	
S6	Fin	Coordenadas de ubicación de las instalaciones (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP		astizal
	Inicio			
	Fin			Selva Baja Caducifolia
S7	Inicio			
	Fin			

Descripción de los tipos de vegetación del SA

Selva Baja Caducifolia

La riqueza de especies por estrato vegetal de la Selva baja Caducifolia se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 83. Riqueza de especies por estrato vegetal forestal de la Selva Baja Caducifolia.

No	Familia	Estrato			Riqueza total	Abundancia
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		
1	Aizoaceae	0	0	1	1	19
2	Araceae	1	2	1	4	13
3	Arecaceae	0	0	1	1	1
4	Asteraceae	0	1	1	2	2
5	Boraginaceae	0	0	1	1	12
6	Burseraceae	1	0	0	1	1
7	Cactaceae	1	0	0	1	3
8	Commelinaceae	0	0	1	1	4
9	Convolvulaceae	0	0	1	1	1
10	Euphorbiaceae	0	2	1	3	10
11	Fabaceae	2	2	3	7	31
12	Lamiaceae	0	0	1	1	1
13	Malvaceae	0	2	2	4	20
14	Meliaceae	0	0	1	1	3
15	Moraceae	1	0	0	1	3
16	Orchidaceae	0	0	1	1	4
17	Phytolaccaceae	0	0	1	1	2
18	Plantaginaceae	0	0	1	1	7
19	Poaceae	0	0	1	1	5
20	Polemoniaceae	0	0	1	1	3
21	Rubiaceae	0	0	1	1	1
22	Sapindaceae	0	1	1	2	33
23	Zamiaceae	0	0	1	1	1
Total		6	10	23	39	180

En total se registraron 39 especies de 23 familias, con un número total de 180 individuos. El estrato herbáceo es el más abundante con 23 especies. Con respecto al número de especies, la familia Fabaceae es la más abundante con 7 especies en total, le siguen la Malvaceae y la Asteraceae con 4 especies cada una; del número de individuos, el más abundante es la familia Sapindaceae con 33, le sigue la familia Fabaceae con 31 individuos.

Indicadores de la Selva Baja Caducifolia

Los resultados de los indicadores ecológicos descritos en el apartado anterior para la vegetación de Selva Baja Caducifolia se describen a continuación:

Índice de Margalef (R).

$R = (6-1)/\ln(25) = 5/3.21 = 1.55$. para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia

$R = (10-1)/\ln(29) = 9/3.36 = 2.67$. para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia

$R = (23-1)/\ln(126) = 22/4.83 = 4.55$. para el estrato herbáceo de la Selva Baja Caducifolia

El resultado obtenido para el estrato arbóreo es de una Riqueza Baja, el estrato arbustivo tiene una Riqueza Media Baja y para el estrato herbáceo se refiere a una Riqueza Media Alta. En términos generales, se puede establecer de acuerdo con este índice, que la Selva Baja Caducifolia tiene una Riqueza Media.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 84. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Acrocomia aculeata</i>	9	8	72	0.360	-1.022	0.368	0.205
2	<i>Bursera simaruba</i>	7	6	42	0.280	-1.273	0.356	0.199
3	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	5	4	20	0.200	-1.609	0.322	0.180
4	<i>Ficus sp.</i>	2	1	2	0.080	-2.526	0.202	0.113
5	<i>Opuntia stricta</i>	1	0	0	0.040	-3.219	0.129	0.072
6	<i>Vachellia pennatula</i>	1	0	0	0.040	-3.219	0.129	0.072
Subtotal		25	19	136	1.000		1.506	0.840
Índice de Simpson				0.773	H Max		1.792	
Simpson Máximo				0.833	Nivel de Diversidad		84.03	
Nivel de Diversidad				92.80				

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato arbóreo de la Selva baja Caducifolia indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.957, por lo que el valor obtenido de 0.907 corresponde a una Diversidad Muy Alta ($0.907 \cdot 100 / 0.957 = 94.86\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 3.135, por lo que el valor obtenido de 2.654 corresponde a una Diversidad Alta ($2.654 \cdot 100 / 3.135 = 84.65\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.846, que demuestra un valor promedio con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

En términos generales, la diversidad del estrato arbóreo es Alta.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo se muestra en la siguiente Tabla.

Figura 55. Carta de Uso de Suelo y Vegetación.



Tabla 85. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Abutilon fruticosum</i>	2	1	2	0.069	-2.674	0.184	0.080
2	<i>Acalypha diversifolia</i>	7	6	42	0.241	-1.421	0.343	0.149
3	<i>Acrocomia aculeata</i>	3	2	6	0.103	-2.269	0.235	0.102
4	<i>Canavalia rosea</i>	1	0	0	0.034	-3.367	0.116	0.050
5	<i>Cnidocolus sp.</i>	1	0	0	0.034	-3.367	0.116	0.050
6	<i>Critonia sp.</i>	1	0	0	0.034	-3.367	0.116	0.050
7	<i>Herissantia crispa</i>	2	1	2	0.069	-2.674	0.184	0.080
8	<i>Mucuna pruriens</i>	1	0	0	0.034	-3.367	0.116	0.050
9	<i>Serjania sp.</i>	6	5	30	0.207	-1.576	0.326	0.142
10	<i>Syngonium podophyllum</i>	5	4	20	0.172	-1.758	0.303	0.132
Subtotal		29	19	102	1.000		2.040	0.886
Índice de Simpson				0.874	H Max		2.303	
Simpson Máximo				0.900	Nivel de Diversidad		88.60	
Nivel de Diversidad				97.15				

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.900, por lo que el valor obtenido de 0.874 le corresponde una Diversidad Muy Alta ($0.874 \times 100 / 0.900 = 97.15\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.303, por lo que el valor obtenido de

2.040 corresponde una Diversidad Alta ($2.040 \cdot 100 / 2.303 = 86.60\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.886, que demuestra un valor con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

En términos generales, la diversidad del estrato arbustivo es Alta.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 86. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de la Selva Baja Caducifolia

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Abutilon fruticosum</i>	7	6	42	0.056	-2.890	0.161	0.051
2	<i>Acrocomia aculeata</i>	1	0	0	0.008	-4.836	0.038	0.012
3	<i>Agdestis clematidea</i>	2	1	2	0.016	-4.143	0.066	0.021
4	<i>Calea urticifolia</i>	1	0	0	0.008	-4.836	0.038	0.012
5	<i>Callisia sp.</i>	4	3	12	0.032	-3.450	0.110	0.035
6	<i>Canavalia rosea</i>	4	3	12	0.032	-3.450	0.110	0.035
7	<i>Capraria biflora</i>	7	6	42	0.056	-2.890	0.161	0.051
8	<i>Cedrela odorata</i>	3	2	6	0.024	-3.738	0.089	0.028
9	<i>Cnidoscolus sp.</i>	2	1	2	0.016	-4.143	0.066	0.021
10	<i>Cordia alliodora</i>	12	11	132	0.095	-2.351	0.224	0.071
11	<i>Ipomoea sp.</i>	1	0	0	0.008	-4.836	0.038	0.012
12	<i>Laciasis sp.</i>	5	4	20	0.040	-3.227	0.128	0.041
13	<i>Loeselia glandulosa</i>	3	2	6	0.024	-3.738	0.089	0.028
14	<i>Malvastrum sp.</i>	9	8	72	0.071	-2.639	0.189	0.060
15	<i>Oeceoclades maculata</i>	4	3	12	0.032	-3.450	0.110	0.035
16	<i>Palicourea sp.</i>	1	0	0	0.008	-4.836	0.038	0.012
17	<i>Salvia sp.</i>	1	0	0	0.008	-4.836	0.038	0.012
18	<i>Senna auriculata</i>	7	6	42	0.056	-2.890	0.161	0.051
19	<i>Serjania sp.</i>	27	26	702	0.214	-1.540	0.330	0.105
20	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	19	18	342	0.151	-1.892	0.285	0.091
21	<i>Syngonium podophyllum</i>	4	3	12	0.032	-3.450	0.110	0.035
22	<i>Vachellia pennatula</i>	1	0	0	0.008	-4.836	0.038	0.012
23	<i>Zamia sp.</i>	1	0	0	0.008	-4.836	0.038	0.012
Subtotal		126	103	1458	1.000		2.654	0.846
Índice de Simpson			0.907	H Max			3.135	
Simpson Máximo			0.957	Nivel de Diversidad			84.64	
Nivel de Diversidad			94.86					

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato herbáceo de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.957, por lo que el valor obtenido de 0.907 corresponde a una Diversidad Muy Alta ($0.907 \cdot 100 / 0.957 = 94.86\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato herbáceo en la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 3.135, por lo que el valor obtenido de 2.654, le corresponde una Diversidad Alta ($2.65 \cdot 100 / 3.135 = 84.64\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.846, que demuestra un valor con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

En términos generales, la diversidad del estrato herbáceo es Alta.

Pastizal

La riqueza de especies por estrato vegetal del Pastizal, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 87. Riqueza de especies por estrato vegetal del Pastizal.

No.	Familia	Estrato			Riqueza Total	Abundancia
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		
1	Asteraceae	0	0	2	2	12
2	Cactaceae	1	0	0	1	1
3	Convolvulaceae	0	0	2	2	3
4	Cyperaceae	0	0	1	1	29
5	Fabaceae	1	1	0	2	3
6	Malvaceae	1	1	4	6	44
7	Poaceae	0	0	2	2	10
8	Solanaceae	0	1	0	1	1
	Total	3	3	11	17	103

En total se registraron 17 especies de 8 familias con un número total de 103 individuos. El estrato herbáceo es el más abundante con 11 especies. Con respecto al número de especies, la familia Malvaceae es la más abundante con 6 especies en total. Del número de individuos, el más abundante también es la familia Malvaceae con 44 individuos, le sigue la familia Cyperaceae (29) y la Asteraceae (12).

Índice de Margalef (R).

$R = (3-1)/\ln(4) = 2/1.38 = 1.44$, para el estrato arbóreo del Pastizal

$R = (3-1)/\ln(16) = 2/2.77 = 0.72$, para el estrato arbustivo del Pastizal

$R = (11-1)/\ln(83) = 10/4.41 = 2.26$, para el estrato herbáceo del Pastizal

El resultado obtenido para el estrato arbóreo y arbustivo es de una Riqueza Baja y Muy Baja, el estrato herbáceo tiene una Riqueza Media Baja.

En términos generales, se puede establecer de acuerdo con este índice de riqueza de especies, que el Pastizal tiene una Riqueza Baja.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 88. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo del Pastizal.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	1	0	0	0.250	-1.386	0.347	0.315
2	<i>Guazuma ulmifolia</i>	1	0	0	0.250	-1.386	0.347	0.315
3	<i>Lonchocarpus longistylus</i>	2	1	2	0.500	-0.693	0.347	0.315
Subtotal		4	1	2	1.000		1.040	0.946
Índice de Simpson			0.833	H Max			1.099	
Simpson Máximo			0.667	Nivel de Diversidad			94.63	
Nivel de Diversidad			125**					

**Debido a que el índice de Simpson es sensible a datos de abundancia bajos, en este caso se presenta un resultado mayor al 100%, sin embargo, la certeza del análisis se basa en el índice de Shannon.

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato arbóreo de Pastizal indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 1.099, por lo que el valor obtenido de 1.040 corresponde a una Diversidad Baja ($1.040 \times 100 / 1.099 = 94.63\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.946, que demuestra una tendencia del valor más cercano al 1, lo que indica que hay una abundancia media o regular de especies.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 89. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de Pastizal

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Abutilon sp.</i>	14	13	182	0.875	-0.134	0.117	0.106
2	<i>Dalbergia calycina</i>	1	0	0	0.063	-2.773	0.173	0.158
3	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	1	0	0	0.063	-2.773	0.173	0.158
Subtotal		16	13	182	1.000		0.463	0.422
Índice de Simpson				0.242	H Max		1.099	
Simpson Máximo				0.667	Nivel de Diversidad		42.18	
Nivel de Diversidad				36.25				

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato arbustivo del Pastizal indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.667, por lo que el valor obtenido de 0.242, le corresponde una diversidad media baja ($0.242 \times 100 / 0.667 = 36.25\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato arbustivo del Pastizal indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 1.099, por lo que el valor obtenido de 0.463 corresponde a una Diversidad Media o Moderada ($0.463 \times 100 / 1.099 = 42.18\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.422, que demuestra una tendencia del valor muy bajo, lo que indica que hay una abundancia baja de especies.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 90. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de del Pastizal.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Abutilon fruticosum</i>	2	1	2	0.024	-3.726	0.090	0.037
2	<i>Chloris sp.</i>	8	7	56	0.096	-2.339	0.225	0.094
3	<i>Cyperus sp.</i>	29	28	812	0.349	-1.052	0.367	0.153
4	<i>Distimake quinquefolius</i>	1	0	0	0.012	-4.419	0.053	0.022
5	<i>Ipomoea sp.</i>	2	1	2	0.024	-3.726	0.090	0.037
6	<i>Laciasis sp.</i>	2	1	2	0.024	-3.726	0.090	0.037
7	<i>Malvastrum sp.</i>	5	4	20	0.060	-2.809	0.169	0.071
8	<i>Melanthra nivea</i>	3	2	6	0.036	-3.320	0.120	0.050
9	<i>Parthenium hysterophorus</i>	5	4	20	0.060	-2.809	0.169	0.071
10	<i>Sida rhombifolia</i>	19	18	342	0.229	-1.474	0.338	0.141
11	<i>Tridax procumbens</i>	7	6	42	0.084	-2.473	0.209	0.087
Subtotal		83	72	1304	1.000		1.920	0.801
Índice de Simpson				0.808	H Max		2.398	
Simpson Máximo				0.909	Nivel de Diversidad		80.07	
Nivel de Diversidad				88.92				

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato herbáceo del Pastizal indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.909, por lo que el valor obtenido de 0.808 corresponde a una diversidad Muy Alta ($0.808 \times 100 / 0.909 = 88.92\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato herbáceo del Pastizal indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.398, por lo que el valor obtenido de 1.920 corresponde a una Diversidad Media Alta ($1.920 \times 100 / 2.398 = 80.07\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.801, que demuestra una tendencia del valor más cercano al 1, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

Terrenos de Cultivo

En el SAR abundan los terrenos de cultivo donde destacan dos tipos: Cañaverales y limoneros, en este muestreo se realizó el análisis de la vegetación asociada a dichos campos de cultivo, no así de las plantas cultivadas. La riqueza de especies por estrato vegetal de los campos de cultivo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 91. Riqueza de especies por estrato vegetal de los campos de cultivo.

No.	Familia	Estrato			Riqueza Total	Abundancia
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		
1	Amaranthaceae	0	0	1	1	1
2	Asteraceae	0	0	1	1	11
3	Boraginaceae	0	0	1	1	5
4	Euphorbiaceae	0	0	1	1	3
5	Malvaceae	0	0	2	2	15
6	Polemoniaceae	0	0	1	1	4
	Total	0	0	7	7	39

En total se registraron 7 especies de 6 familias con un número total de 39 individuos. El estrato herbáceo es el único representado en este tipo de vegetación, siendo la familia Malvaceae la que presenta mayor riqueza (2) y mayor abundancia (15).

Los resultados de los indicadores ecológicos para los campos de Cultivo se describen a continuación: Índice de Margalef (R).

$R = (7-1) / \ln(54) = 9 / 3.98 = 1.50$, para el estrato herbáceo de los terrenos de Cultivo en el SAR. El resultado obtenido para la Riqueza de herbáceas es Baja.

En términos generales, se puede establecer de acuerdo con este índice de riqueza de especies, que los campos de Cultivo tienen una Riqueza Muy Baja, ya que aquí no existen los estratos arbóreo o arbustivo.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo, se muestran en la siguiente Tabla 37.

Tabla 92. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de los Terrenos de Cultivo

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Abutilon incanum</i>	2	1	2	0.037	-3.296	0.122	0.063
2	<i>Amaranthus palmeri</i>	1	0	0	0.019	-3.989	0.074	0.038
3	<i>Euphorbia prostrata</i>	5	4	20	0.093	-2.380	0.220	0.113
4	<i>Heliotropium sp.</i>	8	7	56	0.148	-1.910	0.283	0.145
5	<i>Loeselia glandulosa</i>	5	4	20	0.093	-2.380	0.220	0.113
6	<i>Malvastrum sp.</i>	14	13	182	0.259	-1.350	0.350	0.180
7	<i>Parthenium hysterophorus</i>	19	18	342	0.352	-1.045	0.368	0.189
Subtotal		54	47	622	1.000		1.637	0.841
Índice de Simpson		0.783			H Max			1.946
Simpson Máximo		0.857			Nivel de Diversidad			84.12
Nivel de Diversidad		91.31						

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato herbáceo de los Terrenos de Cultivo indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.857, por lo que el valor obtenido de 0.783, le corresponde una diversidad Muy Alta ($0.783 \cdot 100 / 0.857 = 91.31\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato herbáceo de los Terrenos de Cultivo indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 1.946, por lo que el valor obtenido de 1.637 corresponde a una Diversidad Alta ($1.637 \cdot 100 / 1.946 = 84.12\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.841, que demuestra una tendencia del valor más cercano al 1, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

Especies de flora en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies registradas en los muestreos de campo en el SAR, no se identificaron especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Descripción de los tipos de vegetación del PREDIO

Selva Baja Caducifolia

La riqueza de especies por estrato vegetal de la Selva baja Caducifolia es como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 93. Riqueza de especies por estrato vegetal de la Selva Baja Caducifolia

No	Familia	Estrato			Riqueza total	Abundancia
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		
1	Apocynaceae	0	0	1	1	4
2	Araceae	0	0	1	1	1
3	Arecaceae	1	0	0	1	1
4	Boraginaceae	1	1	0	2	6
5	Bromeliaceae	0	1	0	1	5
6	Cactaceae	0	1	1	2	9
7	Combretaceae	1	0	0	1	1
8	Convolvulaceae	0	1	1	2	31
9	Cucurbitaceae	1	0	2	3	14

No	Familia	Estrato			Riqueza total	Abundancia
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		
1	Apocynaceae	0	0	1	1	4
10	Fabaceae	2	1	3	6	37
11	Malvaceae	1	3	5	9	354
12	Poaceae	0	2	1	3	215
13	Rubiaceae	0	1	0	1	1
14	Sapindaceae	0	2	1	3	27
	Total	7	13	16	36	706

En total se registraron 36 especies de 14 familias con un número total de 706 individuos. El estrato herbáceo es el más abundante con 16 especies. Con respecto al número de especies, la familia Malvaceae es la más abundante con 9 especies en total, le sigue la Fabaceae con 6 especies. Del número de individuos, el más abundante también es la familia Malvaceae con 354 individuos, le sigue la familia Poaceae con 215 individuos.

Indicadores de la Selva Baja Caducifolia

Los resultados de los indicadores ecológicos para la vegetación de Selva Baja Caducifolia se describen a continuación:

Índice de Margalef (R).

$R = (7-1)/\ln(27) = 6/3.29 = 1.82$. para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia

$R = (13-1)/\ln(281) = 12/5.63 = 2.13$. para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia

$R = (16-1)/\ln(398) = 15/5.98 = 2.51$. para el estrato herbáceo de la Selva Baja Caducifolia

El resultado obtenido para el estrato arbóreo es de una Riqueza Baja, el estrato arbustivo tiene una Riqueza Media Baja y en el estrato herbáceo se refiere a una Riqueza Media Baja. En términos generales, se puede establecer de acuerdo con este índice, que la Selva Baja Caducifolia tiene una Riqueza Media Baja a Baja.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 94. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Acrocomia aculeata</i>	1	0	0	0.037	-3.296	0.122	0.063
2	<i>Combretum farinosum</i>	1	0	0	0.037	-3.296	0.122	0.063
3	<i>Ehretia tinifolia</i>	5	4	20	0.185	-1.686	0.312	0.160
4	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	2	1	2	0.074	-2.603	0.193	0.099
5	<i>Guazuma ulmifolia</i>	13	12	156	0.481	-0.731	0.352	0.181
6	<i>Sechium edule</i>	3	2	6	0.111	-2.197	0.244	0.125
7	<i>Vachellia cornigera</i>	2	1	2	0.074	-2.603	0.193	0.099
Subtotal		27	20	186	1.000		1.538	0.790
Índice de Simpson			0.735		H Max		1.946	
Simpson Máximo			0.857		Nivel de Diversidad		79.04	
Nivel de Diversidad			85.75					

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato arbóreo de la Selva baja Caducifolia indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.857, por lo que el valor obtenido de 0.735 corresponde a una Diversidad Muy Alta ($0.735 \times 100 / 0.857 = 85.75\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato arbóreo de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 1.946, por lo que el valor obtenido de 1.538 corresponde a una Diversidad Alta ($1.538 \times 100 / 1.946 = 79.04\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.790, que demuestra un valor promedio con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

En términos generales, la diversidad del estrato arbóreo es Alta.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 95. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Abutilon fruticosum</i>	48	47	2256	0.171	-1.767	0.302	0.118
2	<i>Abutilon incanum</i>	88	87	7656	0.313	-1.161	0.364	0.142
3	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	8	7	56	0.028	-3.559	0.101	0.040
4	<i>Bromelia pinguin</i>	5	4	20	0.018	-4.029	0.072	0.028
5	<i>Cardiospermum sp.</i>	3	2	6	0.011	-4.540	0.048	0.019
6	<i>Ehretia tinifolia</i>	1	0	0	0.004	-5.638	0.020	0.008
7	<i>Ipomoea sp.</i>	26	25	650	0.093	-2.380	0.220	0.086
8	<i>Laciasis sp.</i>	41	40	1640	0.146	-1.925	0.281	0.109
9	<i>Malvaviscus arboreus</i>	7	6	42	0.025	-3.692	0.092	0.036
10	<i>Randia sp.</i>	1	0	0	0.004	-5.638	0.020	0.008
11	<i>Serjania sp.</i>	16	15	240	0.057	-2.866	0.163	0.064
12	<i>Tripsacum dactyloides</i>	29	28	812	0.103	-2.271	0.234	0.091
13	<i>Vachellia cornigera</i>	8	7	56	0.028	-3.559	0.101	0.040
Subtotal		281	268	13434	1.000		2.019	0.787
Índice de Simpson			0.829	H Max			2.565	
Simpson Máximo			0.923	Nivel de Diversidad			78.71	
Nivel de Diversidad			89.83					

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.923, por lo que el valor obtenido de 0.829 le corresponde una Diversidad Muy Alta ($0.829 \times 100 / 0.923 = 89.83\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato arbustivo de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.565, por lo que el valor obtenido de 2.019, le corresponde una Diversidad Alta ($2.019 \times 100 / 2.565 = 78.71\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.787 que demuestra un valor con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

En términos generales, la diversidad del estrato arbustivo es Alta.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 96. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo de la Selva Baja Caducifolia

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
1	<i>Abutilon fruticosum</i>	24	23	552	0.060	-2.808	0.169	0.061
2	<i>Abutilon incanum</i>	140	139	19460	0.352	-1.045	0.368	0.133
3	<i>Abutilon sp.</i>	3	2	6	0.008	-4.888	0.037	0.013
4	<i>Cardiospermum sp.</i>	8	7	56	0.020	-3.907	0.079	0.028
5	<i>Cucurbita sp.</i>	3	2	6	0.008	-4.888	0.037	0.013
6	<i>Funastrum clausum</i>	4	3	12	0.010	-4.600	0.046	0.017
7	<i>Ipomoea sp.</i>	5	4	20	0.013	-4.377	0.055	0.020
8	<i>Laciasis sp.</i>	145	144	20880	0.364	-1.010	0.368	0.133
9	<i>Malvastrum sp.</i>	11	10	110	0.028	-3.589	0.099	0.036
10	<i>Morfoespecie2</i>	20	19	380	0.050	-2.991	0.150	0.054
11	<i>Opuntia sp.</i>	1	0	0	0.003	-5.986	0.015	0.005
12	<i>Sechium edule</i>	8	7	56	0.020	-3.907	0.079	0.028
13	<i>Senna sp.</i>	3	2	6	0.008	-4.888	0.037	0.013
14	<i>Syngonium podophyllum</i>	1	0	0	0.003	-5.986	0.015	0.005
15	<i>Vachellia farnesiana</i>	15	14	210	0.038	-3.278	0.124	0.045
16	<i>Vachellia pennatula</i>	7	6	42	0.018	-4.041	0.071	0.026
Subtotal		398	382	41796	1.000		1.748	0.630
Índice de Simpson		0.735			H Max		2.773	
Simpson Máximo		0.938			Nivel de Diversidad		63.03	
Nivel de Diversidad		78.45						

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato herbáceo de la Selva baja Caducifolia indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.938, por lo que el valor obtenido de 0.735, le corresponde una Diversidad Muy Alta ($0.735 \times 100 / 0.938 = 78.45\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato herbáceo la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.773, por lo que el valor obtenido de 1.748 corresponde a una Diversidad Medio Alta ($1.748 \times 100 / 2.773 = 63.03\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.630, que demuestra un valor con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

En términos generales, la diversidad del estrato herbáceo es Medio Alta.

Pastizal

La riqueza de especies por estrato vegetal del Pastizal se muestra en la Tabla 97.

Tabla 97. Riqueza de especies por estrato vegetal del Pastizal.

No	Familia	Estrato			Riqueza total	Abundancia
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		
1	Asteraceae	0	0	1	1	5
2	Boraginaceae	0	1	0	1	1
3	Cactaceae	0	1	0	1	3
4	Convolvulaceae	0	1	1	2	11
5	Euphorbiaceae	0	0	1	1	20
6	Fabaceae	0	7	1	8	29
7	Malvaceae	0	4	2	6	233
8	Papaveraceae	0	0	1	1	1
9	Poaceae	0	0	2	2	106
Total		0	14	9	23	409

En total se registraron 23 especies de 9 familias con un número total de 409 individuos. El estrato arbustivo es el más abundante con 14 especies. Con respecto al número de especies, la familia Fabaceae es la más abundante con 8 especies en total. Del número de individuos, el más abundante también es la familia Malvaceae con 233 individuos, le sigue la familia Poaceae (106).

Índice de Margalef (R).

$R = (14-1)/\ln(267) = 13/5.58 = 2.33$, para el estrato arbustivo del Pastizal

$R = (9-1)/\ln(142) = 8/4.95 = 2.26$, para el estrato herbáceo del Pastizal

El resultado obtenido para el estrato arbóreo es inexistente, en el caso del arbustivo tiene una Riqueza Medio Baja al igual que el estrato herbáceo

En términos generales, se puede establecer de acuerdo con este índice de riqueza de especies, que el Pastizal tiene una Riqueza Baja a Muy Baja.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo, se muestran en la Tabla 98.

Tabla 98. Índice de Simpson y Shannon para el estrato arbustivo de Pastizal.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'	
1	<i>Abutilon fruticosum</i>	198	197	39006	0.742	-0.299	0.222	0.084	
2	<i>Abutilon incanum</i>	27	26	702	0.101	-2.291	0.232	0.088	
3	<i>Cordia sp.</i>	1	0	0	0.004	-5.587	0.021	0.008	
4	<i>Guazuma ulmifolia</i>	2	1	2	0.007	-4.894	0.037	0.014	
5	<i>Ipomoea sp.</i>	6	5	30	0.022	-3.795	0.085	0.032	
6	<i>Leucaena leucocephala</i>	4	3	12	0.015	-4.201	0.063	0.024	
7	<i>Morfoespecie1</i>	1	0	0	0.004	-5.587	0.021	0.008	
8	<i>Mucuna pruriens</i>	4	3	12	0.015	-4.201	0.063	0.024	
9	<i>Opuntia sp.</i>	3	2	6	0.011	-4.489	0.050	0.019	
10	<i>Senna atomaria</i>	3	2	6	0.011	-4.489	0.050	0.019	
11	<i>Senna sp.</i>	1	0	0	0.004	-5.587	0.021	0.008	
12	<i>Triumfetta sp.</i>	4	3	12	0.015	-4.201	0.063	0.024	
13	<i>Vachellia cornigera</i>	12	11	132	0.045	-3.102	0.139	0.053	
14	<i>Vachellia pennatula</i>	1	0	0	0.004	-5.587	0.021	0.008	
Subtotal		267	253	39920	1.000		1.088	0.412	
Índice de Simpson		0.438			H Max			2.639	
Simpson Máximo		0.929			Nivel de Diversidad			41.23	
Nivel de Diversidad		47.16							

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato arbustivo del Pastizal indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.929, por lo que el valor obtenido de 0.438 corresponde a una diversidad media a moderada ($0.438 \times 100 / 0.929 = 47.16\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato arbustivo del Pastizal indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.639, por lo que al valor obtenido de 1.68 le corresponde una Diversidad Media baja ($0.1088 \times 100 / 2.639 = 41.23\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.412 que demuestra una tendencia del valor muy bajo, lo que indica que hay una abundancia baja de especies.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 99. Índice de Simpson y Shannon para el estrato herbáceo del Pastizal.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'	
1	<i>Argemone mexicana</i>	1	0	0	0.007	-4.956	0.035	0.016	
2	<i>Baltimora recta</i>	5	4	20	0.035	-3.346	0.118	0.054	
3	<i>Chloris sp.</i>	80	79	6320	0.563	-0.574	0.323	0.147	
4	<i>Cnidoscolum sp.</i>	20	19	380	0.141	-1.960	0.276	0.126	
5	<i>Herissantia crispa</i>	1	0	0	0.007	-4.956	0.035	0.016	
6	<i>Ipomoea sp.</i>	5	4	20	0.035	-3.346	0.118	0.054	
7	<i>Melanthera nivea</i>	1	0	0	0.007	-4.956	0.035	0.016	
8	<i>Mimosa pudica</i>	3	2	6	0.021	-3.857	0.081	0.037	
9	<i>Tripsacum dactyloides</i>	26	25	650	0.183	-1.698	0.311	0.141	
Subtotal		142	133	7396	1.000		1.332	0.606	
Índice de Simpson		0.631			H Max			2.197	
Simpson Máximo		0.889			Nivel de Diversidad			60.62	
Nivel de Diversidad		70.94							

El valor obtenido del índice de Simpson en el estrato herbáceo del Pastizal indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.889, por lo que el valor obtenido de 0.631 corresponde a una diversidad Media Alta ($0.631 \times 100 / 0.889 = 70.94\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para el estrato herbáceo del Pastizal indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.197, por lo que el valor obtenido de 1.332 corresponde a una Diversidad Media Alta ($1.332 \times 100 / 2.197 = 60.62\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.606, que demuestra una tendencia del valor más cercano al 1, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

En términos generales, la diversidad del estrato herbáceo es Alta.

Especies de flora en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies registradas en los muestreos de campo en el Predio, no se identificaron especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Distribución de las especies de flora.

Tanto en el SAR como en el predio, la mayor cantidad de especies vegetales registradas se encontraron en la Selva Baja Caducifolia con 31 y 28 especies respectivamente; en los pastizales del predio se encontraron más especies vegetales (22 especies de arbustos y herbáceas) que en los pastizales del SAR (17 especies de vegetales), mientras que en los campos de cultivo del SAR se encontraron 7 especies de herbáceas, una cantidad muy por debajo de los otros tipos de vegetación.

Dentro del predio no se encontraron campos de cultivo, ver siguiente Tabla.

Tabla 100. Distribución de especies de flora por tipo de vegetación.

Especies de Flora	Distribución por tipo de Vegetación				
	SAR			PREDIO	
	SBC	P	C	SBC	P
<i>Abutilon fruticosum</i>	X	X		X	X
<i>Abutilon incanum</i>			X	X	X
<i>Abutilon sp.</i>		X		X	
<i>Acalypha diversifolia</i>	X				

Especies de Flora	Distribución por tipo de Vegetación				
	SAR			PREDIO	
	SBC	P	C	SBC	P
<i>Acanthocereus tetragonus</i>		X		X	
<i>Acrocomia aculeata</i>	X			X	
<i>Agdestis clematidea</i>	X				
<i>Amaranthus palmeri</i>			X		
<i>Argemone mexicana</i>					X
<i>Baltimora recta</i>					X
<i>Bromelia pinguin</i>				X	
<i>Bursera simaruba</i>	X				
<i>Calea urticifolia</i>	X				
<i>Callisia sp.</i>	X				
<i>Canavalia rosea</i>	X				
<i>Capraria biflora</i>	X				
<i>Cardiospermum sp.</i>				X	
<i>Cedrela odorata</i>	X				
<i>Chloris sp.</i>		X			X
<i>Cnidoscolus sp.</i>	X				X
<i>Combretum farinosum</i>				X	
<i>Cordia alliodora</i>	X				
<i>Cordia sp.</i>					X
<i>Critonia sp.</i>	X				
<i>Cucurbita sp.</i>				X	
<i>Cyperus sp.</i>		X			
<i>Dalbergia calycina</i>		X			
<i>Distimake quinquefolius</i>		X			
<i>Ehretia tinifolia</i>				X	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X			X	
<i>Euphorbia prostrata</i>			X		
<i>Fabaceae Morfoespecie1</i>					X
<i>Ficus sp.</i>	X				
<i>Funastrum clausum</i>				X	
<i>Guazuma ulmifolia</i>		X		X	X
<i>Heliotropium sp.</i>			X		
<i>Herissantia crispa</i>	X				X
<i>Ipomoea sp.</i>	X	X		X	X
<i>Laciasis sp.</i>	X	X		X	
<i>Leucaena leucocephala</i>					X
<i>Loeselia glandulosa</i>	X		X		
<i>Lonchocarpus longistylus</i>		X			
<i>Malvaceae Morfoespecie2</i>				X	
<i>Malvastrum sp.</i>	X	X	X	X	
<i>Malvaviscus arboreus</i>				X	
<i>Melanthera nivea</i>		X			X
<i>Mimosa pudica</i>					X
<i>Mucuna pruriens</i>	X				X
<i>Oeceoclades maculata</i>	X				
<i>Opuntia sp.</i>				X	X
<i>Opuntia stricta</i>	X				
<i>Palicourea sp.</i>	X				
<i>Parthenium hysterophorus</i>		X	X		
<i>Randia sp.</i>				X	
<i>Salvia sp.</i>	X				
<i>Sechium edule</i>				X	
<i>Senna atomaria</i>					X
<i>Senna auriculata</i>	X				
<i>Senna sp.</i>				X	X
<i>Serjania sp.</i>	X			X	
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	X				
<i>Sida rhombifolia</i>		X			
<i>Solanum elaeagnifolium</i>		X			
<i>Syngonium podophyllum</i>	X			X	
<i>Tridax procumbens</i>		X			
<i>Tripsacum dactyloides</i>				X	X
<i>Triumfetta sp.</i>					X
<i>Vachellia cornigera</i>				X	X

Especies de Flora	Distribución por tipo de Vegetación				
	SAR			PREDIO	
	SBC	P	C	SBC	P
<i>Vachellia farnesiana</i>				X	
<i>Vachellia pennatula</i>	X			X	X
<i>Zamia sp.</i>	X				

A manera de resumen y con base en el muestreo de vegetación realizado del 27 de febrero al 1° de marzo del 2021, en la Tabla 101 se presenta el listado de flora dentro del predio y en el SAR del proyecto. Asimismo, se indica, **el número de especies, número de individuos por especie, riqueza y abundancia de las mismas, estableciendo si se encuentran en alguna categoría de riesgo de acuerdo con lo establecido en la NOM-059- SEMARNAT-2010.**

FLORA DENTRO DEL PREDIO.

Muestreo dirigido, con cuadrantes de 1 m², 4 m² y 25 m².

Tabla 101. Listado de flora dentro del predio.

Tipo de Vegetación	Abundancia	Punto de Muestreo	Coordenadas		Familia	Especie	Nombre común	Estatus de Conservación			Estrato	No. de individuos	DAP (cm)
								NOM-059	IUCN	CITES			
Selva baja	854	P2	Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.		Malvaceae	<i>Abutilon fruticosum</i>	Pelotazo				Arbóreo	222	
		P3			Malvaceae	<i>Abutilon incanum</i>	Tronadora				Arbóreo	228	
		P4			Malvaceae	<i>Abutilon sp.</i>	Malva				Arbustivo	3	
		P2			Cruciferae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Cruceta		LC		Arbustivo	8	
		P3			Umbelliferae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul				Arbóreo	1	24.83
		P3			Bromeliaceae	<i>Bromelia pinguin</i>	Piñuela				Arbustivo	5	
		P4			Cardiobaceae	<i>Cardiospermum sp.</i>	Bejuco				Arbustivo	11	
		P3			Combretaceae	<i>Combretum farinosum</i>	Bejuco de carape				Arbóreo	1	41.38
		P2			Cucurbitaceae	<i>Cucurbita sp.</i>	Calabacín				Herbáceo	1	
		P3			Euphorbiaceae	<i>Ehretia tinifolia</i>	Mandimbo				Arbóreo	6	2.55
		P4			Leguminosae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste		LC		Arbóreo	2	68.44
		P4			Umbelliferae	<i>Funastrum clausum</i>	Bejuco revientachivo				Herbáceo	4	
		P2			Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de caulote		LC		Arbóreo	13	13.68
		P3			Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	Campanilla				Arbustivo	31	
		P4			Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	Campanilla				Herbáceo		
		P2			Convolvulaceae	<i>Lacisias sp.</i>	Carricillo				Herbáceo	186	
		P3			Malvaceae	<i>Malvastrum sp.</i>	Escobillo				Herbáceo	11	
		P4			Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Altea		LC		Arbustivo	7	
		P2			Malvaceae	<i>Morfoespecie2</i>					Herbáceo	20	

Tipo de Vegetación	Abundancia	Punto de Muestreo	Coordenadas		Familia	Especie	Nombre común	Estatus de Conservación			Estrato	No. de individuos	DAP (cm)
								NOM-059	IUCN	CITES			
		P3	Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.		actaceae	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal				Herbáceo	1	
		P2			ubiaceae	<i>Randia sp.</i>					Arbustivo	1	1.27
		P3			ucurbitaceae	<i>Sechium edule</i>	Chayote				Herbáceo	11	
		P4			abaceae	<i>Senna sp.</i>	Retama				Herbáceo	3	
		P3			apindaceae	<i>Serjania sp.</i>					Arbustivo	16	
		P2			raceae	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso				Herbáceo	1	
		P2			oaceae	<i>Tripsacum dactyloides</i>	Zacate maicero				Arbustivo	29	
		P4											
		P2			abaceae	<i>Vachellia cornigera</i>	Cornezuelo				Arbustivo	10	1.27
		P3									Arbóreo		
		P4			abaceae	<i>Vachellia farnesiana</i>	Huizache				Herbáceo	15	
		P3			abaceae	<i>Vachellia pennatula</i>	Algarrobo				Herbáceo	7	
		P3											
		P3											
Pastizal	409	P1			alvaceae	<i>Abutilon fruticosum</i>	Pelotazo				Arbustivo	198	
		P6											
		P1			alvaceae	<i>Abutilon incanum</i>	Tronadora				Arbustivo	27	
		P6			apaveraceae	<i>Argemone mexicana</i>	Amapolilla				Herbáceo	1	
		P1			steraceae	<i>Baltimora recta</i>	Limoncillo				Herbáceo	5	
		P1			oaceae	<i>Chloris sp.</i>	Barbas de indio				Herbáceo	80	
		P6			uphorbiaceae	<i>Cnidoscolus sp.</i>	Mala mujer				Herbáceo	20	
		P1			oraginaceae	<i>Cordia sp.</i>	Anacahuite				Arbustivo	1	
		P1			alvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bellota de caulote		LC		Herbáceo	2	
		P6			alvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	Hierba del campo				Herbáceo	1	
		P6											
		P1			onvolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	Campanilla				Herbáceo	11	
											Arbustivo		
		P6			abaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Tepehuaje dormilón				Arbustivo	4	
		P1			alvaceae	<i>Melanthera nivea</i>	Totolquelite				Herbáceo	1	
		P6			abaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona		LC		Herbáceo	3	
		P1			abaceae	<i>Morfoespecie1</i>					Arbustivo	1	
		P1			abaceae	<i>Mucuna pruriens</i>	Frijol terciopelo				Arbustivo	4	
		P6			actaceae	<i>Opuntia sp.</i>	Nopal				Arbustivo	3	
		P1			abaceae	<i>Senna atomaria</i>	Caña fistola		LC		Arbustivo	3	
		P1			abaceae	<i>Senna sp.</i>	Retama				Arbustivo	1	
		P6			oaceae	<i>Tripsacum dactyloides</i>	Zacate				Herbáceo	26	

Tipo de Vegetación	Abundancia	Punto de Muestreo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de Conservación			Estrato	No. de individuos	DAP (cm)
						NOM-059	IUCN	CITES			
		P6	Malvaceae	<i>Triumfetta sp.</i>	maicero				Arbustivo	4	
		P1	Malvaceae	<i>Vachellia cornigera</i>	Cornezuelo				Arbustivo	12	
		P6	Malvaceae	<i>Vachellia pennatula</i>	Algarrobo				Arbóreo	1	
		P1									

Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

FLORA DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Muestreo dirigido, con cuadrantes de 1 m², 4 m² y 25 m².

Tabla 102. Listado de flora dentro del Sistema Ambiental.

Tipo de Vegetación	Abundancia	Punto de Muestreo	Coordenadas		Familia	Especie	Nombre común	Estatus de Conservación			Estrato	No. de individuos
			x	y				NOM-059	IUCN	CITES		
Selva baja caducifolia	174	S7	Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.		Malvaceae	<i>Abutilon fruticosum</i>	Pelotazo				Arbustivo	9
		S1			Euphorbiaceae	<i>Acalypha diversifolia</i>	Palo blanco		LC		Arbustivo	7
		S7			Arecaceae	<i>Acrocomia aculeata</i>	Cocoyul				Arbustivo	5
		S2			Phytolaccaceae	<i>Agdestis clematidea</i>	Bajatripa				Herbáceo	2
		S7			Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato		LC		Arbustivo	1
		S1			Asteraceae	<i>Calea urticifolia</i>	Hierba amarga				Herbáceo	1
		S7			Commelinaceae	<i>Callisia sp.</i>						4
		S1			Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa				Arbustivo	5
		S7			Plantaginaceae	<i>Capraria biflora</i>	Hierba del campo				Arbóreo	7
		S7			Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro colorado		Pr/Vu		Arbustivo	3
		S1			Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus sp.</i>	Mala mujer				Herbáceo	3
		S2			Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Aguardientillo		LC		Herbáceo	12
		S2			Asteraceae	<i>Critonia sp.</i>					Arbustivo	1
		S1			Fabaceae	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste		LC		Arbóreo	11
		S7			Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	Higuerón				Arbóreo	3
		S7			Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	Hierba del campo				Arbustivo	2
		S1			Convolvulaceae	<i>Ipomoea sp.</i>	Campanilla				Herbáceo	1
		S1			Poaceae	<i>Lacisis sp.</i>	Carricillo				Herbáceo	5
		S2			Polemoniaceae	<i>Loeselia glandulosa</i>	Azulilla				Herbáceo	3
		S7			Malvaceae	<i>Malvastrum sp.</i>	Escobillo				Herbáceo	9

Tipo de Vegetación	Abundancia	Punto de Muestreo	Coordenadas		Familia	Especie	Nombre común	Estatus de Conservación			Estrato	No. de individuos
			x	y				NOM-059	IUCN	CITES		
		S7	Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.	Fabaceae	<i>Mucuna pruriens</i>	Frijol terciopelo				Arbustivo	1	
		S2		Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i>	Orquídea monja africana		LC		Herbáceo	4	
		S7		Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i>	Nopal de caballo		LC		Arbóreo	3	
		S2		Rubiaceae	<i>Palicourea sp.</i>				Herbáceo	1		
		S1		Lamiaceae	<i>Salvia sp.</i>				Herbáceo	1		
		S1		Fabaceae	<i>Senna auriculata</i>	Retama				Herbáceo	1	
		S1		Sapindaceae	<i>Serjania sp.</i>				Arbustivo	33		
		S2							Herbáceo			
		S7		Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de playa				Herbáceo	19	
		S2		Araceae	<i>Syngonium podophyllum</i>	Chapiso				Herbáceo	9	
		S1		Fabaceae	<i>Vachellia pennatula</i>	Algarrobo				Arbóreo	7	
		S7								Herbáceo		
		S2		Zamiaceae	<i>Zamia sp.</i>					Herbáceo	1	
		Pastizal		103	S6	Malvaceae	<i>Abutilon fruticosum</i>	Pelotazo				Herbáceo
S6	Malvaceae		<i>Abutilon sp.</i>						Arbustivo	14		
S6	Cactaceae		<i>Acanthocereus tetragonus</i>		Cruceta				Arbóreo	1		
S3	Poaceae		<i>Chloris sp.</i>		Barbas de indio				Herbáceo	8		
S3	Cyperaceae		<i>Cyperus sp.</i>						Herbáceo	29		
S6	Fabaceae		<i>Dalbergia calycina</i>		Cahuirica				Arbustivo	1		
S3	onvolvulaceae		<i>Distimake quinquefolius</i>		Cinco hojas				Herbáceo	1		
S6	Malvaceae		<i>Guazuma ulmifolia</i>		Bellota de caulote		LC		Arbóreo	1		
S3	onvolvulaceae		<i>Ipomoea sp.</i>		Campanilla				Herbáceo	2		
S6	Poaceae		<i>Lacisis sp.</i>		Carricillo				Herbáceo	2		
S6	Fabaceae		<i>Lonchocarpus longistylus</i>		Balché				Arbóreo	2		
S6	Malvaceae		<i>Malvastrum sp.</i>		Escobillo				Herbáceo	5		
S3	Malvaceae		<i>Melanthera nivea</i>		Totolquelite				Herbáceo	3		
S3	Asteraceae		<i>Parthenium hysterophorus</i>		Hierba del golpe				Herbáceo	5		
S3	Malvaceae		<i>Sida rhombifolia</i>		Tlalamate				Herbáceo	19		
S6	Solanaceae		<i>Solanum elaeagnifolium</i>		Pera				Arbustivo	1		
S3	Asteraceae		<i>Tridax procumbens</i>		Hierba del toro				Herbáceo	7		
Cultivo	54	S4		Malvaceae	<i>Abutilon incanum</i>	Tronadora				Herbáceo	2	
		S5		maranthaceae	<i>Amaranthus palmeri</i>	Quintonil tropical				Herbáceo	1	
		S4		Euphorbiaceae	<i>Euphorbia prostrata</i>	Golondrina				Herbáceo	5	
		S5		Boraginaceae	<i>Heliotropium sp.</i>					Herbáceo	8	
		S4		olemoniaceae	<i>Loeselia glandulosa</i>	Azulilla				Herbáceo	5	
		S5										

Tipo de Vegetación	Abundancia	Punto de Muestreo	Familia	Especie	Nombre común	Estatus de Conservación			Estrato	No. de individuos
						NOM-059	IUCN	CITES		
		S4								
		S4	Malvaceae	<i>Malvastrum sp.</i>	Escobillo				Herbáceo	14
		S4	Asteraceae	<i>Parthenium hysterophorus</i>	Hierba del golpe				Herbáceo	19

Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.

b) USO POTENCIAL DEL SUELO Y VEGETACIÓN

El Estado de Veracruz posee una superficie de 72,410.05 km², de ésta, la cobertura de vegetación es de aproximadamente del 15% de la superficie del estado. Esta superficie está mayormente remitidos a terrenos accidentados y de grandes pendientes, en muchas ocasiones inaccesibles. Ello ha permitido su conservación, ya que prácticamente son terrenos no aptos para la actividad agropecuaria.

De esta superficie con cobertura vegetal, el 18.91% corresponde a bosques, 58.99% a selvas y 22.1% a otros tipos de vegetación. La vegetación perturbada, es decir, aquella que ha sufrido una fuerte transformación en su composición de especies a causa de los impactos de origen antropogénico como desmonte, incendio, aprovechamientos, etc. se remite a 1'331,777 ha, representando el 18.51% del estado. En estas áreas es necesario e importantes encauzar los esfuerzos de restauración y reforestación del estado.

Dada la variedad de condiciones ambientales del estado de Veracruz es posible determinar aproximadamente 17 tipos de vegetación primaria de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978) (Castillo-Campos, *et al.*, 2011). Estos 17 tipos de vegetación natural, debido al cambio de uso del suelo, en la actualidad representan aproximadamente el 19.21% del territorio veracruzano. Siendo los remanentes de bosques tropicales perennifolios el tipo de vegetación natural con mayor área en la entidad veracruzana, seguido de los bosques mesófilos de montaña, popal-tulares, bosques tropicales caducifolios y bosques de pino (Tabla 103).

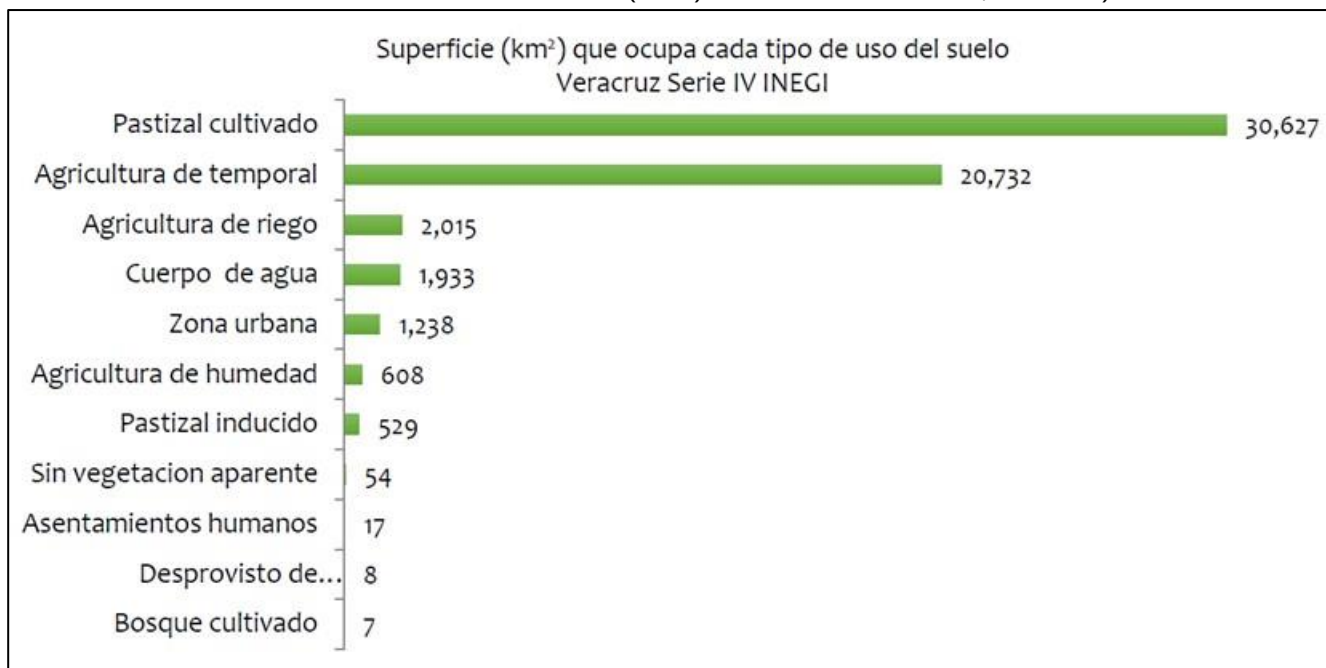
Tabla 103. Cobertura de vegetación y uso de suelo en el estado de Veracruz.

Cobertura y Uso del Suelo	Área (Km ²)	Porcentaje (%)
Bosque Tropical Perennifolio	7,481.59	10.40
Bosque Tropical Subcaducifolio	32.52	0.05
Bosque Tropical Caducifolio	934.82	1.30
Matorral Xerófilo	128.27	0.18
Bosque de Encino	687.57	0.96
Bosque de Pino	803.71	1.12
Bosque de Pino-Encino	382.94	0.53
Bosque de Oyamel	30.84	0.04
Bosque de Táscate	1.00	0.00

Cobertura y Uso del Suelo	Área (Km ²)	Porcentaje (%)
Bosque Mesófilo de Montaña	1,305.29	1.81
Pradera de Alta Montaña	24.28	0.03
Sabana	181.04	0.25
Vegetación Halófila	215.57	0.30
Manglar	458.06	0.64
Popal-Tular	985.30	1.37
Bosque de Galería	17.84	0.02
Vegetación de Dunas Costeras	145.13	0.20
Cuerpos de Agua	2,020.90	2.81
Pastizales Cultivados e Inducidos	31,394.60	43.64
Palmar Inducido	17.12	0.02
Agricultura	23,766.65	33.04
Plantaciones Forestales	7.48	0.01
Sin Vegetación Aparente y Suelo Desnudo	68.57	0.10
Zonas Urbanas y Asentamientos Humanos	844.82	1.17
Total general	71,935.93	100.00

En lo referente a la superficie (km²) ocupada por cada uso de suelo, se observa que, el pastizal cultivado y la agricultura de riesgo son los usos con mayor superficie a nivel estatal como se muestra en la siguiente Figura. A nivel municipal, el uso del suelo y vegetación corresponde con agricultura (38%) Pastizal (55%) y selva baja caducifolia (7%).

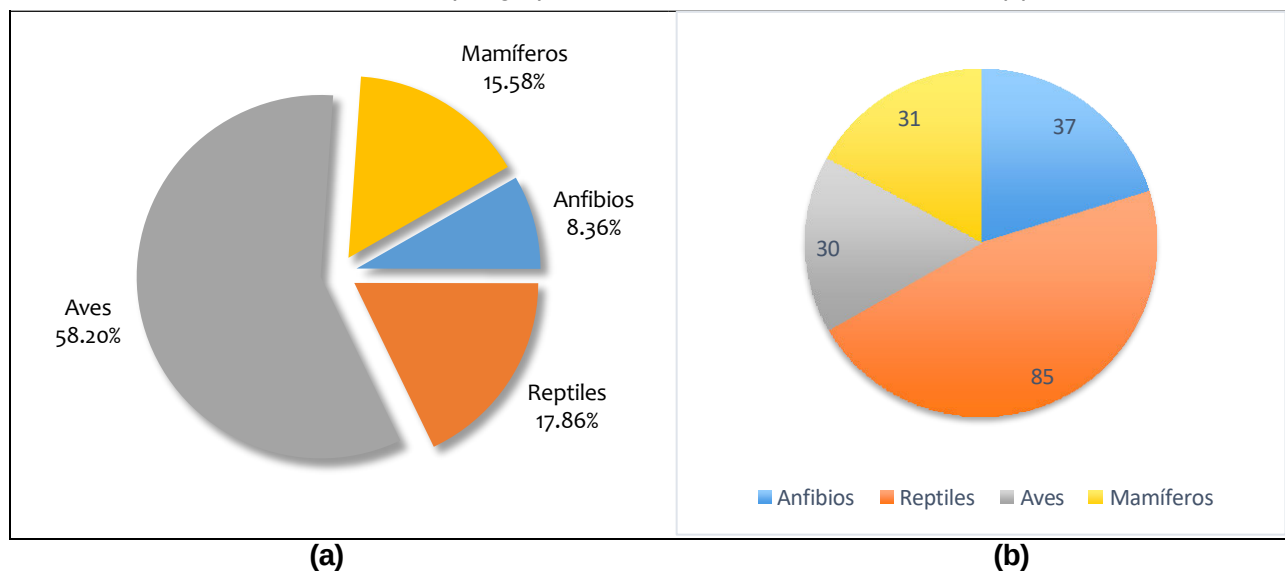
Figura 56. Cobertura y uso del suelo en el estado de Veracruz de ambientes naturales y modificados de acuerdo con la serie IV del INEGI (2010). Tomado de: SEDEMA, sin fecha).



c) Fauna

En el estado de Veracruz se distribuyen 1232 especies incluidas en 147 familias y 38 órdenes en total de los diferentes grupos biológicos faunísticos: mamíferos (192), aves (717), reptiles (220) y anfibios (103) (Figura. 56). Asimismo, presenta endemismos, principalmente en los anfibios y reptiles (37 y 85, respectivamente), aves (30) y mamíferos (31) (SEDEMA, sin fecha) (Figura. 57).

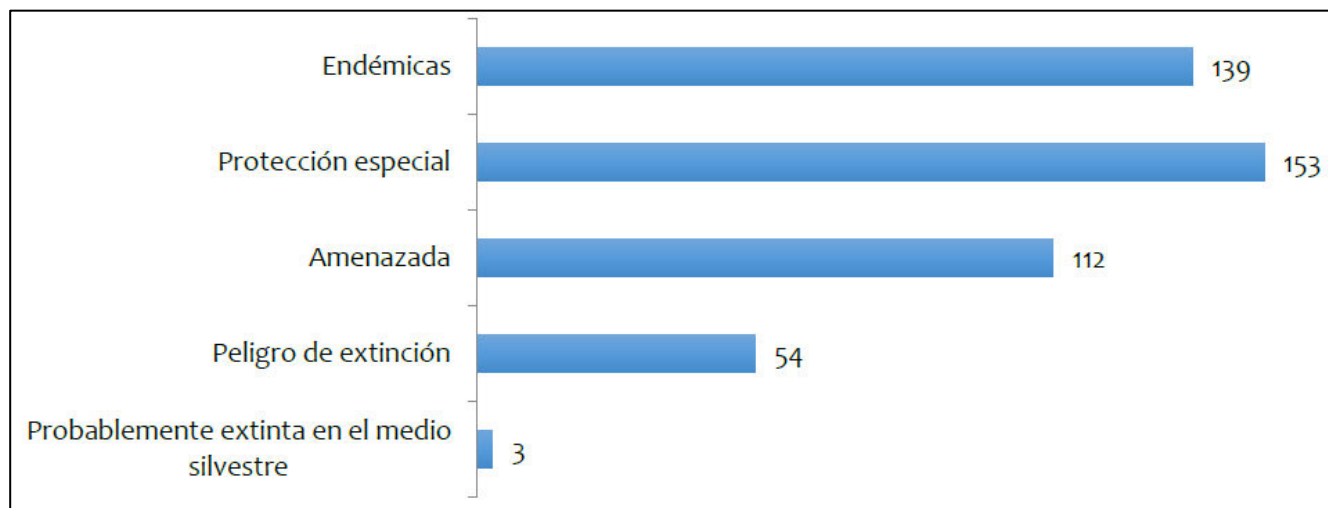
Figura 57. Porcentaje de especies por grupo faunístico en el estado de Veracruz (a), Número de especies endémicas por grupo faunístico en el estado de Veracruz (b)



Fuente: SEDEMA (sin fecha).

De estas especies que se distribuyen en el estado de Veracruz, algunas se encuentran enlistadas en la NOM059-SEMARNAT-2010 bajo alguna de las categorías de riesgo (Figura 57).

Figura 58. Número de especies por grupo faunístico en el estado de Veracruz listadas en la NOM059-SEMARNAT-2010. Tomado de: SEDEMA (sin fecha).

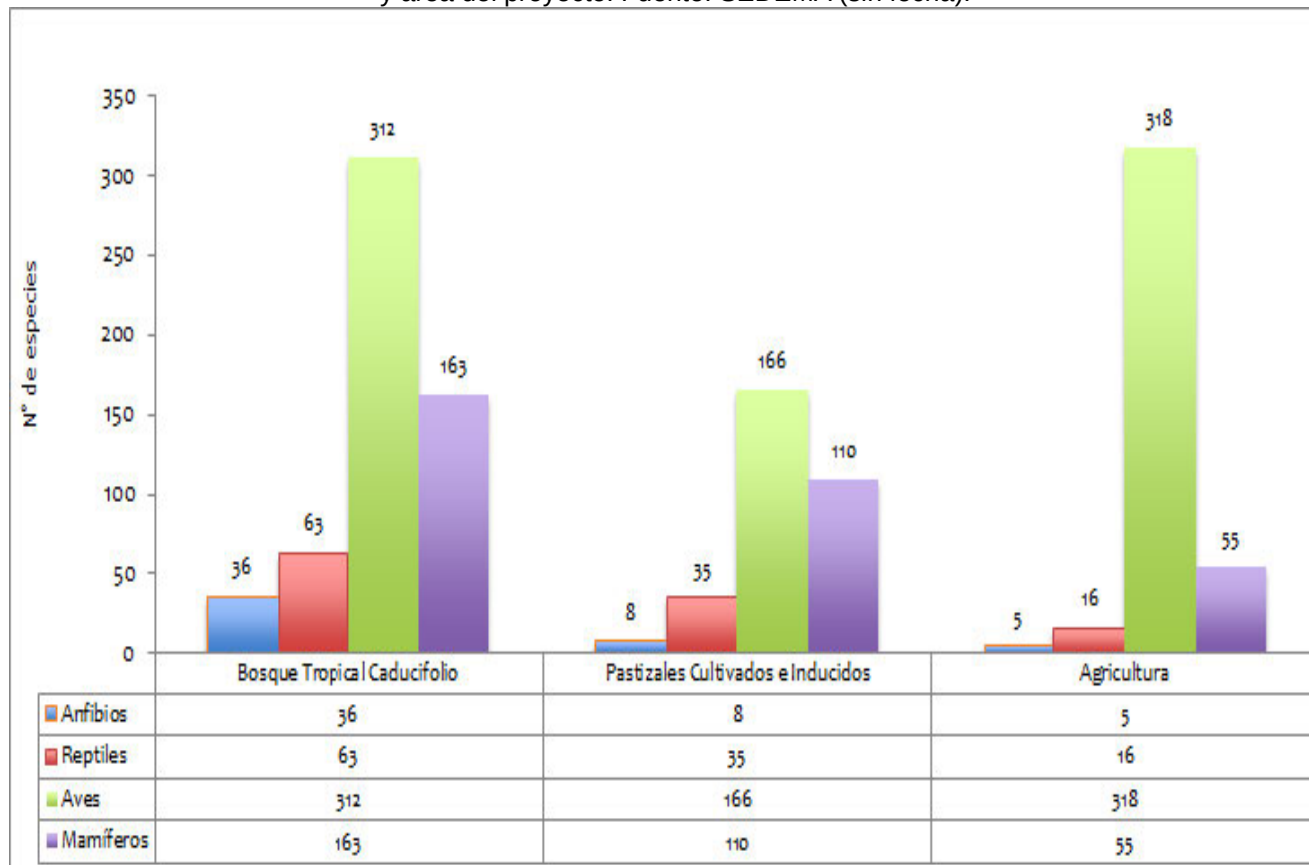


En Veracruz en el bosque tropical perennifolio se estiman 828 especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos, seguido por el bosque mesófilo de montaña con 766 y el bosque tropical caducifolio con 574 especies. Otros ambientes importantes son el matorral xerófilo con 572 especies de vertebrados, la asociación de pino-encino con 567 y en la zona costera los manglares con 318 especies (SEDEMA, sin fecha).

Las especies faunísticas se han visto fuertemente impactadas por las actividades antropogénicas, las cuales son un factor de presión que originan la eliminación de comunidades vegetales para su desarrollo propiciando el desplazamiento de la fauna. Entre las actividades perturbadoras más importantes están: la fragmentación de su hábitat, la deforestación, el desplazamiento de superficies cubiertas de vegetación para el desarrollo de la agricultura y la ganadería, las formas irracionales de explotación agropecuaria y forestal, el cambio de uso de suelo, el desarrollo no regulado de infraestructura de servicios, la contaminación de suelo, aire y agua, las prácticas cinegéticas irresponsables, la introducción no ponderada de especies exóticas y el tráfico ilegal, las cuales han provocado un efecto negativo en la distribución y abundancia de las especies de fauna (SEDEMA, sin fecha).

En la Figura 58 se presenta el número de especies faunísticas por tipo de vegetación registradas a nivel estatal para la selva baja caducifolia, pastizal inducido y cultivado, y agricultura. Estos tipos de vegetación están representados en el SAR, área de influencia y área del proyecto (Figura 51 mapa de vegetación).

Figura 59. Número de especies por grupo faunístico y tipo de vegetación presente en el SAR, área de influencia y área del proyecto. Fuente: SEDEMA (sin fecha).



CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA EN EL PREDIO, ÁREA DE INFLUENCIA Y SAR.

Muestreo y análisis de índices de biodiversidad de fauna.

MÉTODO.

El trabajo de campo se llevó a cabo mediante recorridos diurnos en los diferentes puntos de muestreo dentro del área de proyecto y su Sistema Ambiente, en los cuales se utilizaron técnicas y métodos propios para cada grupo faunístico.

Para este estudio se utilizaron transectos lineales de 100 m. con puntos fijos en cada zona de muestreo dentro de los 3 tipos de vegetación presentes en la zona, de igual forma se consideró el estado de conservación de la vegetación, ya que un mayor grado de conservación hace a un punto elegible por sobre de los que presentan un grado de conservación menor.

Para analizar y describir a la fauna registrada en campo, se agrupó la información por grupo faunístico, considerando lo siguiente:

-Mamíferos: En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (*Gaviño y Col., 1979*) y métodos indirectos (*Murie, 1974; Aranda, 1981*), los primeros se emplearon para la captura de organismos. En el caso de roedores se utilizó el método de captura usando trampas tipo "sherman", y para mamíferos medianos y grandes se colocaron trampas "Tomahawk"; también se utilizaron

Fototrampas para el registro nocturno de mamíferos de talla mediana, utilizando atrayentes olfatorios para que los organismos se acercaran.

El trapeo se realizó durante 2 noches consecutivas en diferentes puntos dentro del predio, abarcando los diferentes tipos de vegetación del proyecto. Las trampas se cebaron con una mezcla de hojuelas de avena y esencia de vainilla, y sardina.

Los métodos indirectos consistieron en la identificación e interpretación de los rastros que dejan los mamíferos durante sus actividades, como son las huellas, excretas y regurgitaciones (*Murie, 1974; Aranda, 1981*), durante el presente muestreo, se obtuvieron fotografías de huellas y colecta de excretas, además de consultar y entrevistar a los habitantes de la zona, mostrando fotografías de la fauna típica del sitio, para su reconocimiento en el área del proyecto.



Fotografías 19 y 20. Instalación de Fototrampas y Trampas Sherman.

-Aves: Para el registro de aves se llevaron a cabo censos en los diferentes tipos de vegetación del proyecto, dichos censos se realizaron aplicando la técnica de transectos lineales con puntos fijos, cada transecto tuvo una longitud aproximada de 1 Km., y 50 m. de ancho. El horario en que se efectuaron los registros fue de 7:00 a 10:00 hrs. y de 16:00 a 18:00 hrs., principalmente en los puntos cercanos a los transectos utilizados para los muestreos de vegetación, así como caminos de terracería, sitios abiertos y cuerpos de agua. La identificación de las aves se efectuó con ayuda de binoculares de 7X25 mm. y guías de campo (*National Geographic Society, 2011; Peterson & Chalíf, 2008*); se realizó el inventario de especies basándose en la clasificación propuesta por la Unión Americana de Ornitólogos (*American Ornithologists' Union, A.O.U., 2003*).

-Herpetofauna: Para los anfibios y reptiles, el registro de información se obtuvo mediante la observación directa, coleta y toma fotográfica por medio de dos cámaras digitales; la colecta diurna se llevó a cabo en forma manual en el caso de lagartijas y anfibios (ranas y sapos), asimismo se examinaron los agujeros grandes entre rocas y sitios como zanjas para las culebras y víboras utilizando gancho herpetológico y guantes.

Materiales utilizados:

- Trampas Sherman
- Trampas Tomahawk
- Cámaras trampa
- Ganchos herpetológicos

- Binoculares
- Cámaras fotográficas
- Guías de campo específicas para cada grupo

Con los datos obtenidos de organismos capturados, observados e identificados se obtuvo el registro de las especies presentes en el momento del muestreo tanto del Sistema Ambiental como del Predio.

Por otra parte, se revisó la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), para conocer el estatus de conservación de las especies, así como el CITES (La Convención Internacional de Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestres en Peligro) y la lista roja del IUCN (Unión de Conservación Internacional).

Indicadores ecológicos por tipo de vegetación y grupo faunístico

Los indicadores ecológicos calculados para la Selva Baja Caducifolia, el Pastizal y los Campos de Cultivo se describen a continuación:

Índice de Margalef (R). Es un indicador de la riqueza de especies, donde los valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. El mínimo valor que puede adoptar es cero, y ocurre cuando solo existe una especie en la muestra ($s=1$, por lo que $s-1=0$) (Margalef, 1958). Con los niveles de diversidad señalados anteriormente se pueden establecer las siguientes categorías de valores de diversidad. (Ver siguiente Tabla).

Tabla 104. Categorías de diversidad de Margalef*.

Valor	Nivel de diversidad
<1	Muy Baja
1-2	Baja
2-3	Medio Baja
3-4	Medio o Moderada
4-5	Medio Alta
5-6	Alta
>6	Muy Alta

*Fuente: Elaboración propia.

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$R = (S-1)/\ln(N)$$

Dónde:

- R= Índice de Diversidad de Margalef
- S= Número total de especies
- N= Número total de individuos

Índice de Diversidad de Simpson (D). Este índice cuantifica la probabilidad que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad infinita pertenezcan a una misma especie. Si p_i es la

probabilidad que tiene un individuo de pertenecer a la especie i ($i = 1, 2, 3, 4, \dots S$) y la extracción de cada individuo es un elemento independiente, la probabilidad que tienen dos individuos de una misma especie en ser elegidos al azar será $p_i \times p_i$ o p_i^2 . La probabilidad promedio de que ocurra será igual a la suma de las probabilidades individuales de cada especie (*Simpson, 1949*). Este índice les da un peso mayor a las especies abundantes, subestimando las especies raras, tomando valores entre 0 (baja diversidad, hasta un máximo de $(1-1/S)$). Considerando estos valores de diversidad, se establecieron los rangos para determinar el nivel de diversidad. (Ver siguiente Tabla).

Tabla 105. Categorías de diversidad de Simpson*.

Porcentaje	Nivel de diversidad
0-15%	Muy Baja
15-30%	Baja
30-45%	Media Baja
45-60%	Media o Moderada
60-75%	Media Alta
75-90%	Alta
Simpson Máxima	Muy Alta

*Fuente: Elaboración propia.

La fórmula para calcular este índice es la siguiente:

$$D = 1 - (\sum n(n-1) / N(N-1))$$

Dónde:

- D = Índice de Diversidad de Simpson
- n = Número total de individuos de una especie
- N = Número total de individuos de todas las especies

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H). Este indicador de la abundancia se basa en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que pueden superarlos. A mayor valor del índice indica mayor biodiversidad del ecosistema. (*Shannon weaver, 1949*). Considerando los valores de diversidad máxima, se establecieron los rangos para determinar el nivel de diversidad. Ver siguiente Tabla.

Tabla 106. Categorías de diversidad de Shannon*.

Porcentaje	Nivel de diversidad
0-15%	Muy Baja
15-30%	Baja
30-45%	Media Baja
45-60%	Media o Moderada
60-75%	Media Alta
75-90%	Alta
Shannon Máxima	Muy Alta

*Fuente: Elaboración propia.

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$H = -\sum (P_i) \cdot \ln(P_i)$$

Dónde:

- $P_i = n_i / N$
- n_i = número de individuos por especie
- N = número total de individuos
- Cálculo del índice de diversidad de Shannon.

Asimismo, se calculó el índice de equitatividad de Pielou (J'), para cuantificar el componente de equitatividad de la diversidad, (Pielou, 1969); a fin de observar la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran 1988). La ecuación para determinar este índice es la siguiente:

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Dónde:

- H' = Índice de Shannon
- $H'_{\max} = \ln(S)$
- S = número total de especies

RESULTADOS.

Las coordenadas de ubicación de cada uno de los 12 sitios de muestreo se enlistan en la siguiente Tabla.

Tabla 107. Sitios de muestreo.

Sitio de muestreo	Transecto			Tipo de Vegetación		
	Segmento	X	Y			
PREDIO						
P1	Inicio	Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.		Pastizal		
	Fin					
P2	Inicio			Selva Baja Caducifolia		
	Fin					
P3	Inicio			Selva Baja Caducifolia		
	Fin					
P4	Inicio			Selva Baja Caducifolia		
	Fin					
P6	Inicio			Pastizal		
	Fin					
SUBREGIONAL						
S1	Inicio			Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.		Selva Baja Caducifolia
	Fin					
S2	Inicio					Selva Baja Caducifolia
	Fin					

Sitio de muestreo	Transecto		Tipo de Vegetación
	Segmento		
S3	Inicio	Coordenadas de ubicación - zonas de muestreo (información reservada). Información protegida bajo los artículos 110 fracción I de la LFTAIP y 113 fracción I de la LGTAIP.	Pastizal
	Fin		
S4	Inicio		Cultivo
	Fin		
S5	Inicio		Cultivo
	Fin		
S6	Inicio		Pastizal
	Fin		
S7	Inicio		Selva Baja Caducifolia
	Fin		

Descripción de la Fauna encontrada dentro del SAR.

Selva Baja Caducifolia

La riqueza de especies de vertebrados de la Selva Baja Caducifolia del Sistema Ambiental se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 108. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de la Selva Baja Caducifolia del SAR.

No	Familia	Riqueza total	Abundancia
Mamíferos de SBC del SAR			
1	Cricetidae	1	1
Subtotal		1	1
Aves de SBC del SAR			
1	Accipitridae	1	1
2	Cardinalidae	1	1
3	Cuculidae	1	1
4	Icteridae	2	2
5	Picidae	1	1
6	Regulidae	1	1
7	Trochilidae	1	1
Subtotal		8	8
Herpetofauna de SBC del SAR			
1	Colubridae	1	2
2	Iguanidae	1	1
3	Phrynosomatidae	1	2
Subtotal		3	5
Total		12	14

En total se registraron 12 especies con un número total de 14 individuos, siendo el grupo de las aves el más abundante; con respecto al número de especies la familia Icteridae de las aves es la más abundante con 2 especies en total y en relación con el número de individuos, los más abundantes fueron de las familias Icteridae y Phrynosomatidae con 2 individuos cada una.

Indicadores de la Selva Baja Caducifolia

Los resultados de los indicadores ecológicos de los vertebrados de la vegetación de Selva Baja Caducifolia se describen a continuación:

Índice de Margalef (R).

$$R = (12-1)/\ln(14) = 11/2.63 = 4.18.$$

El resultado obtenido para los vertebrados indica una Riqueza Media Alta.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para los vertebrados de la Selva Baja Caducifolia se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 109. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados de la SBC del SAR.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
Mamíferos de SBC del SAR								
1	Cricetidae	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
Aves de SBC del SAR								
2	Archilochus colubris	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
3	Buteo albonotatus	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
4	Crotophaga sulcirostris	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
5	Dryocopus lineatus	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
6	Icteria virens	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
7	Icterus gularis	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
8	Piranga rubra	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
9	Regulus calendula	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
Herpetofauna de SBC del SAR								
10	Ctenosaura acanthura	1	0	0	0.071	-2.639	0.189	0.076
11	Leptodeira maculata	2	1	2	0.143	-1.946	0.278	0.112
12	Sceloporus variabilis	2	1	2	0.143	-1.946	0.278	0.112
Subtotal				14	2	4	2.441	0.982
Índice de Simpson			0.978	H Max			2.485	
Simpson Máximo			0.917	Nivel de Diversidad			98.234	
Nivel de Diversidad			107**					

**Debido a que el índice de Simpson es sensible a datos de abundancia bajos, en este caso se presenta un resultado mayor al 100%, sin embargo, la certeza del análisis se basa en el índice de Shannon.

El valor obtenido del índice de Shannon para los vertebrados de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.485, por lo que el valor obtenido de 2.441 corresponde a una Diversidad Alta ($2.441 \times 100 / 2.485 = 98.23\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.982, que demuestra un valor promedio con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

Especies de fauna en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies registradas en los muestreos de campo en el SAR para vegetación de SBC, se

identificaron 3 especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Pr (Protección especial); 1 ave (*Buteo albonotatus*) y 2 reptiles (*Leptodeira maculata* y *Ctenosaura acanthura*).

Pastizal

La riqueza de especies de vertebrados del Pastizal se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 110. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de Pastizal del SAR.

No	Familia	Riqueza total	Abundancia
Aves de Pastizal del SAR			
1	Accipitridae	1	1
2	Cathartidae	2	10
3	Columbidae	1	2
4	Picidae	1	3
5	Trochilidae	2	2
6	Troglodytidae	1	3
7	Tyrannidae	3	6
Subtotal		11	27
Herpetofauna de Pastizal del SAR			
1	Phrynosomatidae	1	1
Subtotal		1	1
Total		12	28

En total se registraron 12 especies de 8 familias, con un número total de 28 individuos; entre las aves es donde encontramos la mayor riqueza (11 especies), al igual que la abundancia (27), siendo la familia Cathartidae la más abundante con 10 individuos reportados.

Indicadores del Pastizal

Los resultados de los indicadores ecológicos de los vertebrados de la vegetación del Pastizal del SAR se describen a continuación:

Índice de Margalef (R).

$$R = (12-1)/\ln (28) = 11/3.33 = 3.303$$

El resultado obtenido nos indica una Riqueza Medio Baja.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para los vertebrados presentes en el Pastizal se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 111. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados del Pastizal del SAR.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
Aves del Pastizal del SAR								
1	<i>Buteogallus urubitinga</i>	1	0	0	0.036	-3.332	0.119	0.048
2	<i>Camptostoma imberbe</i>	2	1	2	0.071	-2.639	0.189	0.076
3	<i>Cathartes aura</i>	1	0	0	0.036	-3.332	0.119	0.048

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
4	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	1	0	0	0.036	-3.332	0.119	0.048
5	<i>Columbina inca</i>	2	1	2	0.071	-2.639	0.189	0.076
6	<i>Coragyps atratus</i>	9	8	72	0.321	-1.135	0.365	0.147
7	<i>Cynanthus latirostris</i>	1	0	0	0.036	-3.332	0.119	0.048
8	<i>Empidonax minimus</i>	1	0	0	0.036	-3.332	0.119	0.048
9	<i>Melanerpes aurifrons</i>	3	2	6	0.107	-2.234	0.239	0.096
10	<i>Myiozetetes similis</i>	3	2	6	0.107	-2.234	0.239	0.096
11	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	3	2	6	0.107	-2.234	0.239	0.096
Herpetofauna del Pastizal del SAR								
12	<i>Sceloporus variabilis</i>	1	0	0	0.036	-3.332	0.119	0.048
Subtotal		28	16	94	1		2.174	0.875
Índice de Simpson			0.876	H Max			2.485	
Simpson Máximo			0.917	Nivel de Diversidad			87.480	
Nivel de Diversidad			95.527					

El valor obtenido del índice de Simpson indica que el valor máximo que se puede alcanzar es de 0.917, por lo que el valor obtenido de 0.876 corresponde a una Diversidad Muy Alta ($0.875 \times 100 / 0.917 = 95.527\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para los vertebrados del Pastizal indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.485, por lo que el valor obtenido de 2.174 le corresponde una Diversidad Alta ($2.174 \times 100 / 2.485 = 87.480\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.875, que demuestra una tendencia del valor más cercano al 1, lo que indica que hay una Abundancia Media de especies.

Especies de fauna en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies registradas en los muestreos de campo en el SAR para vegetación de Pastizal, se identificó 1 especie de ave (*Buteogallus urubitinga*) catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Pr (Protección especial).

Campos de Cultivo

En el SAR abundan los terrenos de cultivo, donde destacan dos tipos: Cañaverales y limoneros, por lo que la riqueza de especies de los vertebrados en los campos de cultivo se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 112. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de los campos de Cultivo del SAR.

No	Familia	Riqueza total	Abundancia
Mamíferos de Cultivo del SAR			
1	Canidae	1	1
2	Phyllostomidae	1	2
Subtotal		2	3
Aves de Cultivo del SAR			
1	Caprimulgidae	1	7
2	Troglodytidae	1	2
3	Tyrannidae	1	2
Subtotal		3	11

No	Familia	Riqueza total	Abundancia
Herpetofauna de Cultivo del SAR			
1	Iguanidae	1	1
Subtotal		1	1
Total		6	15

En total se registraron 6 especies de 6 familias con un número total de 15 individuos; el grupo de las aves sigue siendo el más representativo tanto en riqueza como en abundancia.

Indicadores de los campos de Cultivo

Los resultados de los indicadores ecológicos de los vertebrados de la vegetación de campos de Cultivo se describen a continuación:

Índice de Margalef ®.

$$R = (5-1)/\ln(15) = 4/2.19 = 1.84$$

El resultado obtenido para la Riqueza de vertebrados es Baja.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para los vertebrados en campos de Cultivo se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 113. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados de los campos de Cultivo del SAR.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
Mamíferos de los campos de Cultivo del SAR								
1	<i>Canis lupus subsp. familiaris</i>	1	0	0	0.067	-2.708	0.181	0.101
2	Phyllostomidae	2	1	2	0.133	-2.015	0.269	0.150
Aves de los campos de Cultivo del SAR								
3	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	2	1	2	0.133	-2.015	0.269	0.150
4	<i>Nyctidromus albicollis</i>	7	6	42	0.467	-0.762	0.356	0.199
5	<i>Pitangus sulphuratus</i>	2	1	2	0.133	-2.015	0.269	0.150
Herpetofauna de los campos de Cultivo del SAR								
6	<i>Ctenosaura acanthura</i>	1	0	0	0.067	-2.708	0.181	0.101
Subtotal		15	9	48	1		1.523	0.850
Índice de Simpson			0.771	H Max			1.792	
Simpson Máximo			0.833	Nivel de Diversidad			84.984	
Nivel de Diversidad			92.571					

El valor obtenido del índice de Simpson de vertebrados en campos de Cultivo indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.833, por lo que el valor obtenido de 0.771 corresponde a una diversidad Muy Alta ($0.771 \cdot 100 / 0.833 = 92.571\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para los vertebrados de los campos de Cultivo indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 1.792, por lo que el valor obtenido de 1.523 corresponde a una Diversidad Alta ($1.523 \cdot 100 / 1.792 = 84.98\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.841, que demuestra una tendencia del valor más cercano al 1, lo que indica que hay una abundancia alta de especies.

Especies de fauna en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies registradas en los muestreos de campo en el SAR, se identificó 1 especie de reptil (*Ctenosaura acanthura*) catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como Pr (Protección especial).

Descripción de la Fauna encontrada dentro del Predio.

Selva Baja Caducifolia

La riqueza de especies por estrato vegetal de la Selva baja Caducifolia es como se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla 114. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de la Selva Baja Caducifolia del Predio.

No	Familia	Riqueza total	Abundancia
Aves de SBC del Predio			
1	Cathartidae	1	1
2	Columbidae	1	1
3	Falconidae	1	1
4	Icteridae	2	3
5	Picidae	1	1
Subtotal		6	7
Herpetofauna de SBC del Predio			
1	Phrynosomatidae	1	3
Subtotal		1	3
Total		7	10

En total se registraron 7 especies de 6 familias de vertebrados con un número total de 10 individuos, siendo la familia de aves *Icteridae* la más abundante.

Indicadores de la Selva Baja Caducifolia

Los resultados de los indicadores ecológicos para los vertebrados de la Selva Baja Caducifolia dentro del Predio se describen a continuación:

Índice de Margalef ®.

$$R = (7-1)/\ln(10) = 6/2.30 = 2.606$$

El resultado obtenido para los vertebrados es de una Riqueza Baja.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para los vertebrados de la Selva Baja Caducifolia dentro del Predio se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 115. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados de la SBC del Predio

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
Aves de la SBC del Predio								
1	<i>Cathartes aura</i>	1	0	0	0.100	-2.303	0.230	0.118
2	<i>Columbina inca</i>	1	0	0	0.100	-2.303	0.230	0.118
3	<i>Dives dives</i>	1	0	0	0.100	-2.303	0.230	0.118

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
4	<i>Falco sparverius</i>	1	0	0	0.100	-2.303	0.230	0.118
5	<i>Icterus gularis</i>	2	1	2	0.200	-1.609	0.322	0.165
6	<i>Melanerpes aurifrons</i>	1	0	0	0.100	-2.303	0.230	0.118
Herpetofauna de la SBC del Predio								
7	<i>Sceloporus variabilis</i>	3	2	6	0.300	-1.204	0.361	0.186
Subtotal		10	3	8	1		1.834	0.943
Índice de Simpson				0.911				
Simpson Máximo				0.857	H Max		1.946	
Nivel de Diversidad				106**	Nivel de Diversidad		94.268	

*** Debido a que el índice de Simpson es sensible a datos de abundancia bajos, se presenta un resultado mayor al 100%, sin embargo, la certeza del análisis se basa en el índice de Shannon.

El valor obtenido del índice de Shannon para los vertebrados de la Selva Baja Caducifolia indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 1.946, por lo que el valor obtenido de 1.834, le corresponde una Diversidad Alta ($1.834 \times 100 / 1.946 = 94.268\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.943, que demuestra un valor promedio con tendencia hacia la unidad, lo que indica que hay una Abundancia Alta de especies.

Pastizal

La riqueza y abundancia de especies de vertebrados del Pastizal dentro del Predio se muestran en la Tabla 60.

Tabla 116. Riqueza y Abundancia de los Vertebrados de Pastizal del Predio.

No	Familia	Riqueza total	Abundancia
Mamíferos de Pastizal del predio			
1	Canidae	1	4
2	Cervidae	1	1
3	Didelphidae	1	1
4	Felidae	1	4
5	Leporidae	1	1
6	Mephitidae	1	4
7	Procyonidae	2	3
Subtotal		8	18
Aves de Pastizal del predio			
1	Columbidae	2	5
2	Cuculidae	1	2
3	Picidae	1	2
4	Tityridae	1	1
Subtotal		5	10
Herpetofauna de Pastizal del predio			
1	Colubridae	1	1
2	Craugastoridae	1	2
3	Phrynosomatidae	1	7
Subtotal		3	10
Total		16	38

En total se registraron 16 especies de 14 familias con un número total de 38 individuos; respecto al número de especies, el grupo de los mamíferos es que el que presentó mayor abundancia (18).

Indicadores del Pastizal Inducido

Los resultados de los indicadores ecológicos para los vertebrados del Pastizal en el Predio se describen a continuación:

Índice de Margalef ®.

$$R = (16-1)/\ln(38) = 15/3.63 = 4.12$$

El resultado de Riqueza obtenido para los vertebrados del Pastizal es Media Alta.

El cálculo del índice de Simpson y Shannon para los vertebrados del Pastizal dentro del Predio se muestran en la Tabla 117.

Tabla 117. Índices de Simpson y Shannon para vertebrados del Pastizal del Predio.

No	Nombre Científico	Ind.	ni-1	ni*(ni-1)	Pi	LN Pi	H'	J'
Mamíferos del Pastizal del Predio								
1	<i>Bassariscus astutus</i>	1	0	0	0.026	-3.638	0.096	0.035
2	<i>Didelphis virginiana</i>	1	0	0	0.026	-3.638	0.096	0.035
3	<i>Lynx rufus</i>	4	3	12	0.105	-2.251	0.237	0.085
4	<i>Mephitis macroura</i>	4	3	12	0.105	-2.251	0.237	0.085
5	<i>Odocoileus virginianus</i>	1	0	0	0.026	-3.638	0.096	0.035
6	<i>Procyon lotor</i>	2	1	2	0.053	-2.944	0.155	0.056
7	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	1	0	0	0.026	-3.638	0.096	0.035
8	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	3	12	0.105	-2.251	0.237	0.085
Aves del Pastizal del Predio								
9	<i>Columbina passerina</i>	2	1	2	0.053	-2.944	0.155	0.056
10	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	2	1	2	0.053	-2.944	0.155	0.056
11	<i>Melanerpes aurifrons</i>	2	1	2	0.053	-2.944	0.155	0.056
12	<i>Patagioenas flavirostris</i>	3	2	6	0.079	-2.539	0.200	0.072
13	<i>Tityra semifasciata</i>	1	0	0	0.026	-3.638	0.096	0.035
14	<i>Mastigodryas melanolomus</i>	1	0	0	0.026	-3.638	0.096	0.035
Herpetofauna del Pastizal del Predio								
15	<i>Sceloporus variabilis</i>	7	6	42	0.184	-1.692	0.312	0.112
16	<i>Craugastor pygmaeus</i>	2	1	2	0.053	-2.944	0.155	0.056
Subtotal		38	22	94	1		2.572	0.928
Índice de Simpson			0.933	H Max			2.773	
Simpson Máximo			0.938	Nivel de Diversidad			92.773	
Nivel de Diversidad			99.535					

El valor obtenido del índice de Simpson de vertebrados del Pastizal indica que el valor máximo de Simpson que se puede alcanzar es de 0.938, por lo que el valor obtenido de 0.933 corresponde a una Diversidad Alta o Muy Alta ($0.933 \times 100 / 0.938 = 99.535\%$).

El valor obtenido del índice de Shannon para los vertebrados del Pastizal indica que el valor máximo de Shannon que se puede alcanzar es de 2.773, por lo que el valor obtenido de 2.572 le corresponde una Diversidad Muy Alta ($2.572 \times 100 / 2.773 = 92.773\%$). El nivel de diversidad obtenido está relacionado con la abundancia de especies, que en este caso el índice de equitatividad es de 0.928, que demuestra una tendencia de la unidad, lo que indica que hay una Abundancia Muy Alta de las especies.

Especies de fauna en la norma NOM-059-SEMARNAT-2010.

De las especies registradas en los muestreos de campo en el Predio, no se identificaron especies catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Distribución de las especies de fauna.

Se encontraron registros de la herpetofauna en los tres tipos de vegetación; sin embargo, la mayor cantidad de especies fueron encontradas en la SBC y en los pastizales del Sistema Ambiental Regional (4 especies); se obtuvo una cantidad parecida de registros de especies de herpetofauna en los pastizales dentro del predio (3 especies) y en menor medida en los remanentes de SBC (1 especie).

El grupo de las aves fue el que tuvo mayor cantidad de especies registradas, contando con un total de 27 especies encontradas tanto en el SAR como en el Predio; la mayor cantidad de especies de aves se encontraron en la SBC y pastizales del SAR (19 especies registradas), sin embargo, en el predio se registraron 11 especies de aves, 6 de ellas fueron encontradas en la SBC y 5 en los pastizales.

En cuanto a los mamíferos, la mayor cantidad de registros como huellas y excretas, fueron encontrados en los pastizales del predio (Tabla 118).

Tabla 118. Distribución de especies de fauna por tipo de vegetación.

Especies de Fauna	SAR			PREDIO	
	SBC	P	C	SBC	P
Artrópodos					
Arácnido	X				
Insecto palo				X	
Tarántula				X	
Herpetofauna					
<i>Craugastor pygmaeus</i>					X
<i>Ctenosaura acanthura</i>	X		X		
<i>Leptodeira maculata</i>	X				
<i>Mastigodryas melanolomus</i>					X
<i>Sceloporus variabilis</i>	X	X		X	X
Aves					
<i>Archilochus colubris</i>	X				
<i>Buteo albonotatus</i>	X				
<i>Buteogallus urubitinga</i>		X			
<i>Camptostoma imberbe</i>		X			
<i>Campylorhynchus zonatus</i>			X		
<i>Cathartes aura</i>		X		X	
<i>Chlorostilbon canivetii</i>		X			
<i>Columbina inca</i>		X		X	
<i>Columbina passerina</i>					X
<i>Coragyps atratus</i>		X			

Especies de Fauna	SAR			PREDIO	
	SBC	P	C	SBC	P
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	X				X
<i>Cynanthus latirostris</i>		X			
<i>Dives dives</i>				X	
<i>Dryocopus lineatus</i>	X				
<i>Empidonax minimus</i>		X			
<i>Falco sparverius</i>				X	
<i>Icteria virens</i>	X				
<i>Icterus gularis</i>	X			X	
<i>Melanerpes aurifrons</i>		X		X	X
<i>Myiozetetes similis</i>		X			
<i>Nyctidromus albigollis</i>			X		
<i>Patagioenas flavirostris</i>					X
<i>Pheugopedius maculipectus</i>		X			
<i>Piranga rubra</i>	X				
<i>Pitangus sulphuratus</i>			X		
<i>Regulus calendula</i>	X				
<i>Tityra semifasciata</i>					X
Mamíferos					
<i>Bassariscus astutus</i>					X
<i>Canis lupus subsp. familiaris</i>			X		
<i>Didelphis virginiana</i>					X
<i>Lynx rufus</i>					X
<i>Mephitis macroura</i>					X
Murcielago			X		
<i>Odocoileus virginianus</i>					X
<i>Procyon lotor</i>					X
Ratón gris	X				
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>					X

IV.2.3. PAISAJE

La descripción del paisaje se realiza considerando cuatro aspectos esenciales: visibilidad, calidad paisajística, fragilidad del paisaje y la frecuencia de la presencia humana. Considerando estos criterios, a continuación, se describe el paisaje predominante tanto en el área del proyecto como en el área de influencia.

Visibilidad

La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Con base en las características del relieve, en la Fotografía 21 se aprecia la planicie donde se ubica el área del proyecto. El relieve en esta superficie se caracteriza por la presencia de elevaciones del terreno que disminuyen en dirección del río Cotaxtla y zonas planas, las elevaciones máximas se encuentran cerca de los 103 m.s.n.m. y las mínimas a 15 m.s.n.m. Las mayores elevaciones se encuentran hacia la porción Sur del área del proyecto (68 msnm) mientras que, las zonas más bajas y con menor relieve se ubican hacia el Noreste y en las cercanías al río Cotaxtla (23.93 msnm) (Figura 21).

Entre los elementos del paisaje que permiten tener una visibilidad aceptable de todo el polígono del proyecto es el tipo de vegetación y su cobertura, así como extensas áreas de cultivo y otras desprovistas de vegetación original (Ver Fotos 21 y 22). Asimismo, la topoforma existente en la zona, que corresponden con una planicie de pendientes suaves y las condiciones atmosféricas, lo que permite tener visibilidad en todos los ángulos del polígono

Fotografía 21. Vista aérea del paisaje donde se aprecia la planta de tratamiento, así como el paisaje aledaño.



Fotografía 22. Vista aérea del paisaje previa a construcción de la planta de tratamiento, así como el paisaje aledaño.



Calidad paisajística

La planicie donde se ubica el Proyecto Ecológico Mova, se caracteriza por ser amplia, conformada por algunos manchones de vegetación de selva baja caducifolia secundaria combinado con extensas áreas de cultivo. Otro de los elementos importantes es la hidrología, el área del proyecto colinda con el Río Cotaxtla en la parte sur del polígono. En esta última, se localiza un manchón de selva baja caducifolia secundaria conservada asociada con vegetación riparia en las orillas del Río. En el área de influencia del proyecto también se identificaron algunos manchones de selva baja caducifolia perturbada por actividades agrícolas (Figura. 23).



Fotografía 23. Elementos de tipos de vegetación e hidrológicos que conforman el paisaje.

La calidad visual del entorno es buena. Desde cualquier ángulo del polígono se aprecian diferentes elementos del paisaje a una distancia entre 500 y 700 metros como: diversidad, tipos de vegetación, geomorfología, geología, hidrología, suelos y atmósfera, entre los principales.

Fragilidad del paisaje

La fragilidad del paisaje es la capacidad que éste tiene para absorber los cambios que se produzcan en él. Retomando los atributos antes descritos, el paisaje donde se ubica el proyecto se considera frágil debido a que los elementos que lo integran se han visto alterados principalmente por las actividades agrícolas en la zona, se observa un desplazamiento de la vegetación original por secundaria (áreas de cultivo y especies herbáceas), así como áreas desprovistas de vegetación, lo cual difícilmente podrá ser recuperado en el mediano plazo.

El paisaje también se ha visto alterado por la construcción de caminos de acceso en el área de influencia usados para el desarrollo de actividades agrícolas principalmente (Foto 24 y 25).



Fotografía 24. Camino de acceso al área del proyecto y zonas agrícolas aledañas.

Frecuencia de la presencia humana

Aunado a lo anterior, otros atributos son los sociales como la presencia de pequeños poblados (ver foto 25 y 26) en el área de influencia que ejercen presión sobre estos ecosistemas y el límite norte con la carretera No. 150 Boca del Río-Córdoba por donde transitan vehículos particulares y de carga de materiales y comestibles para distribución en la región.

Por último, no están registrados elementos culturales o históricos en el área del proyecto y área de influencia correspondientes al patrimonio cultura de la zona.



Fotografía 25. Carretera No. 150 Boca del Río-Córdoba, colindancia sur del polígono del proyecto.

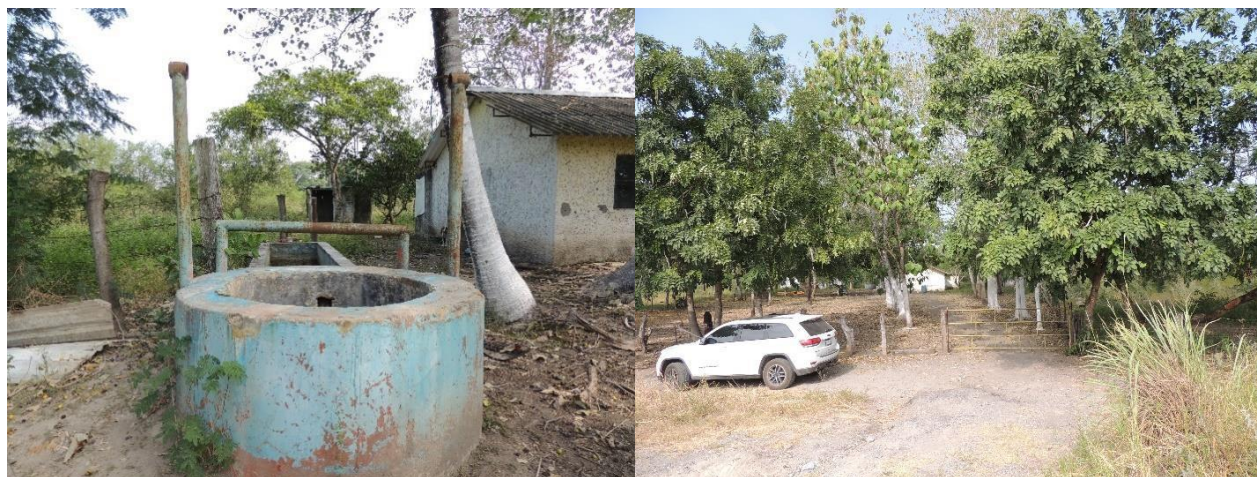


Foto 26. Asentamientos humanos en la colindancia sur del área del proyecto, cercano a la carretera No. 150 Boca del Río-Córdoba.

IV.2.4. ASPECTOS SOCIALES

a) Demografía

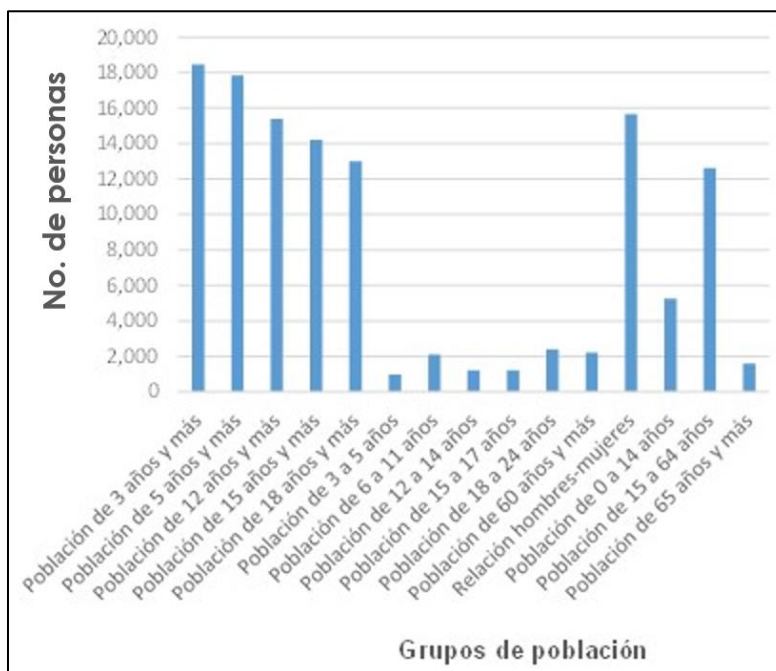
- Crecimiento y distribución de la población.

El municipio de Cotaxtla registró 19,710 habitantes, de los cuales 9,638 son hombres y 9,828 mujeres (INEGI, 2010) (Figura. 59). La localidad más próxima al proyecto es Palmarillo (aproximadamente a 300 m) con 335 habitantes (155 hombres y 180 mujeres) ubicada al Este y, al Oeste la localidad Mata Espino, aproximadamente a 2615 m con 273 habitantes (131 hombres y 142 mujeres). La mayor parte de la población se encuentra entre 15 y 64 años (Figura. 60).

Figura 60. Población por sexo en el municipio de Cotaxtla, Ver.



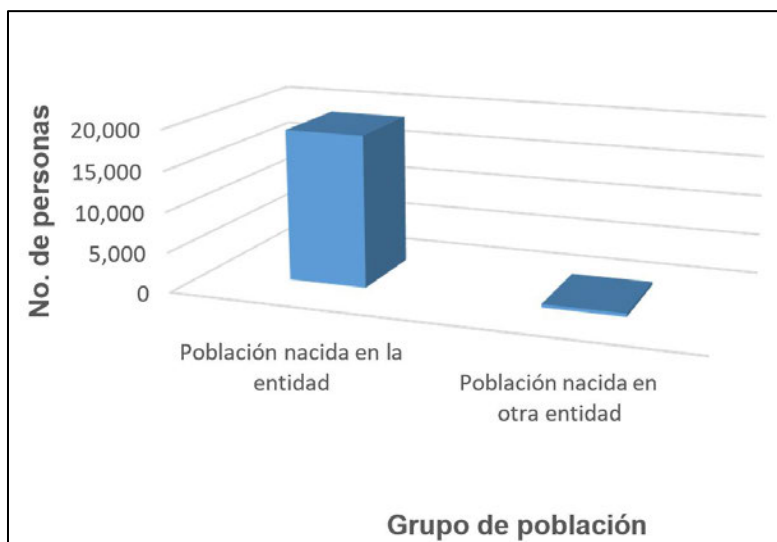
Figura 61. Distribución de la población por edades en el municipio de Cotaxtla, Ver.



- Natalidad y mortalidad.

La población nacida en el municipio de Cotaxtla es de 18,898 habitantes y 416 habitantes nacieron fuera de éste (Figura. 61) (INEGI, 2010).

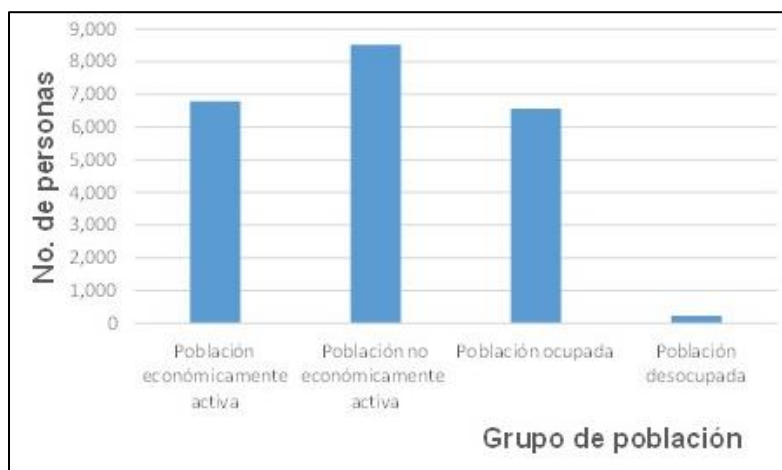
Figura 62. Población nacida en el municipio de Cotaxtla, Ver.



b) FACTORES SOCIOCULTURALES

La población económicamente activa asciende a 6,785 personas, de las cuales 6553 pertenece a la población ocupada y 232 a la población no ocupada. La población económicamente inactiva es de 8,516 (INEGI, 2010) (Figura 62). La principal actividad en el municipio es la agricultura, 46 hectáreas fueron rehabilitadas para riego en el municipio de Cotaxtla para el 2010. Y, 699 productores fueron beneficiados con el programa PROAGRO beneficiando 3,516 hectáreas (INEGI, 2017).

Figura 63. Actividad económica y ocupación de la población del municipio de Cotaxtla, Ver.

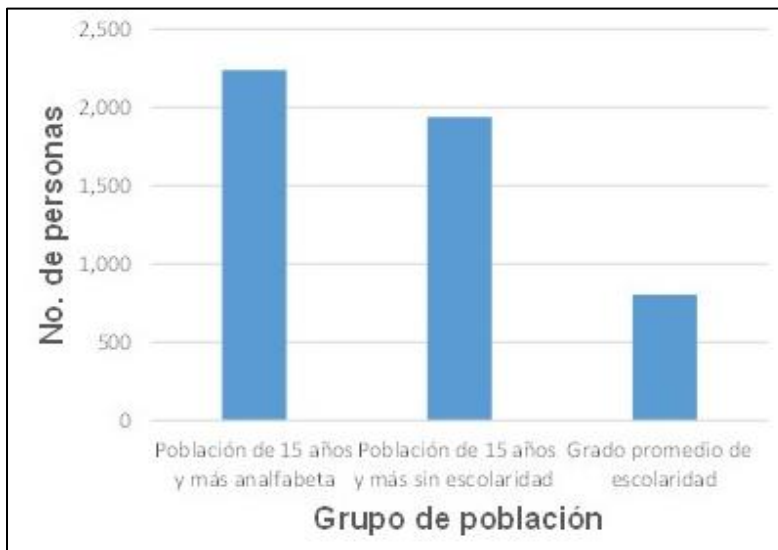


c) POBLACIÓN ANALFABETA

La población de 15 años y más analfabeta registrada para el 2010 en el municipio de Cotaxtla fue de

2,237; 1,937 habitantes de más de 15 años no tienen escolaridad y, 804 personas tuvieron el grado promedio de escolaridad (Figura 63).

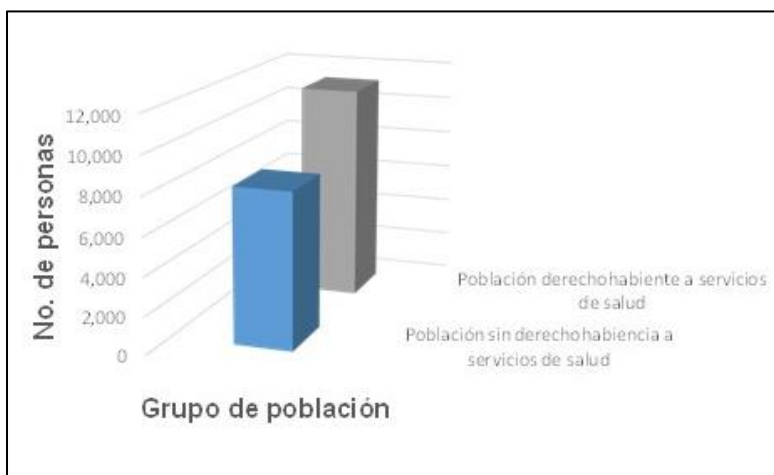
Figura 64. Población analfabeta y grado de escolaridad de la población del municipio de Cotaxtla, Ver.



d) SERVICIOS DE SALUD

Con respecto a los servicios de salud, la población del municipio de Cotaxtla sin derechohabencia a servicios de salud fue de 8,107 mientras que, la población derechohabiente fue de 11,278 personas (INEGI, 2010) (Figura 64).

Figura 65. Población con servicios de salud en el municipio de Cotaxtla, Ver.



e) VIVIENDA Y OCUPACIÓN

En el municipio de Cotaxtla se tienen 4,439 viviendas particulares habitadas con piso de material diferente a tierra y 688 viviendas con piso de tierra (Figura 65). El número de viviendas con diferentes servicios se presenta en la figura 65.

Figura 66. Tipo de vivienda en el municipio de Cotaxtla, Ver.



Tipo de vivienda

En la tabla siguiente se muestra los servicios con los que cuenta las viviendas en el municipio de Cotaxtla Ver.

Tabla 119. Disponibilidad de servicios en las viviendas particulares en el municipio de Cotaxtla.

Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica	Viviendas particulares habitadas que no disponen de luz eléctrica	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	Viviendas particulares habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje
5015	115	4057	1059	4301	4410	693	3602

b) Factores socioculturales

El municipio de Cotaxtla no tiene ningún elemento considerado como patrimonio cultural o histórico. No existen museos ni sitios históricos o arqueológicos, por ende en el área del proyecto no se han identificado ninguno de estos elementos.

Como parte de las tradiciones, en el municipio de Cotaxtla se llevan a cabo las siguientes festividades en el año:

- Del 1 al 5 de mayo, se celebra la fiesta titular cívica con una feria artesanal-industrial, carreras de caballos y torneo de cintas.
- Del 11 al 13 de diciembre se realiza la feria anual en honor de San Agustín, patrono del lugar con actos religiosos y juegos mecánicos.

Los tipos de música popular son: Música de banda, Sones Jarochos y música popular.

No se elabora ningún tipo de artesanía. La gastronomía se caracteriza por los tamales de masa, ya sean de carne de cerdo, pollo y chile o de masa con flor de cocuite y frijoles, también los platillos elaborados con crucetas (INAFED, 2010).

c) Comunidades vulnerables

Las comunidades más cercanas al proyecto son Palmarillo, la cual se localiza a 1.0 km en dirección suroeste del proyecto, Paso Monche es la segunda localidad que se ubica a 2.2 km en dirección Norte (cruzando el Río Cotaxtla) y la localidad Mata Espino que se ubica a 2.7 km en dirección este del proyecto. Siendo esta última una de las comunidades que en determinado momento pudiera verse afectada por la generación de posibles olores durante la operación, ya que los vientos dominantes que van en esa dirección, sin embargo por la distancia se considera poco probable que pueda resultar una situación problemática.

IV.3. CAMBIO CLIMÁTICO

Los residuos que no son manejados, o cuando dicho manejo es inadecuado, terminan produciendo variados efectos adversos para el ambiente y la salud de la población, tales como: la contaminación de los océanos, la obstrucción de desagües, la transmisión de enfermedades por la atracción de vectores, el aumento de problemas respiratorios por la quema de desechos, daño a la fauna que se alimenta de desechos, entre otros⁴. Adicionalmente, contribuyen al cambio climático de manera directa, principalmente con la emisión de metano de residuos en descomposición o, de manera indirecta, a través de la energía y emisiones generadas en la cadena de valor (suministro, producción y distribución).

Por esta razón, se considera que la puesta en marcha de este tipo de proyectos, ayuda a manejarlos de forma correcta, ya que no solo es indispensable para proteger la salud de las personas y el ambiente local, sino que tiene un impacto directo en la reducción de emisiones y, en consecuencia, en la lucha contra el cambio climático.

IV.4. CAPACIDAD DE CARGA DEL SA

La capacidad de carga de un área ambiental determina el tamaño de la población que puede vivir en ella. En el caso del tratamiento de residuos, el manejo adecuado de los mismos es importante para reducir el impacto ambiental y proteger la salud pública.

Un manejo incorrecto de los residuos puede tener impactos negativos en el medio ambiente, como la contaminación del agua, suelo y aire, y en la salud de las personas por ende reduce la capacidad de carga del Sistema Ambiental. Los residuos acumulados pueden ser refugio para organismos que pueden ser nocivos para el ser humano.

Por otro lado, un manejo adecuado de los residuos puede ayudar a:

- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero
- Disminuir la contaminación en el aire, el suelo y el agua
- Conservar los recursos naturales

IV.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El SA donde se ubica el área del proyecto es una región alterada principalmente por la actividad agrícola, al igual que el municipio de Cotaxtla, cabe señalar que el proyecto se instalará sobre una Planta de tratamiento ya existente y autorizada por la SEMARNAT. De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación Serie VI del INEGI, los tipos de vegetación en el SAR, área de influencia y área del proyecto corresponde con pastizal y algunos manchones de selva baja caducifolia. Durante el recorrido en campo se corroboró la presencia de extensas áreas de cultivo con algunos ejemplares de selva baja caducifolia,

característico de un ecosistema que ha tenido la presión de las actividades antropogénicas y cuyo resultado es la perturbación de éste.

En el área de influencia del proyecto, la principal actividad es la agricultura, de hecho, el área del proyecto tiene colindancias con áreas de cultivo. Existen habitantes en los alrededores, quienes actualmente colaboran en la vigilancia y limpieza del predio y, a futuro, serán contratados en las diferentes etapas del proyecto. Se estima una plantilla de aproximadamente 15 personas durante la operación de la planta de tratamiento de residuos peligrosos.

El proyecto está diseñado para integrarse con los elementos del paisaje en la totalidad del predio. La planta industrial se ubica en la parte media del predio y se dejó la barrera arbolada actual que forma el perímetro de éste. Asimismo, se conservó el manchón de selva baja caducifolia perturbada localizada en la parte norte del predio en colindancia con el Río Cotaxtla, donde se desarrolla vegetación riparia y también se conservaron los ejemplares arbóreos integrándolos al diseño de la planta.

No se afectaron otros elementos del paisaje considerando que es una planicie y no se localizan lomeríos, cerros, volcanes en el área del proyecto ni en su área de influencia. Las pendientes en el área del proyecto son suaves y el diseño del proyecto aprovechará estas curvas de nivel para la instalación de los equipos que integrará la planta industrial de tratamiento de residuos peligrosos integrándola al paisaje.

La calidad del aire en la región es monitoreada por el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA). Los datos representativos para la zona conurbada de los municipios de Minatitlán, Poza Rica de Hidalgo y Xalapa, sitios con estaciones de monitoreo atmosférico, registraron en un periodo determinado días fuera de la norma en los contaminantes ozono (O₃) y partículas suspendidas clasificados en el rango “no satisfactorio”. Sin embargo, la relación entre los días dentro de la norma y los días fuera de norma indican una buena calidad del aire (INEGI, 2017).

Con respecto a la presencia de cuerpos de agua, en el área de influencia se localiza el Río Cotaxtla, de hecho, forma parte de la colindancia norte del área del proyecto; sin embargo, éste no se verá afectado, ya que no se construirá ninguna obra en dichas inmediaciones, al contrario, se respetará el cuerpo de agua y la vegetación riparia asociada con el manchón de selva baja caducifolia perturbada. Los resultados del estudio geohidrológico en el área del proyecto y área de influencia sugieren algunas medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales por la construcción de la planta industrial, las cuales fueron consideradas en el diseño de la planta, considerando que es una zona potencialmente inundable.

Por último, cabe mencionar que, el promovente cuenta con la autorización correspondiente de cambio de uso de suelo, de agrícola a industrial otorgado por el H Ayuntamiento del municipio de Cotaxtla de fecha 31 de octubre de 2019, lo cual hace compatible el proyecto con el uso del suelo en el área del proyecto.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de impactos es fase inicial para el procedimiento de valoración del impacto ambiental de un proyecto, una vez descrito el proyecto y las condiciones ambientales en las que se encuentra el Sistema Ambiental, se facilita el proceso de identificación de las interacciones (relaciones recíprocas) entre proyecto y entorno ambiental-social.

V.1.1. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La metodología empleada parte de un análisis de las diferentes actividades que conlleva el proyecto de acuerdo con el Capítulo II de esta MIA-P estas actividades son analizadas situando las actividades de las etapas de operación y mantenimiento y señaladas dentro de una matriz de doble entrada (acciones versus factores ambientales).

V.1.1.1. LISTA DE VERIFICACIÓN CHECK LIST

Las técnicas utilizadas en la identificación de impactos parten de la actividad conocida como Listado simple o también llamado Check list. Las listas de verificación son un método de identificación de impactos y pueden ser de varios tipos, según incluyan la descripción de las acciones del proyecto con posible incidencia sobre los componentes ambientales susceptibles de ser impactados.

De acuerdo al cronograma de actividades presentado en el Capítulo II, se describen como actividades con efectos en el entorno ambiental, cada proceso a realizar en las áreas (1, 2 y 3), resultando un total de cinco procesos causantes de impactos en el SA, la descripción de los efectos e identificación de factores ambientales que afectan se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 120. Lista de verificación de impactos

Etapas	Proceso	Descripción del efecto	Componente ambiental con efecto
Operación y mantenimiento	Oxidación Química.	Los tipos de residuos a tratar son: lodos de presas, lodos y sedimentos de cárcamos, lodos y sedimentos de tanques de almacenamiento, los cuales se caracterizan por la presencia de contaminantes como hidrocarburos fracción media y pesada. Durante el transporte de los residuos a tratar para colocarlos a las celdas de almacenamiento temporal y, posteriormente a las celdas de tratamiento de éstos se generan partículas y polvos, así como partículas, humos, gases producto de la combustión de las retroexcavadoras. Este impacto es adverso moderado y constante durante la vida útil del proyecto. El uso de equipo y maquinaria para el movimiento de los residuos genera ruido. Este impacto es adverso moderado y constante durante la vida útil del proyecto. En la celda de tratamiento se le agrega biosurfactantes, no tóxicos, biodegradables, no inflamables y un oxidante por lo que, sólo en caso de fuga podrían alterar las propiedades químicas y biológicas del suelo fuera de la celda. Durante este proceso químico se requiere de agua constante para mantener la humedad requerida en la celda con residuos a tratar por lo que se incrementa la demanda de este recurso, impacto adverso moderado. Los residuos por tratar son irrigados con una solución de peróxido de hidrógeno (H₂O₂) o permanganato de potasio (KMnO₄) para que se lleve a cabo la degradación de los contaminantes orgánicos. Al final de este proceso se generan CO₂, H₂O y sales, por lo que se emiten a la atmósfera gases y vapores, y se producen lixiviados que, en caso de alguna fuga en la celda o que no funcione adecuadamente el cárcamo para su colecta, puede haber derrames accidentales al suelo generando contaminación de éste. En caso necesario se puede realizar una segunda aplicación de Peróxido de Hidrogeno (H₂O₂) adicionada con hierro ferroso (Fe+2), lo que produciría adicionalmente radicales libres hidroxilos (OH⁻), estos impactos son adversos moderados.	Atmósfera Suelo Agua Economía Social Fauna
	Biorremediación por biopilas.	Durante la oxidación química de los residuos que contienen compuestos orgánicos persistentes, al final del proceso se generarán CO₂, el cual se libera a la atmósfera, H₂O y otros compuestos inorgánicos estables que pudieran contaminar los suelos aledaños en caso de alguna eventualidad como ya se mencionó con anterioridad. Impactos adversos moderados. La activación de las bacterias específicas se lleva a cabo en un tambo plástico (tipo rotoplas) en el que se adiciona agua y los microorganismos en presentación liofilizada comercial, lo que implica demanda de agua durante la vida útil del proyecto. Este impacto es adverso moderado. En caso necesario se adicionan mejoradores del suelo o composta en los suelos a tratar para ayudar a su restauración posterior a la aplicación de la oxidación química. Los	

Etapa	Proceso	Descripción del efecto	Componente ambiental con efecto
		fertilizantes empleados deberán ser los autorizados para evitar adicionar otros compuestos químicos potencialmente tóxicos que pudieran contaminar el suelo. Durante los procesos, se identifica el riesgo por intoxicación de la fauna local, la fauna con reincidencia al sitio del proyecto podría consumir del contenido de las fosas y celdas, lo cual podría ocasionarle problemas digestivos o la muerte. Se crearán empleos, se incrementarán los ingresos de la población local, así como se activará la economía regional. En específico para el proceso: - Biorremediación por biopilas. Difiere con respecto al uso de otro tipo de consorcios bacterianos, nutrientes o fertilizantes agrícolas y neutralizantes (Hidróxido de calcio, Ca(OH)_2, para suelos con ácidos y, ácido clorhídrico, HCl, para suelos con álcalis para lograr la neutralización) para suelos contaminados con ácidos o álcalis derivados de la actividad petrolera.	
	Desorción Térmica.	Uno de los impactos ambientales es la contaminación atmosférica, debido a la generación de gases, vapores, partículas, cenizas volantes y olores, gases de efecto invernadero (metano y bióxido de carbono), así como diversos contaminantes dependiendo del tipo de residuos a tratar. El suelo tratado queda completamente transformado, sin materia orgánica, sin microorganismos, sin nutrientes, lo cual puede ser un impacto negativo al modificarse las características originales del suelo; sin embargo, a este suelo se le incorporarán los nutrientes y materia orgánica, al mismo tiempo que se incorpora un suelo libre de contaminantes. Se estima que habrá generación de partículas a la atmósfera durante la extracción del suelo, así como en el manejo y transporte del material a tratar por el uso de maquinaria (retroexcavadoras) y equipo, asimismo, emisiones de humos, gases y partículas provenientes de la combustión de los equipos y maquinaria utilizados para este fin; sin embargo, éste es un impacto con medida preventiva y de mitigación, a través del programa de mantenimiento periódico de éstos para que operen en óptimas condiciones. Durante esta etapa es cuando se mantendrá una plantilla de personal más sólida durante la vida útil del proyecto, dando preferencia a los habitantes locales. Impacto adverso irrelevante debido a que depende del volumen de residuos recibidos para mantener una plantilla constante. La operación de la planta industrial también generará ingresos a los inversionistas, incrementando la economía a nivel municipal, estatal y regional. Impacto benéfico severo, por el mejoramiento de la infraestructura a nivel estatal para el tratamiento de los residuos peligrosos y de manejo especial, la cual es escasa en la región.	Atmósfera Suelo Agua Economía Social
	Tratamiento fisicoquímico (Acondicionamiento)	Todo este procedimiento generará posibles impactos adversos como: contaminación por emisiones a la atmósfera producto de la combustión del equipo y maquinarias utilizados para el movimiento de tierras y colocación de materiales de las capas; generación de	Atmósfera Suelo Fauna

Etapa	Proceso	Descripción del efecto	Componente ambiental con efecto
		polvos, partículas por el movimiento de residuos a tratar y la incorporación de materiales arcillosos para conformar las capas de la celda de tratamiento; contaminación por emisiones sonoras (ruido); incremento en la demanda de agua para lograr las condiciones de humedad requeridas y, en caso de alguna fuga de lixiviados, contaminación del suelo y posible infiltración a los mantos acuíferos. Estos impactos son adversos moderados. El mejoramiento de la infraestructura para el tratamiento de residuos de manejo especial es un impacto benéfico moderado, lo que conlleva a cubrir la demanda actual de este tipo de servicio a nivel regional, al mismo tiempo que minimiza los impactos ambientales por un manejo inadecuado de este tipo de residuos en la región. Durante los procesos, se identifica el riesgo por intoxicación de la fauna local, la fauna con reincidencia al sitio del proyecto podría consumir del contenido de las fosas y celdas, lo cual podría ocasionarle problemas digestivos o la muerte. Se contratará personal para estas actividades, lo cual contribuirá a la economía de los trabajadores y beneficios en la economía local debido a que, el Proyecto Ecológico MOVA dará preferencia a los habitantes de las zonas aledañas siendo este impacto benéfico irrelevante por ser temporal.	Economía Social

Como resultado de la lista de verificación, se obtienen los componentes ambientales que son afectados por las acciones del proyecto, y los factores ambientales. Se considera al ambiente como un sistema compuesto a su vez de tres subsistemas; medio físico-natural, biótico y socioeconómico (el subsistema perceptual no se incluye al no identificarse efectos por las actividades). Estos subsistemas constituyen el primer nivel, en un segundo nivel lo constituyen los componentes ambientales, y el tercer nivel los factores ambientales.

En función de la descripción del medio físico, biótico y socioeconómico que se ha realizado en los capítulos precedentes, así como la lista de verificación, se identifican 13 factores ambientales susceptibles a impacto.

Tabla 121. Lista de factores ambientales por componente

SsA	CA	FA
Abiótico	Atmósfera	Calidad del aire
		Confort olfativo
		Confort sonoro
	Suelo	Propiedades del suelo
	Agua	Calidad del agua
		Cantidad de agua
		Aguas subterráneas
Biótico	Fauna	Diversidad de especies
		Especies protegidas
Socioeconómico	Economía	Economía local
		Economía regional
	Social	Bienestar social
		Integridad física e higiene laboral

Nota: SsA=Subsistema ambiental, CA=Componente ambiental, FA= Factor ambiental

V.1.1.2 Matriz de Leopold

La identificación de impactos es analizada de manera cuantitativa a fin de contabilizar la cantidad de efectos por actividad y etapa, para posteriormente realizar su caracterización y valoración. La matriz de Leopold es un método que consiste en un cuadro de doble entrada en el que se disponen como filas los factores ambientales que pudieran ser afectados y como columnas las acciones que vayan a tener lugar y que serán causa de los posibles impactos. Para esta matriz se filtra de la lista de verificación solo las actividades para las cuales se identificaron componentes ambientales sujetos a algún impacto, resultando tres procesos o acciones contra 13 factores ambientales.

Las interacciones entre acciones y factores son 43, prácticamente todos los factores con al menos dos interacciones, en cuanto a los procesos, los correspondientes a los tratamientos de oxidación química y biorremediación por biopilas muestran el mayor número de impactos identificados (13 y 12).

Tabla 122. Matriz de identificación de impactos ambientales

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y DE MANEJO ESPECIAL DEL SECTOR HIDROCARBUROS		Etapa	Operación y Mantenimiento				Impactos por factor ambiental	Impactos por componente ambiental
		Tratamiento	Oxidación química	Biorremediación por biopilas	Desorción Térmica	Tratamiento fisicoquímico (Acondicionamiento)		
COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ID	D	E	F	G		
Atmósfera	Calidad del aire	5	X	X	X	X	4	9
	Olores	6	X		X		2	
	Confort sonoro	7	X	X		X	3	
Suelo	Propiedades del suelo	8	X	X	X	X	4	4
Agua	Calidad del agua	9	X	X		X	3	6
	Cantidad de agua	10	X	X			2	
	Aguas subterráneas	11	X	X		X	3	
Fauna	Diversidad de especies	12	X	X		X	3	6
	Especies protegidas	13	X	X		X	3	
Economía	Economía local	14	X	X	X	X	4	8
	Economía regional	15	X	X	X	X	4	
Social	Bienestar social	16	X	X	X	X	4	8
	Integridad física e higiene laboral	17	X	X	X	X	4	
Impactos por actividad			13	12	7	11	43	
Impactos por etapa			43					

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de impactos mediante las técnicas previamente evaluadas, no nos determinan si el efecto es positivo o negativo, la significancia de los impactos toma en cuenta en primera instancia si el efecto es negativo, posteriormente si el efecto genera alteración en el entorno.

Tomando como base la Matriz de Leopold, se señalan los impactos positivos que son hacia los componentes economía y social, independientemente del grado de significancia positiva que el proyecto podría generar en escala local y regional, no se minimiza la afectación negativa que de igual manera podría tener la operación del proyecto en los procesos señalados; resultando un total de 31 impactos negativos, hasta este apartado, cada uno de estos es considerado de significancia y sujeto a valoración.

Tabla 123. Caracterización inicial de impactos identificados

MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS Y DE MANEJO ESPECIAL DEL SECTOR HIDROCARBUROS		Etapa	Operación y Mantenimiento			
		Tratamiento	Oxidación química	Biorremediación por biopilas	Desorción Térmica	Tratamiento fisicoquímico (Acondicionamiento)
COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	ID	D	E	F	G
Atmósfera	Calidad del aire	5	-1	-1	-1	-1
	Olores	6	-1		-1	-1
	Confort sonoro	7	-1	-1		
Suelo	Propiedades del suelo	8	-1	-1	-1	-1
Agua	Calidad del agua	9	-1	-1		-1
	Cantidad de agua	10	-1	-1		
	Aguas subterráneas	11	-1	-1		-1
Fauna	Diversidad de especies	12	-1	-1		-1
	Especies protegidas	13	-1	-1		-1
Economía	Economía local	14	1	1	1	1
	Economía regional	15	1	1	1	1
Social	Bienestar social	16	1	1	1	1
	Integridad física e higiene laboral	17	-1	-1	-1	-1
Positivo						
Negativo						

V.2.1. INDICADORES DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE CAMBIO CLIMÁTICO

La identificación y evaluación de los impactos ambientales tiene como finalidad adicional, facilitar el establecimiento de los indicadores ambientales que reflejen el estado del ambiente o de algún aspecto ambiental, a fin de dar seguimiento a su valoración, así como permitir la evaluación de eficacia de las estrategias y acciones de mitigación, prevención y/o compensación los impactos ambientales identificados.

Entre los efectos de mayor relevancia por el proyecto destacan los relacionados a emisiones y generación de contaminantes potenciales hacia el aire, suelo y agua, dentro de estos, los identificados como “gases efecto invernadero” poniendo en riesgo la salud pública y ambiental, tomando en cuenta la ubicación del proyecto con cuerpos de agua próximos, presencia de acuíferos poco profundos y asentamientos humanos en áreas aledañas, se enlistan los indicadores ambientales (Tabla 124) que

permiten evaluar la dimensión y magnitud de los impactos en el entorno.

Tabla 124. Indicadores ambientales

Componente	Tema	Subtema	Indicador ambiental	Unidad de medición
Aire	Contaminación	Emisiones	CO	Kg total
			CO ₂	Kg total
			NO _x	Kg total
			SO ₂	Kg total
			PM10	ppm
			HC	Kg total
		Auditiva	Ruido	dB max
	Olfativa	Olores	Si/No	
Agua	Cantidad	Agua potable	Uso de agua potable	m ³ total
		Agua cruda	Uso de agua potable	m ³ total
		Agua residual	Producción de agua residual	m ³ /s
			Uso de agua tratada	m ³ /s
			Reuso de agua tratada	%
		Calidad	Contaminación	Temperatura
	Grasas y aceites			mg/l
	Materia flotante			mg/l
	SS			ml/l
	SST			mg/l
	DBO			mg/l
	Nitrógeno total			mg/l
	Fosforo total			mg/l
	Arsénico			mg/l
	Cadmio			mg/l
	Cianuros			mg/l
	Cobre			mg/l
	Cromo			mg/l
	Mercurio			mg/l
	Níquel			mg/l
	Plomo			mg/l
	Zinc	mg/l		
Suelo	Degradación	Contaminación	Acidificación	pH
Fauna silvestre	Diversidad	Mortalidad	Abundancia	Numero de organismos
			Riqueza (S)	Número de especies
			Especies protegidas (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Número de especies
Residuos	Industriales	Peligrosos y tóxicos	Producción	Kg
			Reciclaje	%
	Orgánicos	Residuos orgánicos	Producción	Kg total
			Reciclaje	%
Sustancias materiales y	Uso	Combustible	Gas (LP o natural)	Kg
			Diesel	Lt
	Uso	Insumos	Consortio bacteriano	Lt
			Nutrientes o fertilizantes agrícolas	Kg
			Surfactante	Lt
			Oxidantes	Lt
Energía	Uso	Energía	Electricidad	kW total

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Son muchas las variables que se involucran en una evaluación de impacto ambiental, definidas de

forma vaga y cargadas de incertidumbre dado que se refieren a previsiones sobre los valores que podrían adoptar; adicionalmente, los métodos convencionales (crisp) involucran variables de tipo numérico (cuantitativo) junto con variables de tipo lingüístico (cualitativo) a las que se asigna una etiqueta asociada a un valor para luego realizar adiciones y sustracciones que arrojen una calificación o valoración de impacto, esto nos lleva a que el modelo matemático que se requiere para efectuar el estudio debe ser capaz de combinar ambos tipos de variables de forma coherente.

El grado de importancia de los diferentes impactos no tan sólo depende de la magnitud de las acciones, sino que también entra en juego la fragilidad del elemento considerado y sus características, entendiendo por fragilidad el mérito que presenta cada factor a ser conservado.

Como respuesta, surgen las técnicas difusas que resultan sumamente útiles para abordar problemas en lo que la imprecisión y la vaguedad están presentes, permitiendo, además, el manejo simultáneo de variables numéricas y lingüísticas, de acuerdo con los métodos propuestos por Duarte (2000) y Martín-Ramos (2003).

El método se basa en la valoración de recursos, ya que, para evaluar el impacto ambiental, además de conocer el tipo de impacto que se produce y las características que tiene, es preciso analizar el significado, o la importancia, del recurso afectado. El sistema se basa en que, una vez identificados los impactos, se procede a su caracterización y valoración utilizando criterios referentes a su naturaleza, magnitud y reversibilidad, entre otros.

- **Valoración cuantitativa (CNT).** Consiste en valorar los componentes de cada factor ambiental, de manera que indique el grado de incidencia negativa que sobre el medio provoca su construcción, diferenciándose los impactos en las fases del proyecto. La mayor parte de los parámetros con los que se caracteriza el impacto se ponderan del 0 al 4 como máximo, siendo 0 una incidencia negativa nula y 4, una incidencia negativa extrema.
- **Valoración cualitativa (CLT).** Consiste en atribuir una codificación que representa el comportamiento de cada alternativa respecto a cada criterio considerando: C, impacto compatible, M, impacto moderado, S, impacto severo y Cr, impacto crítico.

V.4.1. VALORACIÓN CUANTITATIVA

El VALOR DEL IMPACTO es el resultado del producto entre el SIGNO del impacto, que será positivo o negativo en función de si genera efectos beneficiosos o perjudiciales sobre el medio, la IMPORTANCIA del impacto, entendiendo como tal el valor global de los efectos que la actuación provoca sobre el medio (obteniéndose como producto de los diferentes parámetros analizados) y el PESO del impacto, correspondiente al valor relativo atribuible a cada efecto potencial respecto a las otras alteraciones que se prevé ocurran sobre el medio en donde se inscribe la actuación.

$$\text{Valor de impacto} = \text{Signo} * \text{Importancia} * \text{Peso}$$

Al estar las medidas las magnitudes en unidades heterogéneas, no se pueden cuantificar resultados globales, tales como el impacto total sobre un componente ambiental, sobre un subsistema o sistema, o el impacto total que sobre el medio ambiente ejerce la actividad en su conjunto. En base a esta necesidad, habrá que homogeneizar las diferentes unidades de medida y, en último término, expresarlas todas ellas en unidades abstractas de valor ambiental, denominadas en esta MIA-P como unidades de impacto ambiental (UIA).

Signo del impacto. El efecto positivo es aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica, como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de costes y

beneficios genéricos de la evaluación contemplada. El efecto negativo es aquel que se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión, de la colmatación y demás riesgos ambientales discordantes con la estructura ecológica-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada. El impacto indeterminado no es ni positivo, ni negativo, o bien es difícil predecir si el cambio producirá un beneficio o un perjuicio.

Importancia del impacto. La valoración de la importancia del impacto, entendiendo como tal el valor global del impacto, se obtiene mediante la suma de los valores asignados a cada parámetro ambiental según la expresión siguiente:

$$Importancia = (2MAG) + INC + ACT + MOM + PER + REV + DUR + EXT + PRO$$

Los parámetros que determinan la importancia del impacto son en resumen los que se muestran en la siguiente tabla, detallados de manera extensa en el capítulo metodológico.

Tabla 125. Parámetros de valoración de importancia de impactos

Parámetro	Clave	Valor	Tipología de efecto
Magnitud	MAG	1	Efecto de baja o leve magnitud
		2	Efecto de moderada magnitud
		3	Efecto de alta o severa magnitud
		4	Efecto de muy alta o crítica magnitud
Incidencia	INC	1	Efecto directo sobre un único elemento
		2	Efecto directo sobre más de un elemento
Actividad	ACT	1	Efecto simple
		2	Efecto acumulativo o sinérgico
Momento de aparición	MOM	1	Efecto de aparición improbable o extraño
		2	Efecto de aparición a largo plazo
		3	Efecto de aparición a medio plazo
		4	Efecto de aparición a corto plazo o de manera inmediata
Persistencia	PER	1	Efecto de recuperación inmediata
		2	Efecto temporal de recuperación a medio plazo
		3	Efecto temporal de recuperación a largo plazo
		4	Efecto permanente
Reversibilidad y recuperabilidad	REV	1	Efecto reversible
		2	Efecto recuperable
		3	Efecto irreversible
Duración	DUR	1	Efecto fugaz
		2	Efecto temporal o periódico
		3	Efecto permanente o persistente
Extensión	EXT	1	Efecto puntual o localizado
		2	Efecto disperso
		3	Efecto total
Probabilidad	PRO	1	Efecto raro o esporádico
		2	Efecto poco probable
		3	Efecto muy probable
		4	Efecto seguro

Nota: La importancia atribuible a un impacto alcanza valores comprendidos entre 10 y 33.

Peso del impacto. Indica el valor relativo de cada factor respecto al resto de los descritos para el sistema ambiental. La suma total de los pesos es de uno para todo el SA.

Tabla 126. Asignación de pesos a factores ambientales por componente y subsistema ambiental

SsA	CA	FA	Peso FA	Peso CA	Peso SsA
Abiótico	Atmósfera	Calidad del aire	0.120	0.230	0.620
		Olores	0.070		
		Confort sonoro	0.040		
	Suelo	Propiedades del suelo	0.060	0.060	
	Agua	Calidad del agua	0.130	0.330	
		Cantidad de agua	0.090		
		Aguas subterráneas	0.110		
Biótico	Fauna	Diversidad de especies	0.050	0.090	0.090
		Especies protegidas	0.040		
Socioeconómico	Economía	Economía local	0.060	0.120	0.290
		Economía regional	0.060		
	Social	Bienestar social	0.080	0.170	
		Integridad física e higiene laboral	0.090		

Nota: SsA=Subsistema ambiental, CA=Componente ambiental, FA= Factor ambiental

La distribución de pesos por factor ambiental se proporcionó con base al diagnóstico actual del SA, de acuerdo con el diagnóstico ambiental, el proyecto se localiza en una zona con alteración de moderada por actividades agrícolas y asentamientos humanos esparcidos, se presentan remanentes de selva baja caducifolia, en específico el proyecto es localizado dentro de áreas destinadas al manejo de residuos (actualmente en etapa de preparación de sitio y construcción), con un área de influencia directa de áreas agrícolas, manchones de selva baja caducifolia y asentamientos humanos esparcidos en las inmediaciones, destaca la presencia del Río Cotaxtla hacia el norte de la ubicación del proyecto, los remanentes de vegetación y presencia de cuerpos de agua conforman el hábitat de fauna silvestre que se refugia dentro de estos espacios incluyendo especies protegidas. Las variables climáticas son un factor de interés para determinar la vulnerabilidad en los factores ambientales, en especial la precipitación y tasas de evapotranspiración. En cuanto a la geología y suelos, el área del proyecto es localizado un relieve joven y accidentado, sobre rocas de origen volcánico del tipo lahars, la secuencia estratigráfica prevé la disposición rítmica de alta permeabilidad, permeables y semi-permeables con fisuras.

Los factores de los entornos físico-natural de mayor importancia son aquellos que se muestran estables y para los que el proyecto podría generar efectos adversos, la calidad del aire actualmente monitoreada en la región por Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (IMECA) en general es catalogada como buena, en cuanto a la hidrología el proyecto es localizado en una zona potencialmente inundable con una dirección de flujo hacia el Río Cotaxtla, en cuanto a la hidrología subterránea de igual manera se presenta una dirección de flujo similar a la superficial, se presenta una vulnerabilidad moderada, la zona de estudio se encuentra afectada por patrones estructurales los cuales posibilitan la migración de los fluidos a profundidad. En cuanto a los aspectos bióticos, no se identifican efectos hacia la vegetación, mientras que para la fauna silvestre es un factor ambiental actualmente amenazado por la presencia de actividades humanas, la mayor diversidad y riqueza se concentra en áreas con mayor calidad de hábitat.

De acuerdo con la valoración cuantitativa, el agua y atmósfera corresponden a los componentes ambientales con mayor efecto negativo, resultando una valoración de -16.000 y -15.020 UIA respectivamente, con menor valoración los componentes sociales (-5.490 UIA), fauna (-4.620 UIA) y suelo (-3.420 UIA).

Los procesos de Oxidación Química dan como resultado un valor de -8.200 UIA para el componente agua, atribuido en especial por la vulnerabilidad hidrológica hacia contaminantes, durante este proceso se incluye la mayor cantidad de sustancias químicas, cabe destacar que la contaminación accidental por lixiviados corresponde a un evento de baja probabilidad, además del volumen de agua que implica llevar a cabo los procesos, seguido del proceso de Biorremediación por biopilas con -7.800 UIA, como ya se ha hecho mención son procesos similares, don variación en el uso de químicos.

Para estos procesos y el de tratamiento fisicoquímico (Acondicionamiento), las emisiones a la atmósfera corresponden a las generadas por el uso de maquinaria pesada arrojando resultados entre -4.160 y -5.510 UIA, además de los olores emanados en el manejo de sustancias químicas.

En el proceso de desorción térmica las emisiones a la atmósfera son de -5.350 UIA, particularmente para este proceso se obtiene el mayor a nivel impacto para calidad del aire, esto es debido a los gases efecto invernadero que podrían generarse en ciertos eventos (dependiendo del residuo que se maneje).

Figura 67 Síntesis de unidades de impacto ambiental por factor y componente ambiental.

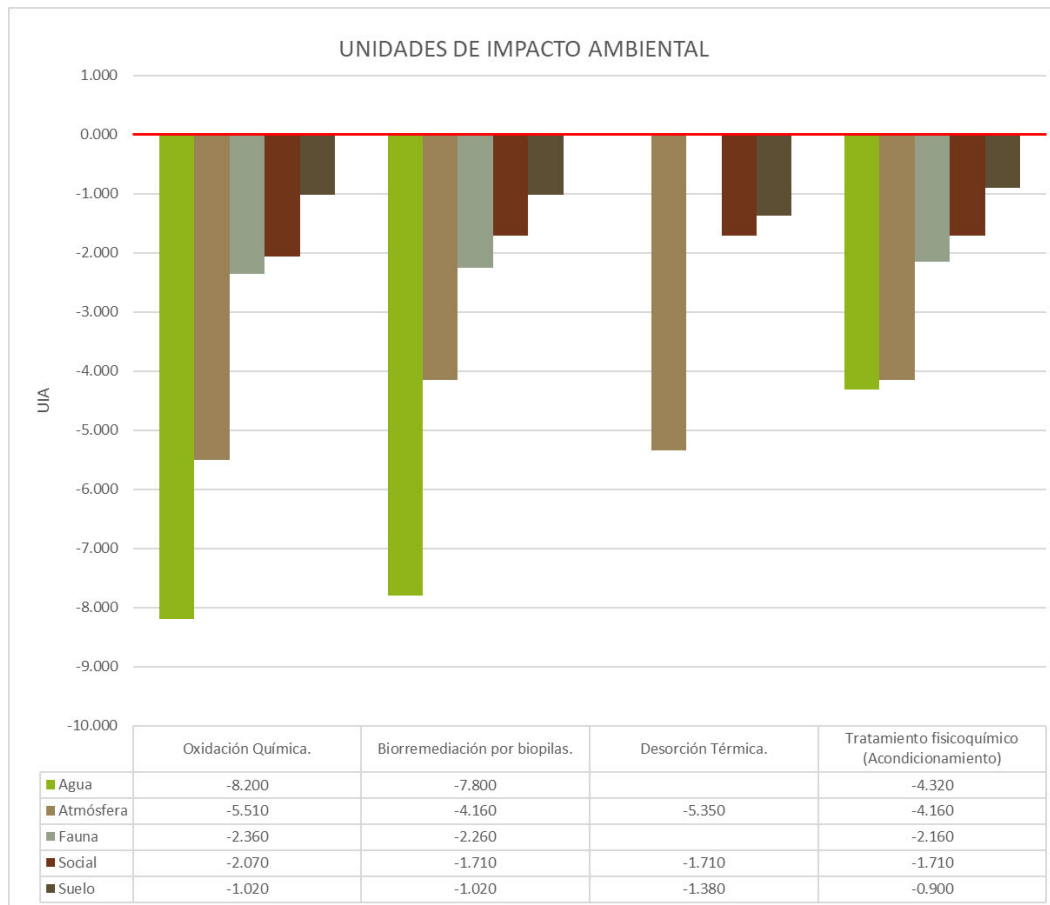


Tabla 127. Valoración cuantitativa de impactos ambientales

Tratamiento	C.A.	F.A.	Clave	Signo	MAG	INC	ACT	MOM	PER	REV	DUR	EXT	PRO	Importancia	Peso	Impacto (UIA)
Oxidación Química.	Atmósfera	Calidad del aire	D4	-1	2	1	2	4	4	2	3	3	2	-25	0.12	-3.00
		Olores	D5	-1	2	2	2	3	1	2	2	2	3	-21	0.07	-1.47
		Confort sonoro	D6	-1	2	1	2	4	4	3	3	1	4	-26	0.04	-1.04
	Suelo	Propiedades del suelo	D7	-1	3	1	1	1	1	2	2	1	2	-17	0.06	-1.02
	Agua	Calidad del agua	D8	-1	4	2	2	1	4	3	3	2	2	-27	0.13	-3.51
		Cantidad de agua	D9	-1	3	1	1	2	3	3	3	2	3	-24	0.09	-2.16
		Aguas subterráneas	D10	-1	4	1	2	1	3	2	3	2	1	-23	0.11	-2.53
	Fauna	Diversidad de especies	D11	-1	4	2	2	3	4	3	3	1	2	-28	0.05	-1.40
		Especies protegidas	D12	-1	2	2	2	3	4	3	3	1	2	-24	0.04	-0.96
	Social	Integridad física e higiene laboral	D16	-1	4	2	1	1	2	3	2	2	2	-23	0.09	-2.07
Biorremediación por biopilas.	Atmósfera	Calidad del aire	E4	-1	2	1	2	4	4	2	3	3	3	-26	0.12	-3.12
		Confort sonoro	E6	-1	2	1	2	4	4	3	3	1	4	-26	0.04	-1.04
	Suelo	Propiedades del suelo	E7	-1	3	1	1	1	1	2	2	1	2	-17	0.06	-1.02
	Agua	Calidad del agua	E8	-1	4	2	2	1	4	3	3	2	2	-27	0.13	-3.51
		Cantidad de agua	E9	-1	2	1	1	2	3	3	3	2	3	-22	0.09	-1.98
		Aguas subterráneas	E10	-1	3	1	2	1	3	2	3	2	1	-21	0.11	-2.31
	Fauna	Diversidad de especies	E11	-1	3	2	2	3	4	3	3	1	2	-26	0.05	-1.30
		Especies protegidas	E12	-1	2	2	2	3	4	3	3	1	2	-24	0.04	-0.96
	Social	Integridad física e higiene laboral	E16	-1	2	2	1	1	2	3	2	2	2	-19	0.09	-1.71
Desorción Térmica.	Atmósfera	Calidad del aire	F4	-1	4	2	2	4	3	3	2	3	3	-30	0.12	-3.60
		Olores	F5	-1	3	2	2	3	2	2	2	3	3	-25	0.07	-1.75
	Suelo	Propiedades del suelo	F7	-1	2	1	2	3	4	2	3	1	3	-23	0.06	-1.38
	Social	Integridad física e higiene laboral	F16	-1	2	2	1	1	2	3	2	2	2	-19	0.09	-1.71
Tratamiento fisicoquímico (Acondicionamiento)	Atmósfera	Calidad del aire	G4	-1	2	1	2	4	4	2	3	3	3	-26	0.12	-3.12
		Confort sonoro	G6	-1	2	1	2	4	4	3	3	1	4	-26	0.04	-1.04
	Suelo	Propiedades del suelo	G7	-1	2	1	1	1	1	2	2	1	2	-15	0.06	-0.90
	Agua	Calidad del agua	G8	-1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	-18	0.13	-2.34
		Aguas subterráneas	G10	-1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	-18	0.11	-1.98
	Fauna	Diversidad de especies	G11	-1	2	2	2	3	4	3	3	1	2	-24	0.05	-1.20
		Especies protegidas	G12	-1	2	2	2	3	4	3	3	1	2	-24	0.04	-0.96
	Social	Integridad física e higiene laboral	G16	-1	2	2	1	1	2	3	2	2	2	-19	0.09	-1.71

Nota: C.A.=Componente ambiental, F.A.= Factor ambiental, MAG=Magnitud, INC=Incidencia, ACT=Actividad, MOM=Momento de aparición, PER=Persistencia, REV=Reversibilidad y recuperabilidad, DUR=Duración, EXT=Extensión, PRO=Probabilidad, UIA=Unidades de Impacto Ambiental.

V.4.2. VALORACIÓN CUALITATIVA

Dando seguimiento a la metodología empleada para el apartado V.4.1, la caracterización cualitativa de los impactos identificados es en función de la caracterización cuantitativa, definidos acorde a los siguientes conceptos:

Impacto compatible: Impacto muy reducido, nada significativo, recuperación inmediata tras el cese de la actividad. No son necesarias correcciones, aunque sí cuidados y vigilancia o prácticas simples.

Impacto moderado: No se sobrepasa ningún umbral crítico, situándose los valores de los parámetros en intervalos normales; ningún componente singular resulta afectado; la recuperación de las condiciones iniciales o la consecución de un nuevo equilibrio requieren cierto tiempo; no se precisan correcciones o éstas son sencillas.

Impacto severo: Se bordean los umbrales de fragilidad del componente afectado pudiéndose comprometer la reversibilidad y el significado que el componente tiene en su entorno; exige medidas correctoras y aún con ellas el período de tiempo para la recuperación será dilatado.

Impacto crítico: La magnitud es superior al umbral aceptable; se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posibilidades de recuperación incluso con la adopción de medidas correctoras. El componente no volverá a contribuir a la definición del entorno o lo hará en mucha menor medida.

Para la obtención de la valoración cualitativa de cada uno de los impactos considerados se tomó en cuenta el valor obtenido para la importancia del impacto, puesto que este valor determina el grado de los efectos previstos antes de aplicar el peso o el factor de ponderación, que permiten trabajar con el valor numérico de la evaluación realizada pero que enmascaran la magnitud del impacto.

De esta manera, en la valoración de la importancia del impacto pueden obtenerse valores que van de 10 a 33. Para asignar el valor cuantitativo del impacto se establece un rango de valores que se asocian a las categorías de impacto previstas. Cabe indicar, que a la hora de definir dichas categorías se han considerado valores intermedios entre las categorías de “Compatible”, “Moderado” y “Severo”, introduciendo el concepto que puede haber impactos que se encuentran entre una categoría y otra. Así, los rangos de valores que definen la categoría cualitativa de los impactos previstos son los siguientes:

- Impacto Compatible (C): El que obtiene un valor en la importancia menor que 15.
- Impacto Compatible-Moderado (C-M): El que obtiene un valor en la importancia situado entre 15 y 20.
- Impacto Moderado (M): El que obtiene una importancia situada entre 21 y 24.
- Impacto Moderado-Severo (M-S): El que obtiene un valor en la importancia situado entre 25 y 29.
- Impacto Severo (S): El que obtiene un valor en la importancia situado entre 30 y 32.
- Impacto Crítico (Cr): El que obtiene un valor en la importancia de 33.

En la Tabla 128 se presentan los resultados de la valoración cualitativa, los efectos en el SA de mayor importancia son hacia la calidad del aire por el proceso de disorción térmica catalogado como severo, se identifican 11 impactos para los componentes de atmósfera, agua y fauna en los tres procesos evaluados con categoría de moderado-severo.

Tabla 128. Valoración cualitativa de impactos ambientales

Etapa	Tratamiento	C.A.	F.A.	Clave	Importancia	Caracterización cualitativa
Operación y mantenimiento	Oxidación Química.	Atmósfera	Calidad del aire	D4	-25	M-S
			Olores	D5	-21	M
			Confort sonoro	D6	-26	M-S
		Suelo	Propiedades del suelo	D7	-17	C-M
		Agua	Calidad del agua	D8	-27	M-S
			Cantidad de agua	D9	-24	M
			Aguas subterráneas	D10	-23	M
		Fauna	Diversidad de especies	D11	-28	M-S
			Especies protegidas	D12	-24	M
		Social	Integridad física e higiene laboral	D16	-23	M
	Biorremediación por biopilas.	Atmósfera	Calidad del aire	E4	-26	M-S
			Confort sonoro	E6	-26	M-S
		Suelo	Propiedades del suelo	E7	-17	C-M
		Agua	Calidad del agua	E8	-27	M-S
			Cantidad de agua	E9	-22	M
			Aguas subterráneas	E10	-21	M
		Fauna	Diversidad de especies	E11	-26	M-S
			Especies protegidas	E12	-24	M
		Social	Integridad física e higiene laboral	E16	-19	C-M
	Desorción Térmica.	Atmósfera	Calidad del aire	F4	-30	S
			Olores	F5	-25	M-S
		Suelo	Propiedades del suelo	F7	-23	M
		Social	Integridad física e higiene laboral	F16	-19	C-M
	Tratamiento fisicoquímico (Acondicionamiento)	Atmósfera	Calidad del aire	G4	-26	M-S
			Confort sonoro	G6	-26	M-S
		Suelo	Propiedades del suelo	G7	-15	C-M
		Agua	Calidad del agua	G8	-18	C-M
			Aguas subterráneas	G10	-18	C-M
		Fauna	Diversidad de especies	G11	-24	M
			Especies protegidas	G12	-24	M
		Social	Integridad física e higiene laboral	G16	-19	C-M

Nota: I= Importancia, C=Compatible, C-M=Compatible-Moderado, M=Moderado, M-S=Moderado-Severo y S=Severo.

V.4. IMPACTOS AMBIENTALES RESIDUALES

La mayoría de los impactos identificados cuentan con medidas dirigidas a la prevención y mitigación, en cuanto a los impactos de mayor severidad son de ocurrencia poco probable, además de que cuentan con los controles de ingeniería (diseños constructivos) para evitar eventos que generen un impacto ambiental de alta significancia.

Entre los impactos residuales que se pueden identificar son: las emisiones sonoras provenientes del uso de maquinaria pesada, con efectos sociales y hacia los comportamientos de la fauna silvestre aledaña, generando su desplazamiento, cabe señalar que, en cierto punto, esto previene impactos hacia organismos que pudieran reincidir a la fauna silvestre.

En cuanto a las emisiones de olores, no existe normatividad que establezca límites o regule sus emisiones, por lo que basado en las emisiones de contaminantes a la atmósfera es posible que aun y manteniendo las emisiones por debajo de los límites, los olores puedan generar inconformidad social.

V.5. CONCLUSIONES

Actualmente en la región existe una potencial generación de residuos peligrosos y de manejo especial de las actividades del sector hidrocarburos, la falta de manejo ha generado disturbios en sitios de interés ambiental, ocasionando graves problemas ambientales principalmente en cuerpos de agua. Entre las soluciones son las plantas de tratamiento como el que se describe en este proyecto, ya que contribuye al fortalecimiento de la infraestructura para lograr el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y de manejo especial previniendo impactos al ambiente. Asimismo, impulsar el desarrollo sustentable del sector industrial, principalmente de la industria petrolera en la región.

La ejecución de la operación de los procesos identifica impactos ambientales para los que se proponen las medidas de prevención y mitigación, resultando impactos residuales principalmente hacia la atmósfera, de acuerdo con la ubicación del proyecto, se prevé que los efectos sean puntuales y no generen mayor alteración.

No se identifica ningún efecto que conlleve daños irreversibles o que generen alteraciones críticas para el funcionamiento del SA.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CAPÍTULO VI MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. JERARQUÍA DE MITIGACIÓN

En los últimos años, la jerarquía de mitigación se ha convertido en una buena práctica aceptada para gestionar los impactos a la biodiversidad, y los estudios de línea base de la biodiversidad desempeñan un papel vital para permitir la aplicación e implementación de la jerarquía de mitigación. 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.

VI.2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Una vez identificados y evaluados los impactos es importante establecer una serie de medidas, acciones y políticas que prevengan y/o minimicen el valor de los impactos atribuidos al proyecto (Tabla 129).

Tabla 129. Descripción de medidas de acuerdo con el tipo de impacto por el proyecto

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
Atmósfera	Calidad del aire, olores	D4, E4, G4	A, S+	M	Los vehículos, equipos y maquinaria que se utilicen deberán tener sus mantenimientos periódicos y cumplir con la normatividad vigente NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, y óxido de nitrógeno, así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos.	35%
		D4, E4, F4, G4	A, S+	P	Los vehículos que transportarán los residuos peligrosos y de manejo especial (suelos contaminados) deberán humedecer (cuando así lo permita) el material a transportar para evitar su dispersión y que éstos sean incorporados a la atmósfera (partículas y polvos). Es una actividad constante para transportar los residuos peligrosos y de manejo especial a las celdas de tratamiento según corresponda.	75%
		D4, E4, F4, G4	A, S+	M	Humedecer con agua tratada las superficies que implique movimiento de materiales terrígenos primordialmente, con el fin de disminuir la generación de polvos y partículas que lleguen a la atmósfera. Esto realizarlo las veces que sean necesarias de acuerdo con las condiciones climáticas en el sitio. Esto aplica principalmente en la etapa de construcción de las instalaciones (losas de concreto para la colocación de los equipos de tratamiento). Igualmente, mantener húmedos los caminos de acceso al proyecto para minimizar la re-suspensión de partículas y polvos durante el tránsito de maquinaria pesada, equipos y vehículos transportistas.	80%
		G4	A, S+	P	Humedecer adecuadamente los residuos a tratar en las áreas de almacenamiento temporal con el fin de evitar se dispersen y se incorporen a la atmósfera.	75%
		D4, E4, F4, G4	A, S+	P	Queda prohibido la quema de biomasa, así como de residuos en la zona del proyecto y área de influencia con el fin de evitar la generación de humos y contaminantes a la atmósfera que afecten la calidad del aire.	90%
		D4, E4, F4	A, S+	P	En el caso de tratamiento de residuos que contengan BPC o se produzca como emisión durante alguno de los procesos de tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial, la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. deberá apegarse a lo indicado en la NOM-133-SEMARNAT 2000 (publicación DOF 23-02-2016, que establece especificaciones para el manejo y eliminación ambientalmente adecuados de los residuos peligrosos que contengan o estén contaminados con Bifenilos Policlorados, a partir de que son desechados, así como para el manejo y tratamiento de equipos contaminados con BPC.	75%
		F4	A, S+	P	Durante la operación, en los procesos térmicos (desorción térmica), la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se apegará estrictamente al cumplimiento de la NOM-098-SEMARNAT-2002, (publicación DOF 01-10-2004), que establece las especificaciones de operación, así como	50%

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
					los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las instalaciones de incineración de residuos.	
	Confort sonoro	D4, E4, G4	R	M	El uso de maquinaria y equipo se restringirá a un horario diurno preferentemente y contar éstos con silenciadores para minimizar el impacto por ruido tanto a la población local como a las especies de fauna que se distribuyen en la zona, principalmente de hábitos nocturnos. Durante la operación de la planta industrial, deberá cumplir con la NOM-081-SEMARNAT- 1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.	40%
Agua	Cantidad de agua	D9, E9	A	P	Se deberá crear conciencia en los trabajadores de todas las etapas del proyecto para el uso racional del agua, a través de campañas de difusión.	60%
		D9, E9	A	M	Se deberá utilizar agua tratada en las actividades que requieran del recurso, principalmente para humedecer los residuos peligrosos y de manejo especial tanto en las celdas de almacenamiento temporal como en las de tratamiento con el fin de minimizar la generación de polvos y partículas suspendidas por el movimiento de éstos. Asimismo, en las tolvas de alimentación del equipo de desorción y, en general, en todos los procesos que requieran humedecer los materiales.	65%
		D9, E9	A	M	En la operación de la planta industrial, el uso de agua tanto para las instalaciones sanitarias como en los procesos para el tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial donde se requiera del recurso, deberá utilizarse agua tratada.	65%
	Contaminación del agua	D8, E8, G8, D10, E10, G10	S+	P	Queda estrictamente prohibido la descarga de aguas residuales sin ningún tratamiento al Río Cotaxtla. En caso de pretender la descarga de aguas residuales a un cuerpo receptor, la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V deberá obtener el Título de descarga correspondiente ante CONAGUA, además de cumplir con las condicionantes indicadas. Asimismo, deberá cumplir con las condiciones de descarga establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	80%
		D8, E8, G8, D10, E10, G10	S+	P	Se deberán verificar la hermeticidad de las celdas de almacenamiento temporal de residuos como las celdas para el tratamiento con las especificaciones técnicas establecidas en la normatividad ambiental aplicable (NOM-057-SEMARNAT-1993. Requisitos que deben observarse durante la operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos y NOM-058-SEMARNAT-1993. Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos) para evitar que los lixiviados contaminen el suelo y los mantos freáticos por lixiviados o derrames accidentales de los residuos peligrosos y de manejo especial.	90%
		D8, E8, G8, D10, E10, G10	S+	P	Las celdas tanto de almacenamiento temporal como las de tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial son localizadas fuera de zonas de inundación calculadas a partir de periodos de retorno de cien	90%

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
					años o mayores. Para ello, se deberán seguir las recomendaciones resultado del estudio geohidrológico específico para este estudio.	
Suelo	Propiedades del suelo	D7, E7, G7	S+	P	Se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir derrames accidentales de contaminantes durante las obras y en la operación propia de los procesos para el tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial. Asimismo, se deberán manejar y disponer adecuadamente los residuos líquidos captados en las fosas de lixiviados para evitar contaminación del suelo in situ o áreas aledañas.	75%
		D7, E7, F7, G7	S+	P	Se contará con un programa de concientización de los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar su disposición en zonas aledañas, asimismo, el manejo de sustancias químicas durante todas las etapas del proyecto, principalmente durante la operación con el fin de prevenir posibles derrames que contaminen el suelo.	60%
		D7, E7, F7, G7	S+	P	Se deberán verificar que la construcción tanto de celdas de almacenamiento temporal de residuos como las celdas para el tratamiento con las especificaciones técnicas establecidas en la normatividad ambiental aplicable (NOM-057-SEMARNAT-1993. Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos y NOM-058-SEMARNAT-1993. Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos) para evitar que los lixiviados contaminen el suelo y los mantos freáticos por lixiviados o derrames accidentales de los residuos peligrosos y de manejo especial.	90%
		D7, E7, F7, G7	S+	M	Se deberá delimitar el área de entrada de los camiones que transportan los residuos peligrosos y de manejo especial que serán depositados para su tratamiento con el fin de tener las medidas precautorias para evitar derrames accidentales o dispersión de materiales en otras áreas.	70%
		D7, E7, F7, G7	S+	M	Se definirán áreas de almacenamiento de residuos sólidos urbanos que cumplan con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a la salud y contaminación del suelo.	70%
		D7, E7, F7, G7	S+	M	Se colocarán contenedores en el sitio por tipo de materiales para su posterior recolección y disposición adecuada de acuerdo con el Programa de manejo de residuos que deberá contar la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V durante la vida útil del proyecto Ecológico MOVA. Dentro de este programa, se deberán incluir, además el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y de manejo especial producto de todos los procesos de tratamiento.	60%
Fauna	Diversidad de especies, Especies protegidas	D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	P	Diseñar y difundir un programa de concientización de protección de fauna.	50%
		D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	M	Queda prohibida la cacería, colecta, comercio y/o captura de cualquier ejemplar de vida silvestre.	65%
		D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	P	Cubrir adecuadamente los residuos a tratar en las áreas de almacenamiento temporal con el fin de evitar se dispersen y se incorporen a la atmósfera.	50%
		D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	P	Colocación de barreras de plástico de polietileno resistente en la periferia de celdas y fosas para prevenir intoxicación de fauna silvestre	80%

Componente ambiental	Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Dimensión de reducción del impacto
					por ingesta de sustancias y materiales peligrosos, y colocación de ahuyentadores bioacústicos.	
Social	Integridad física e higiene laboral	D16, E16, F16, G16	S	P	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V deberá contar con un Programa de Prevención de Accidentes para prevenir riesgos a los trabajadores y población aledaña, así como contar con los procedimientos seguros en caso de alguna contingencia ambiental. Así como un Programa de Protección Civil.	70%
		D16, E16, F16, G16	S	P	Asimismo, deberá contar con un Procedimiento para el manejo de sustancias químicas y peligrosas para seguridad de los trabajadores, prevención de riesgos en el trabajo y al ambiente.	70%
		D16, E16, F16, G16	S	P	Proporcionar a los trabajadores equipos de protección de acuerdo con el tipo de actividad que realizarán en todas las etapas del proyecto.	60%
		D16, E16, F16, G16	S	P	Instalar señalamientos indicativos, así como preventivos durante la operación de la planta industrial.	50%
		D16, E16, F16, G16	S	P	Se contará con los controles de seguridad en áreas de trabajo (supervisión, análisis de riesgo), para verificar la ejecución correcta de procedimientos en materia de seguridad, identificación de posibles escenarios de riesgo y su eliminación.	90%
		D16, E16, F16, G16	S	P	Proporcionar capacitación a los trabajadores para prevenir accidentes y contingencias ambientales.	80%

Tipo de impacto: A-Acumulativo, S-Sinérgico, S+-Significativo, R-Residual

Tipo de medida: P-Prevención, M-Mitigación, R-Restauración, C-Compensación.

VI.3. MEDIDAS EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático tiene múltiples impactos ambientales, de acuerdo con la identificación y valoración de impactos, el proyecto contribuye al incremento de los efectos negativos del cambio climático para los siguientes impactos:

1. Emisión de gases efecto invernadero (Desorción térmica)
2. Consumo de agua
3. Pérdida de biodiversidad (fauna silvestre)
4. Degradación del suelo (acidificación)

Para los impactos señalados, se proponen una serie de medidas de mitigación y prevención, descritas en el apartado anterior. Así mismo, el proyecto incluye programas de prevención de accidentes tanto sociales como ambientales.

VI.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. deberá contar con un Programa de Vigilancia Ambiental (Tabla 130), cuyo objetivo es cumplir con las medidas de mitigación para la implementación del Proyecto Ecológico MOVA. Este programa deberá apegarse al cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, de acuerdo con el giro industrial de la empresa, incluir un cronograma de actividades para cada acción con el fin de cumplir en tiempo y forma con todas las condicionantes del proyecto durante la vida útil de éste y deberá incluir también los costos por cada acción.

Tabla 130. Programa de Vigilancia Ambiental

Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento	Elemento de cumplimiento	Periodo de cumplimiento
Calidad del aire, olores	D4, E4, G4	A, S+	M	Los vehículos, equipos y maquinaria que se utilicen deberán tener sus mantenimientos periódicos y cumplir con la normatividad vigente NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, y óxido de nitrógeno, así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos.	NOM-041-SEMARNAT-2006 CO CO2 NOX	- Bitácora anual de mantenimiento de los vehículos, equipos y maquinaria. - Programa de verificación vehicular de los vehículos de transporte de residuos peligrosos y de manejo especial. - Reporte de emisiones a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual (COA).	Anual
	D4, E4, F4, G4	A, S+	P	Los vehículos que transportarán los residuos peligrosos y de manejo especial (suelos contaminados) deberán humedecer (cuando así lo permita) el material a transportar para evitar su dispersión y que éstos sean incorporados a la atmósfera (partículas y polvos). Es una actividad constante para transportar los residuos peligrosos y de manejo especial a las celdas de tratamiento según corresponda.	PM10 HC	Reporte de emisiones a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual (COA).	Permanente
	D4, E4, F4, G4	A, S+	M	Humedecer con agua tratada las superficies que implique movimiento de materiales terrígenos primordialmente, con el fin de disminuir la generación de polvos y partículas que lleguen a la atmósfera. Esto realizarlo las veces que sean necesarias de acuerdo con las condiciones climáticas en el sitio. Esto aplica principalmente en la etapa de construcción de las instalaciones (losas de concreto para la colocación de los equipos de tratamiento). Igualmente, mantener húmedos los caminos de acceso al proyecto para minimizar la re-suspensión de partículas y polvos durante el tránsito de maquinaria pesada, equipos y vehículos transportistas.	PM10 HC	Reporte de emisiones a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual (COA).	Permanente
	G4	A, S+	P	Humedecer adecuadamente los residuos a tratar en las áreas de almacenamiento temporal con el fin de evitar se dispersen y se incorporen a la atmósfera.	PM10 HC	Reporte de emisiones a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual (COA).	Permanente

Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento	Elemento de cumplimiento	Periodo de cumplimiento
	D4, E4, F4, G4	A, S+	P	Queda prohibido la quema de biomasa, así como de residuos en la zona del proyecto y área de influencia con el fin de evitar la generación de humos y contaminantes a la atmósfera que afecten la calidad del aire.	NOM-098-SEMARNAT-2002	• Reporte de emisiones a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual (COA).	Permanente
	D4, E4, F4	A, S+	P	En el caso de tratamiento de residuos que contengan BPC o se produzca como emisión durante alguno de los procesos de tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial, la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. deberá apegarse a lo indicado en la NOM-133-SEMARNAT 2000 (publicación DOF 23-02-2016, que establece especificaciones para el manejo y eliminación ambientalmente adecuados de los residuos peligrosos que contengan o estén contaminados con Bifenilos Policlorados, a partir de que son desechados, así como para el manejo y tratamiento de equipos contaminados con BPC.	NOM-133-SEMARNAT 2000	• Reporte de emisiones a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual (COA).	Eventual (según residuo que se maneje)
	F4	A, S+	P	Durante la operación, en los procesos térmicos (desorción térmica), la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. se apegará estrictamente al cumplimiento de la NOM-098-SEMARNAT-2002, (publicación DOF 01-10-2004), que establece las especificaciones de operación, así como los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera para las instalaciones de incineración de residuos.	NOM-098-SEMARNAT-2002	• Reporte de emisiones a la atmósfera mediante la Cédula de Operación Anual (COA).	Permanente
Confort sonoro	D4, E4, G4	R	M	El uso de maquinaria y equipo se restringirá a un horario diurno preferentemente y contar éstos con silenciadores para minimizar el impacto por ruido tanto a la población local como a las especies de fauna que se distribuyen en la zona, principalmente de hábitos nocturnos. Durante la operación de la planta industrial, deberá cumplir con la NOM-081-SEMARNAT- 1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente.	NOM-081-SEMARNAT- 1994 Ruido	• Reporte anual de emisión de ruido perimetral.	Permanente
Cantidad de agua	D9, E9	A	P	Se deberá crear conciencia en los trabajadores de todas las etapas del proyecto para el uso racional del agua, a través de campañas de difusión.	Numero de cursos de concientización del uso de agua. Número de personas capacitadas	Programa de capacitación: curso de concientización del uso del agua.	Eventual
	D9, E9	A	M	Se deberá utilizar agua tratada en las actividades que requieran del recurso, principalmente para humedecer los residuos peligrosos y de manejo especial tanto en las celdas de almacenamiento temporal como en las de tratamiento con el fin de minimizar la generación de polvos y partículas suspendidas por el movimiento de éstos. Asimismo, en las tolvas de alimentación del equipo de desorción y, en general, en todos los procesos que requieran humedecer los materiales.	M3 agua/mes Numero de pipas Número de proveedores con autorización para la venta de agua tratada	Informe de compra de agua tratada para uso en los servicios y procesos. Documento del proveedor que avale la legal procedencia del agua.	Mensual

Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento	Elemento de cumplimiento	Periodo de cumplimiento
	D9, E9	A	M	En la operación de la planta industrial, el uso de agua tanto para las instalaciones sanitarias como en los procesos para el tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial donde se requiera del recurso, deberá utilizarse agua tratada.	M3 agua/mes Número de pipas Número de proveedores con autorización para la venta de agua tratada	Informe de compra de agua tratada para uso en los servicios y procesos. Documento del proveedor que avale la legal procedencia del agua.	Mensual
Contaminación del agua	D8, E8, G8, D10, E10, G10	S+	P	Queda estrictamente prohibido la descarga de aguas residuales sin ningún tratamiento al Río Cotaxtla. En caso de pretender la descarga de aguas residuales a un cuerpo receptor, la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V. deberá obtener el Título de descarga correspondiente ante CONAGUA, además de cumplir con las condicionantes indicadas. Asimismo, deberá cumplir con las condiciones de descarga establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	NOM-001-SEMARNAT-1996 Temperatura Grasas y aceites Materia flotante SS SST DBO Nitrógeno total Fosforo total Arsénico Cadmio Cianuros Cobre Cromo Mercurio Níquel Plomo Zinc	Reporte de análisis del agua residual conforme a los parámetros de la norma aplicable.	Eventual
	D8, E8, G8, D10, E10, G10	S+	P	Se deberán verificar la hermeticidad de las celdas de almacenamiento temporal de residuos como las celdas para el tratamiento con las especificaciones técnicas establecidas en la normatividad ambiental aplicable (NOM-057-SEMARNAT-1993. Requisitos que deben observarse durante la operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos y NOM-058-SEMARNAT-1993. Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos) para evitar que los lixiviados contaminen el suelo y los mantos freáticos por lixiviados o derrames accidentales de los residuos peligrosos y de manejo especial.	NOM-057-SEMARNAT-1993 NOM-058-SEMARNAT-1993	Planos arquitectónicos de celdas Procedimiento constructivo Especificaciones de obra civil	Única
	D8, E8, G8, D10, E10, G10	S+	P	Las celdas tanto de almacenamiento temporal como las de tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial son localizadas fuera de zonas de inundación calculadas a partir de periodos de retorno de cien años o mayores. Para ello, se deberán seguir las recomendaciones resultado del estudio geohidrológico específico para este estudio.	--	Estudio hidrológico	Única
Propiedades del suelo	D7, E7, G7	S+	P	Se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir derrames accidentales de contaminantes durante las obras y en la operación propia de los procesos para el tratamiento de residuos peligrosos y de manejo especial. Asimismo, se deberán manejar y disponer adecuadamente los residuos	Número de eventos de derrames. Volumen de suelo contaminado. Acidificación (pH)	Reporte de derrames accidentales Reporte de monitoreo de área afectada	Eventual

Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento	Elemento de cumplimiento	Periodo de cumplimiento
				líquidos captados en las fosas de lixiviados para evitar contaminación del suelo in situ o áreas aledañas.			
	D7, E7, F7, G7	S+	P	Se contará con un programa de concientización de los trabajadores para el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos y evitar su disposición en zonas aledañas, asimismo, el manejo de sustancias químicas durante todas las etapas del proyecto, principalmente durante la operación con el fin de prevenir posibles derrames que contaminen el suelo.	Numero de cursos de manejo de residuos sólidos urbanos. Número de personas capacitadas	Programa de capacitación: curso de manejo de residuos sólidos urbanos	Eventual
	D7, E7, F7, G7	S+	P	Se deberán verificar que la construcción tanto de celdas de almacenamiento temporal de residuos como las celdas para el tratamiento con las especificaciones técnicas establecidas en la normatividad ambiental aplicable (NOM-057-SEMARNAT-1993. Requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos y NOM-058-SEMARNAT-1993. Requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos) para evitar que los lixiviados contaminen el suelo y los mantos freáticos por lixiviados o derrames accidentales de los residuos peligrosos y de manejo especial.	NOM-057-SEMARNAT-1993 NOM-058-SEMARNAT-1993	Planos arquitectónicos de celdas Procedimiento constructivo Especificaciones de obra civil	Única
	D7, E7, F7, G7	S+	M	Se deberá delimitar el área de entrada de los camiones que transportan los residuos peligrosos y de manejo especial que serán depositados para su tratamiento con el fin de tener las medidas precautorias para evitar derrames accidentales o dispersión de materiales en otras áreas.	Número de eventos de derrames. Volumen de suelo contaminado. Acidificación (pH)	Reporte de derrames accidentales Reporte de monitoreo de área afectada	Eventual
	D7, E7, F7, G7	S+	M	Se definirán áreas de almacenamiento de residuos sólidos urbanos que cumplan con las condiciones adecuadas para prevenir riesgos a la salud y contaminación del suelo.	Ubicación de áreas.	Plano de ubicación de áreas de almacenamiento de residuos sólidos urbanos	Anual
	D7, E7, F7, G7	S+	M	Se colocarán contenedores en el sitio por tipo de materiales para su posterior recolección y disposición adecuada de acuerdo con el Programa de manejo de residuos que deberá contar la empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V durante la vida útil del proyecto Ecológico MOVA. Dentro de este programa, se deberán incluir, además el manejo ambientalmente adecuado de los residuos peligrosos y de manejo especial producto de todos los procesos de tratamiento.	No. Contenedores por tipo de residuos sólidos urbanos / área del proyecto No. Contenedores de residuos peligrosos / área del proyecto No. Contenedores de residuos de manejo especial / área del proyecto.	- Programa de manejo de residuos sólidos urbanos - Programa de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial - Colecta y disposición de lixiviados conforme a la normatividad aplicable. - Plan de Contingencias	Permanente
Diversidad de especies, Especies protegidas	D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	P	Diseñar y difundir un programa de concientización de protección de fauna.	Numero de cursos de protección y conservación de vida silvestre	Programa de capacitación: curso de protección y conservación de vida silvestre	Eventual

Factor ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto	Tipo de medida	Descripción de la medida	Indicador de cumplimiento	Elemento de cumplimiento	Periodo de cumplimiento
	D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	M	Queda prohibida la cacería, colecta, comercio y/o captura de cualquier ejemplar de vida silvestre.	Numero de cursos de protección y conservación de vida silvestre	Programa de capacitación: curso de protección y conservación de vida silvestre	Eventual
	D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	P	Cubrir adecuadamente los residuos a tratar en las áreas de almacenamiento temporal con el fin de evitar se dispersen y se incorporen a la atmósfera.	Superficie en m2 con cubierta	Reporte de almacenamiento de residuos	Mensual
	D11, E11, G11, D12, E12, G12	S+	P	Colocación de barreras de plástico de polietileno resistente en la periferia de celdas y fosas para prevenir intoxicación de fauna silvestre por ingesta de sustancias y materiales peligrosos, y colocación de ahuyentadores bioacústicos.	Longitud de barrera establecida. Número de individuos por especie observados al interior de celdas y fosas Número de especies protegidas afectadas.	Reporte de mortalidad de fauna silvestre	Mensual
Integridad física e higiene laboral	D16, E16, F16, G16	S	P	La empresa Tratamientos Integrales S.A. de C.V deberá contar con un Programa de Prevención de Accidentes para prevenir riesgos a los trabajadores y población aledaña, así como contar con los procedimientos seguros en caso de alguna contingencia ambiental. Así como un Programa de Protección Civil.	No. Trabajadores capacitados / No cursos	Programa de Prevención de Accidentes Programa de Protección Civil Plan de Contingencias Listas de difusión de programas y planes	Permanente
	D16, E16, F16, G16	S	P	Asimismo, deberá contar con un Procedimiento para el manejo de sustancias químicas y peligrosas para seguridad de los trabajadores, prevención de riesgos en el trabajo y al ambiente.	No. Trabajadores capacitados / No cursos	Procedimiento para el manejo de sustancias químicas y peligrosas Listas de difusión de programas y planes	Permanente
	D16, E16, F16, G16	S	P	Proporcionar a los trabajadores equipos de protección de acuerdo con el tipo de actividad que realizarán en todas las etapas del proyecto.	No. Equipos de protección / No. Trabajadores con protección	Cartas de recepción de EPP	Permanente
	D16, E16, F16, G16	S	P	Instalar señalamientos indicativos, así como preventivos durante la operación de la planta industrial.	No. de señalética / Superficie total del proyecto	Planimetría de señalética establecida	Permanente
	D16, E16, F16, G16	S	P	Se contará con los controles de seguridad en áreas de trabajo (supervisión, análisis de riesgo), para verificar la ejecución correcta de procedimientos en materia de seguridad, identificación de posibles escenarios de riesgo y su eliminación.	Numero de áreas de trabajo con personal de seguridad	Análisis de Riesgo Plantilla de supervisores CV de supervisores	Permanente
	D16, E16, F16, G16	S	P	Proporcionar capacitación a los trabajadores para prevenir accidentes y contingencias ambientales.	No. De cursos / No. De trabajadores capacitados No. Trabajadores / turnos de trabajo	Programa de inducción	Eventual (trabajadores de nuevo ingreso)

VI.5. INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

En la siguiente tabla se muestra los montos aproximados para la atención de las medidas de mitigación, así como para aquellas posibles eventualidades que pudieran surgir y que ameriten acciones correctivas.

Tabla 131. Montos aproximados para atención de medidas de mitigación y acciones correctivas.

Concepto (mitigación y prevención)	Costo anual
Supervisión HSE	Información patrimonial de la persona moral (monto de inversión). Información protegida bajo los Artículos 113 fracción III de la LFTAIP y 116 párrafo cuarto de la LGTAIP
Monitoreo de calidad del aire	
Monitoreo de ruido perimetral	
Servicios de agua no potable	
Servicios de recolección, transporte y disposición de residuos sólidos urbanos	
Mantenimiento y medición de red de tierras y pararrayos	
Capacitación y equipamiento en materia de incendios	
Equipo de regaderas y lava ojos	
Equipo de protección personal básico y específico	
Total	
Concepto (correctiva)	
Monitoreo de suelo	
Análisis de calidad del agua de mantos freáticos	
Restauración de suelo	
Atención al derrame de peróxido de hidrógeno (H ₂ O ₂) del tanque almacenamiento de 15,000 litros	
Explosión de peróxido de hidrógeno, considerando el tanque de 15,000 litros.	
Total	

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CAPÍTULO VII PRONÓSTICOS AMBIENTALES, Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El análisis de los pronósticos ambientales es basado en posibles escenarios contruidos a partir del estado actual del Sistema Ambiental, la ejecución del proyecto y los factores externos con influencia tanto en el proyecto como en el SA; por lo que, el estado actual es evaluado de acuerdo al diagnóstico ambiental previamente descrito en el Capítulo IV de esta MIA-P.

El desarrollo del diagnóstico se apoya principalmente en los resultados de una matriz de interacción de eventos y/o actividades que ocurren en un factor ambiental de manera negativa o positiva según el actual estado del SA. Los sistemas complejos son caracterizados por la retroalimentación. La retroalimentación es el mecanismo que un sistema estable usa para mantenerse en equilibrio. Cuando un sistema estable es afectado por un cambio en su ambiente, puede alterar su estado para buscar un nuevo estado de equilibrio y esta alteración es promovida por la retroalimentación.

Los pronósticos son analizados de manera tendencial para un periodo de 40 años, la metodología empleada corresponde al método de simulación propuesta por Kane (1972) conocida como Modelo de Simulación de Cambio de Calidad Ambiental KSIM, en el cual se desarrollan 3 escenarios tendenciales con la finalidad de observar los efectos partiendo del estado actual.

El método KSIM es un algoritmo definido a partir de los métodos de impactos cruzados. La KSIM propuesta por Kane (1972) es una técnica de simulación dinámica; particularmente útil para definir el pronóstico tal y como lo demanda el ordenamiento ecológico (Bojórquez-Tapia et al., 1997). La ventaja de esta técnica reside en su capacidad para combinar datos cuantitativos y cualitativos dentro de un esquema analítico ordenado y coherente.

Para la evaluación de cada escenario, se asignaron valores de acuerdo con el estado actual de los factores ambientales utilizados, partiendo de que el valor de máxima calidad ambiental es siempre menor de 1 y mayor de 0. (Ver metodología en Capítulo VIII.)

Los objetivos de la Matriz de interacción de factores ambientales son:

- Identificar y evaluar relaciones directas causa-efecto entre los factores que componen el medio ambiente, ya sea físicos, biológicos, sociales y/o económicos.
- Establecer el grado de interacción entre los elementos causantes del deterioro ambiental, y los factores ambientales receptores para seleccionar aquellos factores más afectados.
- Determinar las medidas de información para diagnosticar condiciones ambientales.

Para construir la Matriz es necesario contar con un desglose organizado de los principales eventos que dan lugar a la calidad del SA. A continuación, se presentan los resultados de tendencias obtenidas.

Como resultado se analizan 6 eventos y/o factores con interacción en el entorno, y con relación al proyecto:

- Generación de RP y RME Hidrocarburos
- Manejo de RP y RME
- Atmósfera
- Agua
- Biodiversidad
- Suelo

Además de un factor externo con influencia: Sector hidrocarburos.

VII.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

En la Tabla 132 se describe el estado actual para los eventos identificados, además de la tendencia para el escenario sin proyecto.

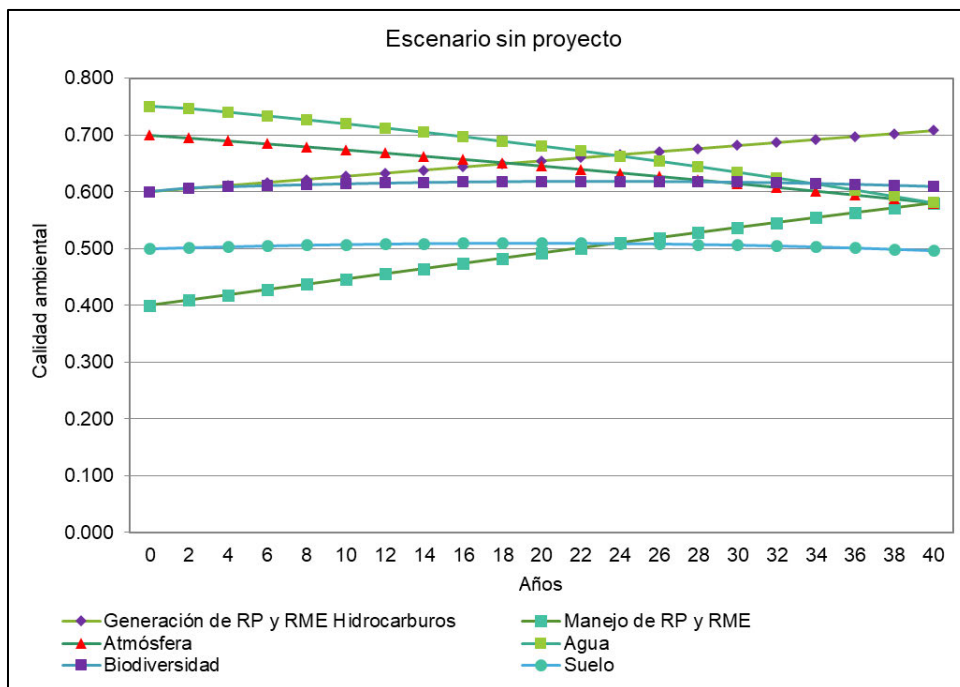
Tabla 132. Escenario sin proyecto T0.

Evento	Actual	Estado actual	t0	Escenario sin proyecto (40 años)
Generación de RP y RME Hidrocarburos	0.600	Dentro de la región en la que se ubica el proyecto, el sector hidrocarburos es de las principales actividades que se desarrollan, existiendo una alta generación de residuos que requieren de un manejo adecuado para prevenir la contaminación de áreas, en especial, cuando se trata de ecosistemas de humedales.	0.708	Las tendencias para este evento son directamente relacionadas a las actividades del sector hidrocarburos, en el cual los pronósticos son impredecibles, existen varios factores de los que depende el sector, dentro de ellos los internacionales, energías renovables. Por lo tanto, se presenta un escenario en donde se incrementa la generación de residuos y la susceptibilidad de contaminación de áreas.
Manejo de RP y RME	0.400	Las áreas en donde se realizan actividades del sector hidrocarburos, han sido en algunos casos gravemente afectadas por la actividad, gran parte de ello es debido a la falta de manejo de los residuos generados, por lo que existe una demanda de industria especializada, siendo el proyecto una opción para que las actividades del sector hidrocarburos se sigan realizando de una forma más amigable con el entorno.	0.580	El incremento de residuos generados de igual manera incrementa la demanda de servicios para su manejo y disposición adecuada, dichos servicios son pocos en la región y la falta de ellos podría implicar la afectación por contaminación del entorno ambiental, incluso poniendo en riesgo la salud pública.
Atmósfera	0.700	Actualmente en la zona son pocas las actividades que se desarrollan y que generen un efecto hacia la atmósfera, por otra parte, los resultados de monitoreo de calidad del aire señalan que esta es "buena" para la mayor parte del tiempo.	0.580	Dentro del área del proyecto se realizan actividades de preparación de sitio y construcción, generando efectos puntuales por emisiones a la atmósfera, cabe mencionar que se aplican medidas de prevención y mitigación. El proyecto que actualmente se desarrolla incluye las actividades y procesos similares a los que se describen en esta MIA-P, por lo que se espera un escenario con efectos hacia la calidad del aire.
Agua	0.750	La presencia de cuerpos de agua superficial y subterránea son un factor de interés para el área en donde se desarrollará el proyecto. La calidad del agua podría señalarse como buena.	0.581	Dentro del área del proyecto se realizan actividades de preparación de sitio y construcción, en el que se incluye la demanda de agua en volumen considerable, además del riesgo hacia la calidad del agua, cabe mencionar que se aplican medidas de prevención y mitigación. El proyecto que actualmente se desarrolla incluye las actividades y procesos similares a los que se describen en esta MIA-P, por lo que se espera un escenario con posibles efectos hacia el agua.
Biodiversidad	0.600	La calidad de la biodiversidad a nivel de SA puede señalarse como moderada, las principales amenazas son la fragmentación de hábitat y las actividades de ganadería extensiva. En el área de influencia del proyecto, se identifican remanentes de vegetación y un cuerpo de agua en el que converge una amplia diversidad de fauna silvestre.	0.609	Dentro del área del proyecto se realizan actividades de preparación de sitio y construcción, en el que se incluye la posible afectación a la vida silvestre. El proyecto que actualmente se desarrolla incluye las actividades y procesos similares a los que se describen en esta MIA-P, por lo que se espera un escenario con efectos hacia la flora y fauna silvestre.

Evento	Actual	Estado actual	t0	Escenario sin proyecto (40 años)
Suelo	0.500	El área en donde se realizarán los tratamientos de residuos corresponde a un terreno en el que actualmente se realizan actividades de preparación de sitio y construcción, por lo que las propiedades del suelo se han modificado.	0.497	Dentro del área del proyecto se realizan actividades de preparación de sitio y construcción, en el que se han generado efectos hacia la estructura y propiedades físicas del suelo, además de los posibles efectos que podrían presentarse por derrames de sustancias químicas y residuos peligrosos, cabe mencionar que se aplican medidas de prevención y mitigación. El proyecto que actualmente se desarrolla incluye las actividades y procesos similares a los que se describen en esta MIA-P, por lo que se espera un escenario con posibles efectos hacia el suelo.

Los resultados se visualizan de forma gráfica en la Figura 67, observando un incremento en la generación de residuos, en el manejo de los residuos de igual manera se observa un incremento en la demanda del manejo de residuos, en los factores ambientales se observa que la calidad reduce.

Figura 68 Visualización gráfica del comportamiento de la calidad ambiental sin proyecto.



Escenario tendencial sin proyecto t0

VII.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

Las tendencias para el escenario con proyecto y sin medidas se describen en la Tabla 133.

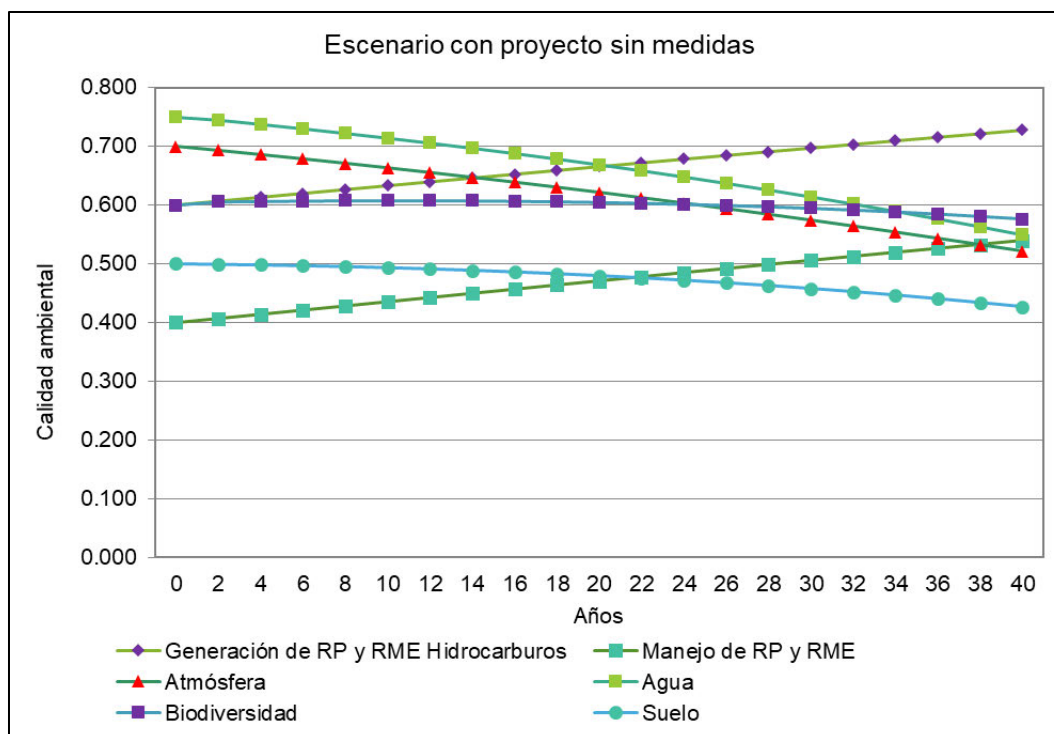
Tabla 133. Escenario sin proyecto T1

Evento	t1	Escenario con proyecto sin medidas (40 años)
Generación de RP y RME Hidrocarburos	0.728	De acuerdo con las tendencias analizadas en el escenario t0, el proyecto ofrece la solución para minimizar el impacto derivado de la generación de residuos del sector hidrocarburos, en contraste, su desarrollo sin medidas más allá de ser positivo incrementaría la generación de residuos al manejar sustancias químicas.
Manejo de RP y RME	0.539	El proyecto implica el uso y manejo de sustancias químicas y residuos peligrosos durante sus procesos en un área en donde se realizarán procesos similares, desarrollarlos sin tomar las medidas para la prevención y mitigación de impactos, generaría un escenario de riesgo

Evento	t1	Escenario con proyecto sin medidas (40 años)
		por sinergia con otros procesos, repercutiendo de forma significativa hacia el entorno ambiental y social y generando vulnerabilidad con el paso del tiempo.
Atmósfera	0.521	El proyecto forma parte de un proyecto integral para el tratamiento de residuos de manejo especial y peligrosos que actualmente se desarrolla en el área, particularmente si los procesos hacia RP y RME del sector hidrocarburos no fuesen realizados aplicando las medidas, se generaría un efecto hacia la atmósfera, afectando la calidad del aire tanto por las constantes emisiones de contaminantes como por los olores, a largo plazo podrían considerarse un foco rojo para la salud ambiental y pública.
Agua	0.550	El proyecto forma parte de un proyecto integral para el tratamiento de residuos de manejo especial y peligrosos que actualmente se desarrolla en el área, particularmente si los procesos hacia RP y RME del sector hidrocarburos no fuesen realizados aplicando las medidas, se identifica un potencial riesgo para los cuerpos de agua existentes en el área de influencia (Río Cotaxtla y acuífero), a largo plazo implica una serie de efectos hacia otros componentes ambientales, incluso el funcionamiento del SA.
Biodiversidad	0.576	El área de influencia y sistema ambiental incluye especies de fauna silvestre que potencialmente podrían reincidir al área del proyecto, en caso de que no se ejecuten las medidas de mitigación y prevención, se incrementa el riesgo de intoxicación de fauna silvestre, afectando a las poblaciones locales en el mediano y largo plazo.
Suelo	0.426	El proyecto forma parte de un proyecto integral para el tratamiento de residuos de manejo especial y peligrosos que actualmente se desarrolla en el área, particularmente si los procesos hacia RP y RME del sector hidrocarburos no fuesen realizados aplicando las medidas, se identifica un potencial riesgo por contaminación de suelo, a largo plazo podría conformarse un pasivo ambiental.

En la Figura 68 se sintetizan los resultados obtenidos para las tendencias de los eventos evaluados en el escenario t1. A nivel regional, se observa que el proyecto brindaría una solución, mientras que a nivel local se generaría un impacto con significancia hacia el entorno ambiental y social, incluso podría sumarse a la actual problemática (en materia de manejo de residuos).

Figura 69 Visualización gráfica del comportamiento de la calidad ambiental con proyecto pero sin medidas.



Escenario tendencial sin proyecto t1

VII.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN

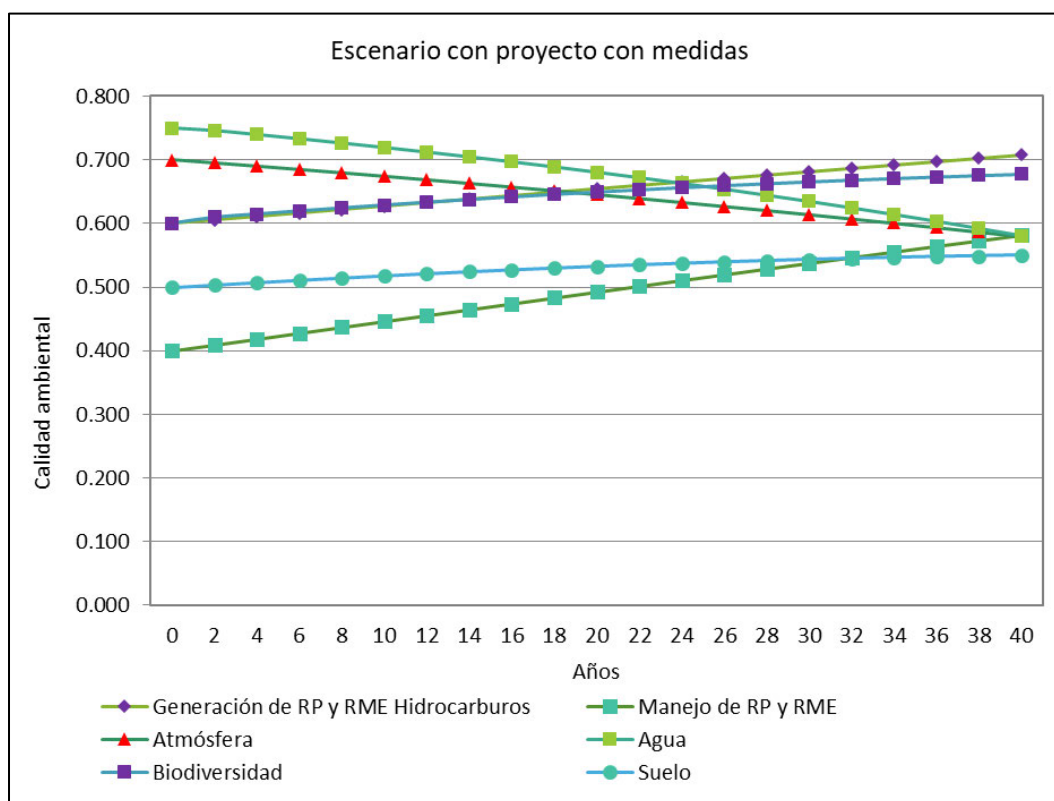
Las tendencias previstas para el escenario t2 se describen en la Tabla 134.

Tabla 134. Escenario sin proyecto T2

Evento	t2	Escenario con proyecto con medidas (40 años)
Generación de RP y RME Hidrocarburos	0.708	Los resultados son similares al descritos para el t1, sin cambios en cuanto a la cantidad de residuos generados.
Manejo de RP y RME	0.582	Como se ha hecho mención, el proyecto ofrece una solución para el correcto manejo de los residuos del sector hidrocarburos, con lo que se prevé una mejoría hacia este evento, ligeramente mayor a lo obtenido en el escenario t1, en consideración que los procesos de esta MIA-P forman parte de un proyecto integral actualmente en ejecución.
Atmósfera	0.580	Los resultados son similares al descritos para el t1, en consideración que las actividades forman parte de un proyecto integral actualmente en ejecución en el área del proyecto.
Agua	0.648	El manejo de los residuos derivados de actividades del sector hidrocarburos llevado a cabo con las medidas y estrategias para la prevención y mitigación de impactos, en si es una medida para la prevención de un impacto existente a nivel regional, dentro de ellos la contaminación de cuerpos de agua, por lo que se observa un incremento en la calidad, y a nivel local, la prevención de afectación de cuerpos de agua identificados en el área de influencia y sistema ambiental.
Biodiversidad	0.678	El estado actual para la biodiversidad es considerado de calidad moderada, a nivel regional, el manejo de los residuos del sector hidrocarburos llevado a cabo con las medidas adecuadas para la prevención y mitigación de impactos hacia la biodiversidad, resulta en un escenario con mejoría hacia este factor ambiental, mientras que, de forma local, las medidas planteadas mitigan los posibles efectos identificados del proyecto específicamente hacia la fauna silvestre.
Suelo	0.550	La implementación del proyecto resulta en un escenario incluso mejor al actual, el manejo de los residuos ofrece la recuperación de suelo contaminado con la posibilidad para su reincorporación en el medio natural, a nivel local, las medidas del proyecto previenen y mitigan los posibles eventos identificados para el proyecto.

En este escenario y en los descritos, se observa que tanto la generación de residuos como el manejo son actividades que van en aumento, su repercusión en el ambiente de igual manera genera un efecto negativo, son el en caso de biodiversidad este valor es incluso mayor al estado actual, y esto es debido a que es mayor la mitigación hacia este factor ambiental en comparación con los demás.

Figura 70 Visualización gráfica del comportamiento de la calidad ambiental con proyecto y con medidas.



Escenario tendencial sin proyecto t2

Finalmente, en la Tabla 135 se analizan las tendencias para los tres escenarios con respecto al estado actual.

Tabla 135. Análisis de escenarios con y sin proyecto e integración de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

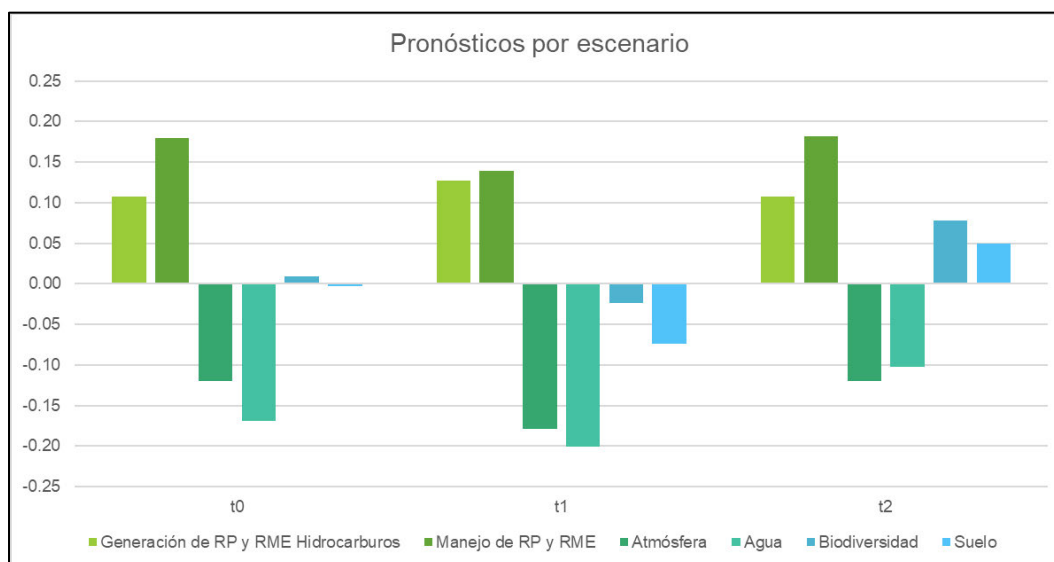
Evento	Estado actual	Sin proyecto T0	Con proyecto T1	Con medidas T2
Generación de RP y RME Hidrocarburos	0.600	0.708	0.728	0.708
Manejo de RP y RME	0.400	0.580	0.539	0.582
Atmósfera	0.700	0.580	0.521	0.580
Agua	0.750	0.581	0.550	0.648
Biodiversidad	0.600	0.609	0.576	0.678
Suelo	0.500	0.497	0.426	0.550

VII.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental identificado para el escenario con proyecto y con medidas, muestra tendencias que a nivel regional, el proyecto se presenta como una alternativa para la solución de una problemática ambiental existente: *contaminación por actividades del sector hidrocarburos* repercutiendo mayormente a la hidrología, suelo y fauna acuática, a nivel del Sistema Ambiental el proyecto se suma a una actividad que actualmente se ejecuta en el área del proyecto por lo que las tendencias son similares a las proyectadas sin proyecto, la calidad en los factores ambientales se ven reducidas, sin embargo, el apego estricto a las medidas evita que el impacto genere un desequilibrio ecológico, a nivel de Área de Influencia y por ser un área inmediata al proyecto la afectación se enfatiza en especial hacia la atmósfera, tomando en cuenta la sinergia con el actual proyecto que se ejecuta.

A modo de conclusión, de acuerdo con las tendencias previamente analizadas por escenario, se muestran los pronósticos en la Figura 70, observando que el proyecto incluso podría lograr una mejoría en la calidad ambiental, cabe mencionar, que este resultado no minimiza los efectos puntuales que el proyecto puede generar, toda vez que aun y con medidas, existen impactos residuales además de que el riesgo a eventos indeseados nunca puede reducirse a cero.

Figura 71 Visualización gráfica del Pronósticos por escenario



VII.5. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Las actividades y procesos que se describen para esta MIA-P, forman parte de un proyecto integral para el tratamiento de residuos de manejo especial y peligrosos, teniendo como antecedente la autorización en materia de evaluación de impacto ambiental por parte de SEMARNAT para las actividades de las etapas de Preparación de Sitio, Construcción, Operación, Mantenimiento y Abandono, a excepción de tratamiento de los residuos del sector hidrocarburos. De acuerdo con esto, no se cuentan con alternativas, teniendo como principal razón:

- Su ubicación es dentro de áreas industriales proyectadas para actividades y procesos similares.

CAPÍTULO VII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CAPÍTULO VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

VIII.1.1. DOCUMENTOS

Se entregará:

- Un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), el cual deberá estar impreso por ambos lados (por un uso responsable del papel);
- Cuatro ejemplares grabados en memoria magnética, incluyendo toda la información que complementa el estudio, mismo que deberá ser presentado en formato Word y PDF (cuando aplique);
- Un ejemplar de la MIA (incluir aparte el Resumen Ejecutivo) en formato digital el cual deberá estar testado para Versión Pública, para lo cual, deberá considerar la censura de la siguiente información:

a) Datos personales

1. Nombre de personas físicas, el nombre de una persona física se integra del prenombre o nombre de pila y los apellidos de la persona, elementos necesarios para dar constancia de personalidad, que permiten la identificación de un individuo (ejemplo; personas que colaboran en la formulación del estudio, a excepción del responsable técnico y representante legal);
2. Firma de persona física, la firma de una persona física es considerada como un atributo de la personalidad de los individuos, en virtud de que a través de esta se puede identificar a una persona (ejemplo; personas que colaboran en la formulación del estudio, a excepción del responsable técnico y representante legal);
3. Domicilio, constituye un dato personal y, por ende, confidencial, ya que incide directamente en la privacidad de personas físicas identificadas;
4. Número de teléfono particular, corresponde al número asignado a un teléfono de casa, oficina y celular permite localizar a una persona física identificada o identificable, por lo que se considera dato personal confidencial;
5. Correo electrónico, se puede asimilar al teléfono o domicilio particular, es decir, se considera como un dato personal;
6. Clave Única de Registro de Población (CURP), se integra por datos personales que sólo conciernen al particular titular de la misma, como lo son su nombre, apellidos, fecha de nacimiento, lugar de nacimiento y sexo. Dichos datos, constituyen información que distingue plenamente a una persona física del resto de los habitantes del país, por lo que la CURP está considerada como información confidencial;
7. Registro Federal de Contribuyentes (RFC), es una clave de carácter fiscal, única e irrepetible, que permite identificar al titular, su edad y fecha de nacimiento, por lo que es un dato personal de carácter confidencial;
8. Edad, recae en la esfera privada de los particulares. Lo anterior, dado que la

- misma se refiere a los años cumplidos por una persona física identificable, de esta manera, se actualiza el supuesto de confidencial;
9. Versión Pública: Documento o Expediente en el que se da acceso a información eliminando u omitiendo las partes o secciones clasificadas, (Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, art.3, fr.XXI).
 10. Sexo, se refiere a las características determinadas, biológicamente, mientras que el género se utiliza para describir las características de hombres y mujeres que están basadas en factores sociales; es decir, las personas nacen con sexo masculino o femenino, pero aprenden un comportamiento que compone su identidad;
 11. Fotografía, constituye el primer elemento de la esfera personal de todo individuo, en tanto funge como un instrumento básico de identificación y proyección exterior, y es un factor imprescindible de reconocimiento como sujeto individual; por lo tanto, es un dato personal confidencial;
 12. Credencial para votar, los datos contenidos en la credencial para votar referentes al año de registro, año de emisión, vigencia Huella digital, estado, distrito, municipio, localidad, sección, registro de elecciones federales, locales, extraordinarias, clave de elector, Reconocimiento óptimo de Caracteres (OCR) y fotografía es considerada como un dato que muestra características únicas que identifican a una persona, por lo que es un dato personal susceptible de clasificarse como confidencial;
 13. Pasaporte, incluye información del portador relacionada a su nombre, nacionalidad, fecha de nacimiento, sexo, lugar de nacimiento, número de pasaporte, entre otros, información que en términos de lo expuesto se considera como confidencial;
 14. Licencia de conducir, mismo caso que lo inmediato anterior;
 15. Estado civil, es un atributo de la personalidad que se refiere a la posición que ocupa una persona en relación con la familia, por su propia naturaleza es considerado como un dato personal confidencial;
 16. Ocupación y grado de estudios, constituye un dato personal, por lo que se actualiza su clasificación como información confidencial;
 17. Fax, permite localizar a una persona física identificada o identificable, por lo que se considera como un dato personal y consecuentemente, de carácter confidencial;
 18. Tipo de sangre, está relacionada con las características físicas y el estado de salud de una persona física, por lo que es un dato personal confidencial;
 19. Cuentas bancarias y/o CLABE interbancaria de personas físicas y morales privadas, al tratarse de un conjunto de caracteres numéricos utilizados por los grupos financieros para identificar las cuentas de sus clientes, a través de los cuales se puede acceder a información relacionada con su patrimonio y realizar diversas transacciones; por tanto, constituye información clasificada.

b) Información patrimonial de persona moral

1. Información patrimonial de persona moral (capital social, utilidades, partes sociales, aportaciones de los socios, aumentos y disminuciones del capital, valor de las acciones y porcentajes), para el caso de la MIA sería el monto de inversión según las categorías contempladas, siendo susceptible de clasificarse como confidencial.

c) Otros

1. Coordenadas del proyecto (información reservada), por lo que se deberá de censurar las coordenadas que facilitan la ubicación del proyecto (grillas de los planos georreferenciados, otros).
- un resumen de la MIA que no exceda de 20 cuartillas en formato Word y PDF (además de presentarse en físico).

Todo documento ingresado a la **AGENCIA** debe ser en idioma español o en su defecto, toda documentación ingresada en idioma extranjero deberá ser acompañada de su correspondiente traducción en español de acuerdo con lo señalado en el artículo 271 primer párrafo del Código Federal de Procedimientos Civiles.

VIII.1.2. CARTOGRAFÍA

Toda la cartografía utilizada y que sirvió de base en la elaboración de la MIA deberá estar correctamente georreferenciada, pudiendo usar imágenes de satélite, fotografía aérea, mapas y planos de localización debiendo señalar el SA, AI y AP. Los planos presentados deberán estar a una escala de un rango adecuado donde sean visibles cada uno de sus elementos, los cuales deberán de contener como mínimo el título, clave de identificación, fecha de elaboración, nomenclatura, simbología, escala gráfica y numéricas, orientación, grillas gráficas, nombre y firma de quien elabora, revisa y autoriza.

Para las fotografías aéreas se recomienda indicar: escala, fecha, hora y número de vuelo, secuencia del mosaico, línea de vuelo y altura. Además de anexar un croquis de ubicación en el que se identifique cada área o tramo fotografiado. Las fotografías panorámicas deberán ser identificadas en el mapa base.

VIII.1.3. FOTOGRAFÍAS

Integrar un anexo consistente en un álbum fotográfico en el que se identifique el número de la fotografía y se describan de manera breve los aspectos que se desean destacar del área de estudio. El álbum fotográfico deberá acompañarse con un plano georeferenciado en el que se indiquen los puntos y direcciones de las tomas, mismas que se deberán identificar con numeración consecutiva y relacionarse con el texto.

VIII.1.4. VIDEOS

De manera opcional se puede anexar una videograbación del sitio. Se deberá identificar la toma e incluir la plantilla técnica que describa el tipo de toma (planos generales, medianos, cerrados, etcétera), así como un croquis donde se ubiquen los puntos y dirección de las tomas y los recorridos con cámara encendida.

VIII.1.5. MEMORIAS

Deberá presentar las memorias y demás documentación de los procesos de consulta en los que se haya apoyado para la elaboración del análisis; escenarios y demás puntos en los que hubiere recurrido a una consulta ya sea ciudadana o a expertos. Dicha memoria deberá contener resúmenes del método empleado, participantes y resultados, pudiéndose acompañar de fotografías y listas de asistencia.

Las memorias podrán ser de las encuestas, cuestionarios, entrevistas y demás metodologías que haya

utilizado como apoyo a los diferentes puntos del estudio. Deberá referir el anexo al capítulo correspondiente del estudio.

Otros documentos pueden ser:

- a) Documentos legales. Copia de autorizaciones, concesiones, escrituras;
- b) Cartografía consultada (INEGI, Secretaría de Marina, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, etc.) en digital y a escala original;
- c) Diagramas y otros gráficos. Incluir el título, el número o clave de identificación, la descripción de la nomenclatura y la simbología empleada;
- d) Imágenes de satélite (opcional);
- e) Resultados de análisis de laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) (cuando sea el caso). Entregar copia legible de los resultados del análisis de laboratorio que incluyan el nombre del laboratorio y el del responsable técnico del estudio. Así mismo, copia simple del certificado en caso de que el laboratorio cuente con acreditación expedida por alguna otra entidad certificadora autorizada;
- f) Resultados de análisis y/o trabajos de campo. Especificar las técnicas y métodos que se utilizarán en las investigaciones, tanto de campo como de gabinete, en relación con los aspectos físicos, bióticos y socioeconómicos. En el caso de que la(s) técnica(s) o método(s) no corresponda(n) con el(los) tipo(s) estándar, justificar y detallar su desarrollo;
- g) Estudios técnicos (geología, geotectónica, topografía, mecánica de suelos, hidrodinámica, etcétera);
- h) Explicación de modelos matemáticos que incluyan sus supuestos o hipótesis, así como verificación de los mismos para aplicarlos, con sus respectivas memorias de cálculo;
- i) Análisis estadísticos. Explicará de manera breve el tipo de prueba estadística empleada e indicar si existen supuestos para su aplicación, en cuyo caso se describirá el procedimiento para verificar que los datos cumplen con los supuestos;
- j) Memorias en formato Excel editable de cálculos de índices ecológicos (por ejemplo; índice de Shannon-Weaver, Índice de diversidad de Simpson, Índice de Valor de Importancia, otros);
- k) Memoria en formato Excel editable del cálculo de la estimación de pérdida de suelo;
- l) Memoria en formato Excel editable de las estimaciones de infiltración, escurrimiento evapotranspiración, etc.

VIII.1.6. PROGRAMAS DE MANEJO

- a) Programa de Rescate de Flora;
- b) Programa de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna;
- c) Programa de Reforestación;
- d) Programa de conservación de suelo, etc.

VIII.1.7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA EN LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL (MIA)

Se deberá presentar en orden cronológico (según la elaboración de los capítulos del estudio) las referencias bibliográficas que ayudaron a la elaboración de la MIA.

VIII.2. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Se deberán incluir los términos que se utilicen en el documento de la MIA.

VIII.3. BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA (POR TEMA)

Diagnóstico ambiental e indicadores de calidad ambiental

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones Terrestres Prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Ceballos, G. y G. Oliva (Coords). 2005. Los mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura Económica. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Challenger, A. 1998. Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México, pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad; Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México y Agrupación Sierra Madre, S.C. México.

CONABIO. 2008. Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.

González, M.F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. México.

Halffter, G. J. Soberon, P. Koleff & A. Melic (Eds). 2005. Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. M3m-Monografías 3er Milenio, vol. 4. Sociedad Entomológica Aragonesa, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Grupo Diversitas-México y Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) México.

Rzedowski, J. y L. Huerta M. 1986. Vegetación de México. Ed. Limusa. México.

Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Indicadores de impacto ambiental

Cocklin, C, Parker, S, y Hay, J., 1992. Notes on Cumulative Environmental Change II: a Contribution to Methodology, Journal of Environmental Management, 35: 51-67.

Comisión Europea, 2000. Hacia un Perfil de la Sostenibilidad Local, Indicadores Comunes Europeos, Informe Técnico, Comisión de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

Comisión Europea, 1999. Guidelines for the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts, as Well as Impact Interactions, Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas.

Conesa Fernández.- Vitoria Vicente, 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa.- Tercera Edición, Madrid.

Council on Environmental Quality, 1997. Considering Cumulative Effects, Executive Office of the President of the United States, January

David Swain, 2002. Measuring Progress: Community Indicators and the Quality Of Life, DPA, Jacksonville Community Council Inc, Florida, USA.

Environmental Protection Agency, 2003. EPA's Draft Report on the Environment 2003. Office on Environmental Information and the Office of Research and Development. EPA-206-R.02-006. Washington, D.C.

Escribano, M.M., M. de Frutos, E. Iglesias, C. Mataix e I. Torrecilla, 1987. El Paisaje. Unidades Temáticas Ambientales de la DGMA. MOPU. Madrid.

Espinoza, Guillermo, 2001. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental, Banco Interamericano De Desarrollo – BID, Centro de Estudios Para El Desarrollo – CED. Santiago de Chile.

Final Report on the Study on the Assessment of Indirect and Cumulative Impacts, as well as Impact Interactions within the Environmental Impact Assessment (EIA) Process, Volume 2: Research Study and Findings. NE80328/D3/2. May 1999.

Gómez Orea, Domingo, 1999. Evaluación del Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental.- Ediciones Mundi-prensa.- Ed. Agrícola Española, S.A. de C.V.

Jackson, E.L., J.C.Kurtz and W.S. Fisher (Eds)., 2000. Evaluation Guidelines for Ecological Indicators. EPA/620/R-99/005. US-EPA / ORD. Washington, D.C.

Lammers,P.E.M. and A.J. Gilbert (Eds)., 1999.Towards Environmental Pressure Indicators for the EU: Indicator Definition. European Commission/EUROSTAT.

Lawrence, D.P., 1994. Cumulative Effects Assessment at the Project Level, Impact Assessment, 12: 253- 273.

PNUMA-ORPALC, 2003. Primer taller regional de variables e indicadores ambientales dentro del marco de la Iniciativa Latino Americana y Caribeña (ILAC). San José, Costa Rica 26-27 de agosto del 2003. <http://www.pnuma.org/reunion%20indicadores/index.htm>

Salazar, Giraldo Juan P., 1999. Indicadores para Evaluación y Seguimiento Ambiental, Universidad Jorge Tadeo Lozano. España.

Perevochtchikova M. La Evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. Gestión y Política Pública, 2013. Vol. XXII, Núm. 2. Pp. 283-312.

Segnestam, L., 1999. Environmental Performance Indicators. A second edition note. Environment Department Papers. Paper No. 71. Environmentally and Socially Sustainable Development. The World Bank Environment Department.

SEMARNAT, 2000. Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental. Reporte 2000. INE-DGGIEA. México.

UN, Working List of Indicators of Sustainable Development: Driving Force, State and Response Indicators, United Nations. <http://www.un.org/esa/sustdev/indisd/english/worklist.htm>

Métodos de evaluación de impacto ambiental

Aguilar, Grethel y; Gabriela Hernández, 2002. Serie sobre Evaluación de Impacto Ambiental: EIA en Centroamérica No. 3, 1ª ed. San José, C.R.: UICN. Oficina Regional para Meso América.

Arce, R. y Guillón, N., 2002. The Application of Strategic Environmental Assessment to Sustainability Assessment of Infrastructure Development, Environmental Impact Assessment Review, 20: 393-402.

Banco Mundial, 1999. Environmental Assessment, OP 4.01, The World Bank, Washington D.C.

Banco Interamericano de Desarrollo, 1997. Evaluación ambiental para el sector transporte: Guía para la gestión de estudios y programas de mitigación ambiental, Banco Interamericano de Desarrollo.

Bowers Marriott, B. 1997. Environmental Impact Assessment, a practical guide. McGraw-Hill. EUA.

Burdge, R. J., 1995. A Community Guide to Social Impact Assessment, Social Ecology Press, Middleton, Wisconsin, USA.

Canter, Larry W., 1998. Manual de Evaluación de Impacto Ambiental: Técnicas para la Elaboración de Estudios de Impacto, McGraw-Hill, Madrid.

Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable, 2000 .La sociedad Civil, El Sector Privado y El Estado ante la Evaluación del Impacto Ambiental, CESPEDS, Centro Mexicano de Derecho Ambiental AC, Unión de Grupos Ambientalistas IAP, México.

Conesa Fernández.- Vitoria Vicente, 1997. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.- Ediciones Mundi-Prensa.- Tercera Edición, Madrid.

Department of the Environment, 1996. Preparation of Environmental Statements for Planning Projects that Require Environmental Impact Assessment, A good Practice Guide HMSO, London, UK.

Estevan Bolea M. Teresa, 1989. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Ed. España. Ed. Mapfre, S.A.

Gómez Orea, Domingo, 1999. Evaluación del Impacto Ambiental, Un Instrumento Preventivo para la Gestión Ambiental.- Ediciones Mundi-prensa.- Ed. Agrícola Española, S.A. de C.V.

Institute of Environmental Assessment and Landscape Institute, 1995. Guidelines for Landscape and Visual Impact Assessment, Chapman and Hall, London, UK.

Institute of Environmental Assessment, 1995. Guidelines for Baseline Ecological Assessment, E & F.N. Sponsors, London, UK.

Instituto Nacional de Ecología, 2000. La Evaluación del Impacto Ambiental: Logros y Retos para el Desarrollo Sustentable 1995-2000, México, SEMARNAP, INE, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental.

Lawrence, P.D. 2003. Environmental Impact Assessment, practical solutions to recurrent problems. Wiley-Interscience. EUA.

Leopold L.B., F.E. Clark., B.B. Hanshaw y J.R. Balsley, 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. U.S. Geological Survey. Circular # 645. Department of the Interior. Washington, D.C.

Martín Cantarino, C, 1999. El Estudio de Impacto Ambiental, Textos Docentes, Universidad de Alicante, Alicante, España.

Modak, P. and A. K. Biswas.1999. Conducting Environmental Impact Assessment for Developing Countries. United Nations. University Press. New York, EUA.

Morris, O. and R. Terrible (eds). 2004. Methods of environmental impact assessment. Second Edition. Spon Press, Taylor & Francis Group. New York, EUA.

Sampedro Ávila G., Ávila Serrano G., Arredondo García C. y Espejel Carbajal I. Síntesis cualitativa de la investigación en la zona costera de México: Contribuciones al fortalecimiento de la evaluación de impacto ambiental (EIA). 2015. Investigación Ambiental. No. 7 Vol. 1. Pp 25-41

Subsecretaría de Energía. Argentina. Marzo 1990. Manual de gestión ambiental de centrales térmicas convencionales para generación de energía eléctrica. ' contenidos/archivos/ manuales_gestion_ambiental/ Centrales%20Termicas.doc

Turner, T., 1998. Landscape Planning and Environmental Impact Design, Díaz de Santos.

Evaluación ambiental estratégica

Brown, A. L, and R. Therivel, 2000. Principles to guide strategic environmental assessment methodology, Impact Assessment and Project Appraisal, 18(3), September, pages 183–190.

Comisión Europea, 1998. Manual sobre Evaluación de Ambiental de Planes de Desarrollo Regional y Programas de los Fondos Estructurales de la UE. Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas, Bélgica.

Comisión Europea, 2001. SEA and the Integration of the Environment into Strategic Decision-making, Comisión de las Comunidades Europeas.

Comisión Nacional del Medio Ambiente, 2001. Guía para la Aplicación de la Evaluación Ambiental Estratégica, Dirección Ejecutiva, Departamento de Operaciones, Subdepartamento de Evaluación de Impacto Ambiental, CONAMA, Gobierno de Chile, Santiago, Chile, Diciembre.

CSIR y DEAT, 2000. Strategic Environmental Assessment in South Africa, Guideline Document, Department of Environmental Affairs and Tourism, Pretoria.

European Commission, 2001. Guidance on EIA Scoping, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

European Union, Wuppertal Institute, and seven European institutions, ANSEA New Concepts in Strategic Environmental Assessment: Towards Better Decision-Making, Madrid, España, February 2002.

Goodland, Robert & Gus Tillman, 1996. Evaluación Ambiental Estratégica, PRISMA, Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente, No. 19, Septiembre-Octubre.

Jiliberto, R and M Álvarez-Arenas (Eds.), 2000. Evaluación Ambiental Estratégica de Políticas, Planes y Programas (TAU Group, Madrid).

Jiliberto, Rodrigo, 2002. Decisional Environment Values as the Object of Analysis for Strategic Environmental Assessment, Impact Assessment and Project Appraisal, Volume 20, number 1, March 2002, pages 000–000, Beech Tree Publishing, 10 Watford Close, Guildford, , UK.

Organization for Economic Cooperation and Development, 2000. Strategic Environmental Assessment, European Conference of Ministers of Transport, Paris.

Oñate, J, Pereira, Suárez, Rodríguez y Chacón, 2002. Evaluación Ambiental Estratégica, Ediciones Mundi Prensa, Madrid.

Partidario, M.R, y Clark, R, 1999. Perspectives on Strategic Environmental Assessment, Lewis

Publishers, New York.

Petts, J (Ed.), 1999. Handbook of Environmental Impact Assessment, Volume I, Blackwell Science, London.

Sadler, B, and Verhee, R., 1996. Strategic Environmental Assessment: Status, Challenges and Future Directions, No. 53, Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Hague, Netherlands.

Therivel, R, y Partidario, M.R., 1996. The Practice of Strategic Environmental Assessment, Earthscan, London.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2002. Evaluación Ambiental Estratégica: Capacitación para Centroamérica, Unión Mundial para la Naturaleza. Oficina Regional para Meso América; Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo, San José, Costa Rica.

Volver Kleinschmidt and D. Wagner. 1998. Strategic Environmental Assessment in Europe, fourth european workshop on environmental impact assessment. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.

Weston, J., 1997. Planning and Environmental Impact Assessment in Practice, Ed Joe Weston, New York.

Consulta pública y participación ciudadana

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (1996). Manual de Participación Pública de la RCRA.

Burguete S. Leopoldo, 2003. "Desarrollo Sustentable y Participación Social", Calidad Ambiental, Vol. VIII, No. 3, Mayo/Junio, 2003, pp. 14-19.

Comisión Europea, Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se Establecen medidas para la Participación del Público en la Elaboración de Determinados Planes y Programas Relacionados con el Medio Ambiente, Comisión de las Comunidades Europeas, Bruselas, 2000.

CONAMA, 2002. Participación Ciudadana Temprana en el Marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental: Guía para Titulares de Proyecto de Inversión, Santiago, Chile.

Connor, Desmond M., 1997. Participación Pública: Un Manual. Cómo prevenir y resolver los conflictos públicos. Connor Development Services Ltd. Victoria, BC. Canadá.

Espinoza, G., X. Abogabir y O. Salazar, 1998. Instrumentos de Gestión Ambiental y Participación ciudadana. Casa de la Paz, Stgo., Chile.

García Batís María Luisa, 2000. La Incorporación Gradual de la Participación Ciudadana en el Proceso de Planeación, Carta Económica Regional N° 73, Universidad de Guadalajara, Julio–Septiembre del 2000.

IFC, 1998. Public participation: good practice manual. IFC, Washington DC, EE.UU.

Interorganizational Committee on Guidelines and principles, 1994. Guidelines and Principles for Social Impact Assessment. Journal of Impact Assessment, Volume 12, verano. 1994.

Rabel Burdge y Frank Vanclay, 1995 "Social Impact Assessment". En "Environmental and Social Impact Assessment". John Wiley and Sons. England; Sutherland Shire Council (1997) "Quantifying Social Impact Assessment".

Roberts, Richard, 1995 "Public Involvement; from consultation to participation". En "Environmental and Social Impact Assessment". F. Vanclay y D.A. Bronstein (eds). International Association of Impact Assessment. John Wiley and Sons. Londres.

Sabatini, Francisco, Claudia Sepúlveda y Pablo Villarroel, 1996. "Cinco dilemas sobre conflictos ambientales y participación ciudadana" En: Revista Ambiente y Desarrollo, Vol XII, N°1, marzo de 1996. Cipma, Santiago.

Seoanez Calvo, M., 1997. El Medio Ambiente en la Opinión Pública, Ed. Mundi-Prensa, México D.F. Vanclay. F y D. Bronstein, 1995. Environmental and Social Impact Assessment. Wiley, Inglaterra.

World Bank, 1996. The World Bank Participation Sourcebook the International Bank, Washington D.C.

Wright R., Albert, 1997. "Participation, ownership, and sustainable development", en: Merilee Grindle, 1997. Getting good government. Capacity building in the public sector of developing countries. Harvard Institute for International Development.

Cambio Climático

Emanuel, K. A. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. Nature 436: 686-688. 2005.

Energy Efficient Strategies. 2005 Intrusive Residential Standby Survey Report. Report for E3 2006/02. Australian National Framework for Energy Efficiency y New Zealand National Energy Efficiency and Conservation Strategy. Australia. 2006.

Deschenes, O. (2014). Temperature, human health, and adaptation: A review of the empirical literature. Energy Economics, 46, 606–619. doi:10.1016/j.eneco.2013.10.013

Iglesias, A., Moneo, M., & Quiroga, S. (2009). Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems. (A. Iglesias, A. Cancelliere, D. A. Wilhite, L. Garrote, & F. Cubillo, Eds.) Coping with Drought Risk in Agriculture and Water Supply Systems (Vol. 26). Dordrecht: Springer Netherlands. doi:10.1007/978-1-4020-9045-5

IPCC. (2012). Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (C. B. Field, V. Barros, T. F. Stocker, & Q. Dahe, Eds.). Cambridge, UK, and New York, NY, USA: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9781139177245

Patz, J. A., Campbell-Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. A. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature*, 438(7066), 310–317. doi:10.1038/nature 04188.

PNUMA y OMM. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. América Latina. 1997.

Royal Society. Biodiversity-climate interactions: adaptation, mitigation and human livelihoods. Report of an international meeting held at the Royal Society, 12-13 June 2007. England. 2007.

SMAGDF. Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Zona Metropolitana del Valle de México 2006. México. 2008.

WBGU. The Future Oceans—Warming Up, Rising High, Turning Sour. German Advisory Council on Global Change. Berlin. 2006.