



### I.1.1. Nombre del proyecto.

Construcción de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del Fraccionamiento Residencial Los Bosques, ubicado en Saloya 2A sección, municipio de Nacajuca, Tabasco.

### I.1.2. Ubicación del proyecto.

La planta de tratamiento de aguas residuales se ubicara en un predio rustico el cual se encuentra situado en la localidad de Saloya 2da sección, ejido el Cedro, perteneciente al municipio de Nacajuca, estado de Tabasco; la planta ocupara una superficie total de **38,612.087 m<sup>2</sup>** (3.861 Hectáreas).



Fig.2. Ubicación física del proyecto.

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

El proyecto el cual consiste en la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo Pantanos Artificiales de Flujo Superficial a la cual de acuerdo a sus características constructivas, se le estima un periodo de **TIEMPO DE VIDA ÚTIL** de **55 años** (660 meses), de los cuales **5 años** (60 meses) serán el periodo de tiempo estimado para realizar **conjuntamente** la **PREPARACION DEL SITIO** y **CONSTRUCCIÓN** y **50 años** (600 meses) es el periodo estimado de **OPERACIÓN ÚTIL** de la planta.

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

#### **I.2. Promovente.**

##### **I.2.1. Nombre o razón social.**

VIVE POMOCA S.A. de C.V.

*En el **anexo A** encontrara copia de la escritura No. 4648 volumen LXXXVIII de fecha 09 de Mayo de 2005 y de la escritura No.8820 volumen CCXL de fecha 02 de Septiembre de 2008, dada en Fe por el Lic. Manuel Alberto Pinto Castellanos Notario Público Adscripto a la Notaria Pública No. 3.*

##### **I.2.2.Registro federal de contribuyente del promovente.**

VPO050509KT1

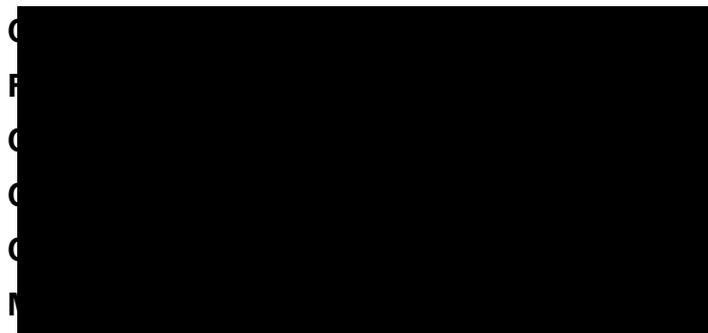
*En el **anexo B** encontrara copia del Registro Federal de Contribuyente del Promovente*

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

Ing. Gustavo Carrera Falcón

*En el **anexo C** encontrara copia del Registro Federal de Contribuyente y de la Credencial para Votar del representante legal del promovente.*

##### **I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal.**



Estado: T

Teléfono/

E-mail: gu

### **1.3. Responsable de la elaboración del Manifiesto de Impacto Ambiental.**

#### **I.3.1. Nombre o razón social.**

GEOELEMENTO S.A. de C.V.

#### **I.3.2. Registro federal de contribuyente.**

GEO060202HDA

*En el **anexo D** encontrara copia del Registro Federal de Contribuyente del responsable de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental.*

#### **I.3.3. Nombre del responsable técnico del Manifiesto de Impacto Ambiental.**

Biol. Paolina Barradas Campechano

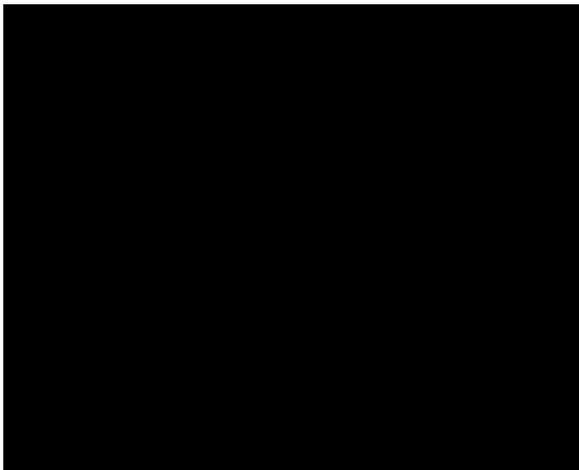
Cédula Profesional: 5913403.

Ecol. Jesús Manuel Félix Hernández

Cédula Profesional: 5847285.

*En el **anexo E** encontrara copia de las Cédulas Profesionales de los responsables técnicos de la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental.*

#### **I.3.4. Dirección del responsable técnico del Manifiesto de Impacto Ambiental.**



## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

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

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

Uno de los principales impactos que se generan sobre los cuerpos de agua ya seas de tipo lenticos o loticos son las descargas de aguas residuales sin ningún tipo previo de tratamientos, la realización de dicha actividad provoca merma la capacidad de carga que tienen los cuerpos de agua de tal modo que no solo llegan a afectar el delicado equilibrio que presentan, aunado a ello dichas actividad puede repercutir de forma grave en la salud de los pobladores aledaños a cuerpos receptores de descargas residuales sin tratamiento.

El presente proyecto consiste en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo **PANTANOS ARTIFICIALES DE FLUJO SUPERFICIAL** la cual ocupara una superficie total de **38,612.087 m<sup>2</sup> (3.861 Hectáreas)**.

La planta de tratamiento de aguas residuales es una **OBRA de SERVICIO, EQUIPAMIENTO URBANO y SANEAMIENTO** la cual todo fraccionador es **RESPONSABLE DE PROVEER**, de acuerdo con lo que establece el **artículo 194 segundo párrafo** publicada en el Periódico Oficial 6941 suplemento H de fecha 14 de marzo de 2009 de la Ley de Ordenamiento Sustentable del Territorio del Estado de Tabasco.

La planta dará tratamiento a las aguas residuales generadas en el “Fraccionamiento Residencial los Bosques” (**10,811 viviendas**), el agua residual tratada será **ALMACENADA EN UN TANQUE** de **1,072.33 m<sup>2</sup>**, la cual será **REUTILIZADA PARA EL RIEGO** de las áreas verdes del fraccionamiento; dicha agua se **INFILTRARA** y **LLEGARA** finalmente a la laguna El Gordiano.

### II.1.2. Selección del sitio.

El proyecto de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales se realizó como parte de las obras de urbanización y equipamiento las cuales están obligados a construir todos los fraccionadores de acuerdo con lo que establece el **artículo 217 fracción II** de Ley de Ordenamiento Sustentable del Territorio del estado de Tabasco.

La planta **REALIZARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR LOS HABITANTES DEL FRACCIONAMIENTO RESIDENCIAL LOS BOSQUES** (10,811 viviendas), el agua tratada será empleada para el riego de las áreas verdes del fraccionamiento y de acuerdo a los cálculos de diseño, llegara por medio de la **INFILTRACIÓN** un volumen de **100 A 120 LITROS POR SEGUNDO** a la laguna El Gordiano.

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

La planta de tratamiento ocupara una superficie de **38,612.087 m<sup>2</sup>** (3.861 hectáreas) y estará integrada por 8 componentes las cuales son: **Clarificador, Pre tratamiento, Cárcamo de afluente, Desinfección por UV, Caja de Influyente, Caja de Efluente, Cárcamo de salida y una Caseta de control.**

Los componentes que integran la planta de tratamiento se ubicaran dentro de la superficie total que ocupara la planta; las coordenadas de ubicación del polígono que comprende la superficie que ocupara la planta de tratamiento son los siguientes:

Punto	Geográfica	UTM
1	N18°03'08.72" W92°57'02.91"	N0505206.80 E1995986.40
2	N18°03'11.16" W92°56'59.78"	N0505298.78 E1996061.46
3	N18° 03'13.14" W92°56'57.30"	N0505371.97 E1996122.41
4	N18°03'02.05" W92°56'52.67"	N0505507.47 E1995781.52
5	N18° 03'00.74" W92°56'52.13"	N0505523.34 E1995741.23
6	N18°03'00.19" W92°56'53.35"	N0505487.12 E1995724.24
7	N18° 02'59.31" W92°56'53.01"	N0505497.54 E1995697.80
8	N18°02'59.02" W92°56'53.73"	N0505476.11 E1995688.25
9	N18°03'08.62" W92°56'58.11"	N0505347.84 E1995983.20
	N18°03'06.67"	N0505238.00

10	W92°57'01.82"	E1995923.85
----	---------------	-------------



Fig.3.Planta de tratamiento de aguas residuales.

En el **anexo F** encontrara Planos generales de la planta y de los componentes que la integran.

#### II.1.4. Inversión requerida.

De acuerdo al diseño de la planta a dicha se le estima un tiempo de **VIDA ÚTIL DE 55 AÑOS** siendo de estos **5 años** utilizados para realizar conjuntamente la **PREPARACIÓN DEL SITIO y CONSTRUCCIÓN** y **50 AÑOS** para su **OPERACIÓN**; para realizar en su totalidad las actividades constructivas de la planta así como la equitación de esta, se requerirá un monto total de **\$35, 000, 000** (Treinta y cinco millones de pesos) el cual se encuentra desglosado de la siguiente manera:

La **OPERACIÓN** útil de la planta se realizara en un periodo de tiempo de **50 años** dentro de lo cual se requerirá un monto total de **\$87,500, 000** (ochenta y siete mil quinientos millones de pesos), monto total que queda desglosado de la siguiente manera:

**Costo de Inversión por habitante:** Inversión/Número de habitante: 35 millones de pesos/40,433 habitantes = **\$866 por habitante**.

**Costo de Operación, Mantenimiento, Reparación y Reposición (OMRR):** Se estima que éste costo representaría el 3% anual de la inversión, el Costo de **OMRR** anual es aproximadamente =  $\$35'000,000 \cdot 0.03 = \$1'050,000$ .

**El Costo Total del Ciclo de Vida de la planta** a 50 años sería, entonces:  $35 + 50 \cdot 1.05 = 87.5$  millones de pesos.

**Costo de Saneamiento por Habitante durante el Ciclo de Vida de la Planta =**  $\$87'500,000/40,433 = \$2,164/\text{habitante}$ .

**Costo Anual de Saneamiento por habitante =**  $\$2,164/50 \text{ años} = \$43 \text{ por año}$ , cifra que al dividirse entre 12 meses nos da un **costo de tratamiento mensual por habitante de \$3.61**.

Si efectuamos el cálculo tomando en cuenta la capacidad de tratamiento de la planta (6,469.3 m<sup>3</sup>/día, en 50 años se procesaría un total de 118'064,725 m<sup>3</sup>). Si dividiríamos el costo de saneamiento a 50 años entre el caudal total tratado, tendremos un:

**Costo por m<sup>3</sup> a 50 años =**  $\$87'500,000/118'064,725 \text{ m}^3 = \$0.74/\text{m}^3$ .

### II.1.5. Dimensiones del proyecto.

La planta de tratamiento de aguas residuales es una obra de servicios y equipamiento urbano la cual realizara el tratamiento de las aguas generadas por el fraccionamiento las cuales se reutilizaran y llegaran por medio de la infiltración en un volumen aproximado de **100 a 120 litros por segundo** a la laguna El Gordiano, dicha planta ocupara una superficie de **3.861 hectáreas** (38,612.087 m<sup>2</sup>); el predio donde se construirá dicha planta es propiedad de la promovente.



Fig.4.Dimensiones de la Planta de tratamiento de aguas residuales.



Fig.5.Dimensiones de la Planta de tratamiento.

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

De acuerdo con lo que establece la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el artículo 115 fracción V inciso a), **LOS MUNICIPIOS** están **FACULTADOS** para **FORMULAR, APROBAR** y **ADMINISTRAR** la **ZONIFICACIÓN DE DESARROLLO URBANO**.

De acuerdo al mapa de **USO ACTUAL DEL SUELO** del programa de desarrollo urbano de la zona conurbada Villahermosa – Nacajuca; la planta de tratamiento de aguas residuales se ubican en dos tipos de uso de suelo los cuales son **TULAR** y **PASTIZAL CULTIVADO**.



Fig.6. Uso de suelo en la superficie que se construirá la planta de tratamiento.

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

El proyecto el cual consiste en construir una Planta de Tratamiento de aguas residuales de tipo **Pantanos Artificiales de Flujo Superficial**, se encuentra en una zona en la cual el nivel de urbanización se ha incrementado gradualmente los últimos años, debido principalmente a que los terrenos de la zona no son inundables y a que dicha zona es una parte conurbada de la ciudad de Villahermosa y Nacajuca por lo cual la hace atractiva para quienes tienen sus centros de trabajo en la ciudad de Villahermosa.

Dicha zona cuenta con la totalidad de los servicios urbanos requeridos por lo cual el presente proyecto no requiere generar más de los existentes en la zona.

## II.2. Características particulares del proyecto.

El presente proyecto consiste en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo **Pantanos Artificiales de Flujo Superficial**, este tipo de plantas de tratamiento realizan una biofiltración empleando principalmente plantas enraizadas las cuales con ayuda de la micro fauna van degradando los contaminantes que el agua residual presenta, el agua residual dentro de la planta será sometida a diversos procesos para eliminar la concentración de contaminantes en ella hasta que dicha presente los parámetros adecuados para ser descargada en un bien nacional de acuerdo a los parámetros de la Nom-001-semarnat -1996.

A continuación se describe los procesos de tratamiento que se realizarán en la planta:

**Pretratamiento:** Recibe las aguas negras provenientes del cárcamo, quitándole sustancias que no son propiamente aguas negras y luego pasando el agua negra a un tanque con el propósito de clarificar a esas aguas, separando a los sólidos sedimentables del resto del agua clarificada.

**Clarificador:** concentra la corriente de agua rica en sólidos que sale del aparato por la parte inferior de este dispositivo, mientras que la corriente clarificada, clara y baja en sólidos, sale por la parte superior, el dispositivo es de tipo rectangular con secciones de decantación, constando de tolvas de sedimentación que permiten la precipitación y captación de los sólidos sedimentables de mayor tamaño, en este punto el agua se divide en dos corrientes de tratamiento la corriente inferior abundante en sólidos se pasa a la **Celda de Lodos** y la superior clarificada a las **Celdas de Purificación**.

Este dispositivo cuenta en su interior con un sistema de “barrido” de lodos el cual consiste en el desplazamiento y acumulación de los sólidos sedimentados en el fondo del clarificador hacia las tolvas de sedimentación para su purga posterior a la **Celda de Lodos**.

**Celda de Lodos:** Se utiliza para el tratamiento de los sólidos separados presentes en el agua residual, el modo de operación de este elemento es mediante la acción de plantas de los géneros *Arundo Donax* o *Phragmites Australis*; sembradas en una superficie filtrante que consta de tres capas que tienen la siguiente composición:

10 cm de grava de diámetro de 1” a 2”, 10 cm de grava de ½” a 1”, 10 cm de grava de 3/8” o menos y 20 cm de arena gruesa colocada sobre la grava.

La alimentación de este elemento es mediante un sistema de tubos vertedores verticales tipo sifón los cuales desalojan el influente al aparato de manera uniforme en la superficie de la celda, la corriente espesa rica en sólidos proveniente de la parte inferior del Clarificador, los sólidos se retienen en la superficie donde se convierten en suelo apto para la vegetación; el aparato tiene una vida útil de 50 años y convierte a los sólidos en fertilizante natural de alto valor para la jardinería.

**Celdas Purificadoras:** Estos elementos son la base central del proceso de purificación de las aguas del proyecto, y tienen un funcionamiento similar al de un pantano natural, consistiendo de vegetación pantanal (*Typha Latifolia*, *Scirpus Californicus*, o *Scirpus Validus*) sembrada en lechos de suelo compactado que permanecen inundados, una vez que la vegetación se ha establecido completamente en la superficie de la celda, este proceso se define por la actividad existente entre los microorganismos presentes alrededor del tallo de las plantas pantanales, en esta interface se generan procesos de transformación de la materia orgánica presente en el agua, la cual obedece a una reacción de primer orden y que es óptima con la temperatura anual disponible en el sitio de la PTAR.

**Cárcamos:** Este elemento recibe las aguas ya tratadas y envía esa agua a la Unidad de Desinfección por el impulso de bombas debido a la diferencia de niveles entre los Cárcamos y la Unidad mencionada.

**Unidad de Desinfección Ultravioleta (o similar):** Para culminar el tratamiento se utiliza un proceso de desinfección de rayos ultravioleta en la corriente tratada, el cual tiene como objetivo reducir los componentes microbiológicos (coniformes) a un valor permisible por los estándares de calidad del agua que se tienen en la actualidad luego el agua tratada se vierte en la Laguna Gordiano.

**Estanque de captación:** en él se concentraran las aguas residuales tratadas las cuales serán empleadas para el riego de las áreas verdes del fraccionamiento.

### Diagrama esquemático del proceso de tratamiento de aguas residuales.

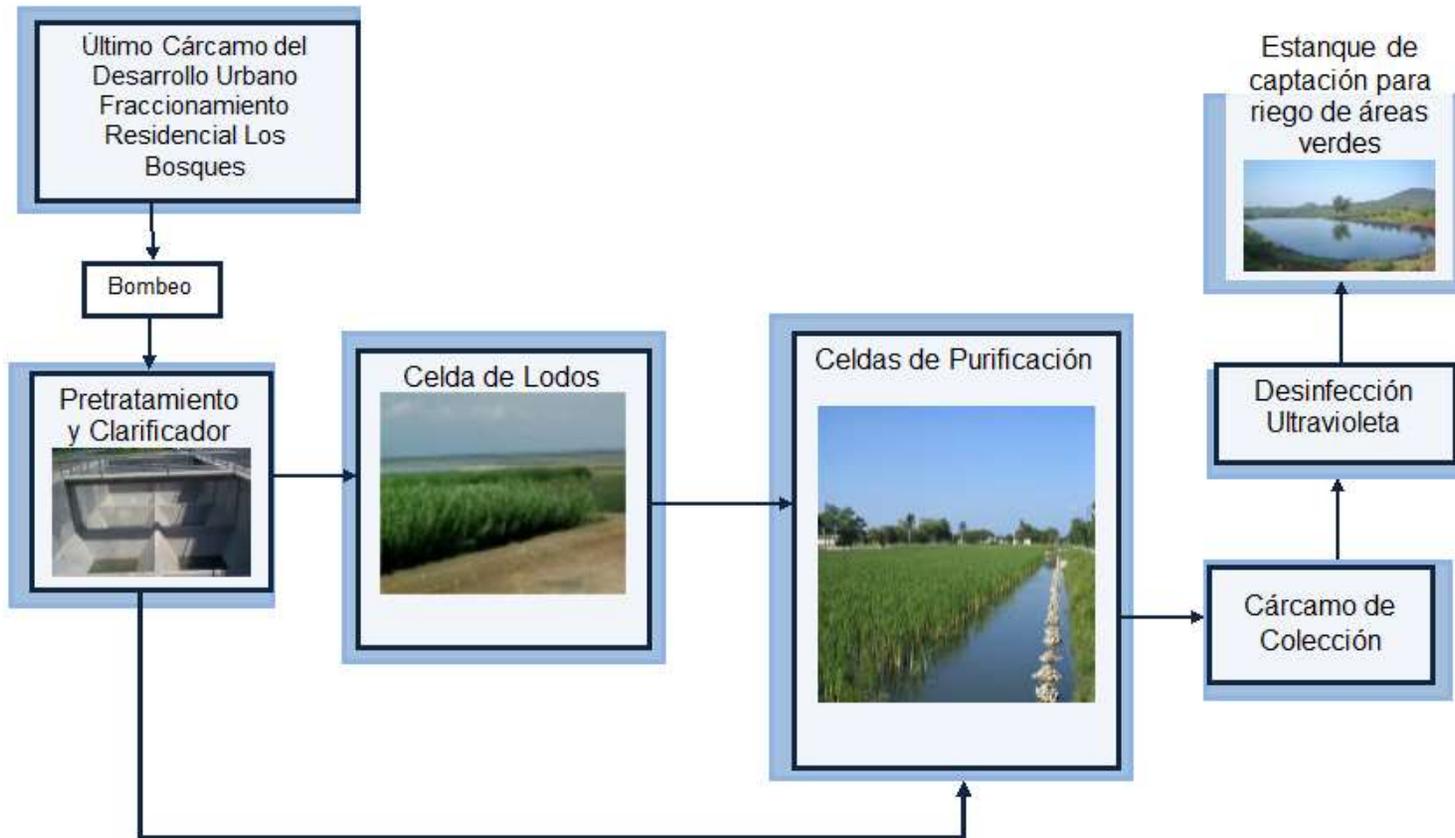


Fig.7. Diagrama del proceso de Tratamiento.

A continuación se presentan los cálculos adicionales de algunos de los elementos de la PTAR, básicamente de los elementos de Pretratamiento, del Clarificador, de las Celdas Purificadoras, de los Cárcamos y Bombas y algunos otros elementos y aspectos de la PTAR del Fraccionamiento Residencial Los Bosques.

## **PRETRATAMIENTO**

Primero, calculamos la Anchura de cada canal del elemento en consideración en relación con la Velocidad de Flujo Extraordinario por el Canal.

$$\mathbf{GASTO = Q = AV}$$

$$\mathbf{A = \text{Área (en m}^2\text{)}}$$

$$\mathbf{V = \text{Velocidad (en m/s)}}$$

$$\mathbf{ALTURA = 0.7}$$

$$\mathbf{A \text{ a Requerir} = Q / V.}$$

El Flujo Extraordinario por un canal se estima en 224.9 l/s, por lo cual sin rejillas, la Velocidad de flujo por el Canal a una Altura de 0.7 m y una Anchura de 1.7 m sería = 0.19 m/s.

Se colocarán dos rejillas sacabasura con dimensiones de construcción 1.45 m de ancho por una altura de 0.95 m colocadas a un ángulo de inclinación con respecto a la horizontal de 60°.

En el cálculo de la separación de las barras se considera el siguiente criterio:

Para la 1ª rejilla una separación de 2 cm.

Espesor de la barra lisa = 1.27 cm.

De esta manera, el espacio libre equivaldría al 61.1% del total de espacio de la rejilla, por lo cual la Velocidad de Agua a través de la rejilla se incrementaría al 0.31 m/s. Se tendría 44 barras en esa rejilla.

En el caso de la segunda rejilla, dicha Velocidad se incrementaría al 0.404 m/s, todavía aceptable. Se tendría 64 barras en esa rejilla.

Niveles de las banquetas del Pretratamiento y del Clarificador:

<b>Pretratamiento</b>	Nivel en Metros	NPT
Banqueta perimetral al comienzo del pretratamiento	12.27	12.17
Banqueta perimetral al final del pretratamiento	11.27	11.17
<b>Clarificador</b>		
Banqueta perimetral al comienzo del clarificador	8.8	8.7
Banqueta perimetral al final del clarificador	8.8	8.7
Nivel de piso del clarificador	8	7.85

Niveles de muro del Pretratamiento:

Objeto	Nivel de piso terminado	Nivel superior	Altura
Muro de carga del medidor de flujo	12.17	13.65	1.48
Muro de inicio de caja de control	11.82	14.2	2.38
Muro deflector	12.98	13.58	0.6
Puerta de pretratamiento	12.43	15.07	2.64
Muro de final de canal	11.25	13.85	2.6

## CLARIFICADOR.

Uno de los cálculos del Clarificador se refiere al flujo de agua superficial de ese elemento hacia las Celdas Purificadoras mediante un distribuidor con seis salidas, una para cada Celda. Aunque existirán puertas de control del agua a cada Celda para regular el flujo en forma ocular, o para impedir el flujo en un momento determinado (como sería para el tiempo que dure la Primera Etapa para las Celdas Purificadoras A, B), se pretende adicionalmente que el flujo se auto regula mediante el tamaño de las aperturas establecidas. De esta manera, requerimos calcular los ángulos de los vertedores de cada una de las seis salidas que llevan el agua hacia las Celdas Purificadoras.

Usamos 90° de apertura para la apertura de mayor flujo, y calculamos los ángulos de las cinco aperturas restantes en proporción a sus flujos relativo al flujo máximo por la apertura de 90°, la ecuación que utilizamos es para flujos en vertedores con ángulos:

$$Q = (8/15) * (2g)^{0.5} * C * \tan(\theta/2) * H^{2.5}$$

Cálculo de los ángulos de los vertedores de la caja de distribución.

	A	B	C	D	E	F
Flujo (en M3/D)	2600.7	2387.2	3590.5	3862.2	3182.9	3804
M3/S	0.030101	0.02763	0.041557	0.044701	0.036839	0.044028
TAN THETA/2	0.673364	0.618085	0.929639	1	0.824105	0.984918
H**2.5	0.032625	0.032625	0.032625	0.032625	0.032625	0.032625
H	0.254342	0.254342	0.254342	0.254343	0.254342	0.254342
THETA R	1.18525	1.107223	1.497902	1.570796	1.378534	1.5556
THETA G	67.9098	63.43919	85.82348	90	78.98421	89.12931

Cálculo de los vertedores del Clarificador.

Cálculo	A	B	C	D	E	F
Diámetro del tubo	8"	8"	10"	10"	10"	10"
Angulo del Vertedor (grados)	67.9	63.4	85.8	90	79	89.1
Abertura en V (Variable b) en m	0.4309	0.395299	0.594754	0.64003	0.527603	0.630055
Anchura de la placa del vertedor en cm	79	79	79	79	79	79
Altura de la placa del vertedor en cm	42	42	42	42	42	42
Anchura de la placa de compuerta en cm	79	79	79	79	79	79
Altura de la placa de compuerta en cm	47	47	47	47	47	47

## CALCULO DE COMPACTACION DE BORDOS.

Los cálculos del volumen estimado de material por compactarse (sin el factor de abundamiento del 30%) se dividen en dos tipos: primero, los de bordos (de arcilla) y segundo, los de plataformas de las Celdas Purificadoras (de materia orgánica), las dos compactaciones difieren en el grado Proctor (el 95% en el primer caso y un 85% en el segundo), casi no hay suelo que cortar por ser un sitio bastante “bajo” sin embargo en algunos casos existe la posibilidad de mover suelo de una parte de un elemento determinado a otra y esas posibilidades están incluidas en los cálculos.

### Cálculo del Volumen Estimado por Compactarse en los Bordos

Bordo	Celda	Area	Elevación del Terreno Natural	Elevación Pos Desplazamiento	Volumen	Elevación con Compactación de Base	Volumen	Elevación Final	Altura del Bordo	Pendiente 1	Pendiente 2	Corona	Area de Sección	Longitud	Volumen
BE1	A	494.49	6	5.7	-148.347	6.2	247.245	10	3.8	0	2	3	25.84	46.65	1205.436
BE2	A	3321.8	7.1	6.8	-996.54	7.3	1660.9	10	2.7	3	2	3.5	27.675	195.4	5407.695
BE3	A	2013.65	6.9	6.6	-604.095	7.1	1006.825	10	2.9	0	2	4.5	21.46	195.5	4195.43
BI1	A,B	515.844	7.4	7.1	-154.7532	7.6	257.922	10	2.4	2	2	3	18.72	40.94	766.3968
BE4	B	2375.49	7.9	7.6	-712.647	8.1	1187.745	10	1.9	3	2	3.5	15.675	182.73	2864.29275
BE6	B	326.865	8.2	7.9	-98.0595	8.4	163.4325	10	1.6	0	2	4.5	9.76	42.45	414.312
BE5	B	1516.41	7.9	7.6	-454.923	8.1	758.205	10	1.9	0	2	4.5	12.16	182.7	2221.632
BE7	CL	1019.4495	7.5	7.2	-305.83485	7.7	509.72475	10	2.3	3	2	3.5	21.275	67.9633	1445.91921
BE8	CL	1498.3095	7.5	7.2	-449.49285	7.7	749.15475	10	2.3	3	2	3.5	21.275	99.8873	2125.10231
BE9	CL	1020.948	7.5	7.2	-306.2844	7.7	510.474	10	2.3	3	2	3.5	21.275	68.0632	1448.04458
BI2	CL,C	1258.89246	7.4	7.1	-377.667738	7.6	629.44623	10	2.4	2	2	3	18.72	99.9121	1870.35451
Total					-4608.64454		7681.07423								23964.6152

Bordo	Celda	Area	Elevación del Terreno Natural	Elevación Pos Despalme	Volumen	Elevación con Compactación de Base	Volumen	Elevación Final	Altura del Bordo	Pen-diente 1	Pen-diente 2	Co-ro-na	Area de Sección	Longitud	Volumen
BE10	C	1479.64444	6.9	6.6	443.893332	7.1	739.82222	10	2.9	0	2	4.5	21.46	143.6548	3082.83201
BE11	C	1643	7.4	7.1	-492.9	7.6	821.5	10	2.4	3	2	3.5	22.8	106	2416.8
BE12	E	1606.3728	7.3	7	481.91184	7.5	803.1864	10	2.5	3	2	3.5	24.375	100.3983	2447.20856
BE13	E	3022.5	6.6	6.3	-906.75	6.8	1511.25	10	3.2	3	2	3.5	36.8	155	5704
BE14	E	2094.057	6.2	5.9	-628.2171	6.4	1047.0285	10	3.6	3	2	3.5	45	97.398	4382.91
BI3	C,E	2272.04	6.6	6.3	-681.612	6.8	1136.02	10	3.2	2	2	3	30.08	143.8	4325.504
BE15	D	1273.12375	8	7.7	381.937125	8.2	636.561875	10	1.8	3	2	3.5	14.4	101.8499	1466.63856
BE16	D	1550	8.5	8.2	-465	8.7	775	10	1.3	3	2	3.5	8.775	155	1360.125
BE17	D	916.6491	8.7	8.4	274.99473	8.9	458.32455	10	1.1	3	2	3.5	6.875	101.8499	700.218063
BE18	F	1687.125	7.2	6.9	-506.1375	7.4	843.5625	10	2.6	3	2	3.5	26	102.25	2658.5
BE19	F	2867.5	6.8	6.5	-860.25	7	1433.75	10	3	3	2	3.5	33	155	5115
BE20	F	1738.25	7.1	6.8	-521.475	7.3	869.125	10	2.7	3	2	3.5	27.675	102.25	2829.76875
BI4	D,F	1699.46	7.5	7.2	-509.838	7.7	849.73	10	2.3	2	2	3	17.48	139.3	2434.964
Total					7154.91663		11924.861						TOTAL	1603.7509	38924.4689

**RESUMENES DE VOLUMENES POR COMPACTARSE EN LOS BORDOS (EN M<sup>3</sup>)**

Materia de Despalme	Compactación General	Compactación Final	Total
4,608.64	7,681	23,964.61	31,645.61

**Segunda Etapa**

Materia de Despalme	Compactación General	Compactación Final	Total
7,154.91	11,924.86	38,924.46	50849.32

**Total**

Materia de Despalme	Compactación General	Compactación Final	Total
11,763.55	19,605.86	62,889.07	82494.93

**CEL DAS:**

Áreas de celdas (en m2).			
<b>Celda</b>	<b>Area</b>	<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>
Celda de Lodos	4,139.49	78	65
A	10,388.31	59	184
B	8,798.85	58	167
<b>Total de Celdas</b>	<b>23,326.65</b>		

**Volúmenes (en m3) por Compactarse en las Celdas Purificadoras y de Lodos según Elevación.**

Elemento	Area (en m2)	Elevación NTN	Elevación Pos Des-palme	Volumen (en m3)	Elevación	Elevación Pos Compac-tación	Volumen	Plata-forma de mate-rial nu-triente	Nivel Pos Plata-forma	Volumen	Elevación	Com-pactación Final	Volumen
Celda de Lodos													
Base	4,775.43	7.7	7.4	-1432.629	0.5	7.9	2387.715	0	7.9	0	0	7.9	0
Carcamo C	2.25	7.5	7.2	-0.675	0	7.2	0	0	7.2	0	0	7.2	0
Celda Purificadora A													
Carcamo del Influyente	2	7.4	7.1	-0.6	0.5	7.6	1				1.4	9	2.8
Canal del Influyente	438	7.4	7.1	-131.4	-0.1	7	-43.8				0	7	0
Base	6732.06	6.8	6.5	-2019.618	0.5	7	3366.03	0.5	7.5	3366.03	0	7.5	0
Canal del Efluente	438	5.8	5.5	-131.4	0.5	6	219				1	7	438
Carcamo del Efluente	6	5.7	5.4	-1.8	0.5	5.9	3				1.4	7.3	8.4
Celda Purificadora B													
Canal del Influyente	453.3	8	7.7	-135.99	0.4	8.1	181.32				0	8.1	0
Base	7044.28	7.9	7.6	-2113.284	0.5	8.1	3522.14	0.5	8.6	3522.14	0.5	8.6	3522.14
Canal del Efluente	453.3	7.5	7.2	-135.99	0.5	7.7	226.65				0.4	8.1	181.32
Carcamo del Efluente	6	7.4	7.1	-1.8	0.5	7.6	3				0.8	8.4	4.8
PLATAFORMA A													
Base	2939.5	6.8	6.5	-881.85	0.5	7	1469.75				3	10	8818.5
Talud al noreste de la plataforma	378	7	6.7	-113.4	0.5	7.2	189				2.8	10	1058.4
PLATAFORMA B													
Base	1054	8.4	8.1	-316.2	0.5	8.6	527				1.9	10	2002.6
Plataformade 10x 10 con altura de 1.8 y taludes de 3 a 1	888	6.7	6.4	-266.4	0	0	0				2.1	3.6	832.49

## **Cálculos de los Diámetros de las Aperturas en las Tuberías de Influyente y de Efluente en los Canales de las Celdas Purificadoras.**

Las Celdas Purificadoras reciben el influente mediante un tubo de suministro de agua por procesarse en cada lado del elemento, el tubo de alimentación lleva aproximadamente 7 m de longitud desde el punto de entrada a la Celda, así, hemos utilizado la longitud de 7 m como el punto 1 para la primera apertura, y el punto extremo se ubica al final de la tubería de suministro de agua como el punto para la última apertura.

Los cálculos aquí presentados dependen de dos pasos: primero, se calcula la suma de las áreas de apertura para igualar a esa suma con el total de la sección cruzada de la tubería en consideración, o sea de diámetros de 8” para las Celdas Purificadoras A y B de 10” de diámetro, adicionalmente deseamos que el flujo de cada apertura sea el mismo y que sume el flujo total, Este proceso nos rinde el diámetro (o radio) de la apertura central radio que promediamos entre todas las demás aperturas para asegurar que el total del área de todas las aperturas iguala a la sección cruzada del tubo de transporte del líquido.

El segundo paso consiste en calcular a los radios de las aperturas extremas, ubicadas en los puntos 1 y n respectivamente del tubo de entrada, uno de los requerimientos del Control Hidráulico consiste en ajustar a las entradas o salidas de agua de las tuberías que llevan el agua a una mayor distancia, en el caso de los canales del influente o efluente de las Celdas Purificadoras, cada apertura que se aleja del centro de la tubería de carga hidráulica requiere ser incrementado en diámetro a la distancia mayor desde esa apertura y el centro de la tubería; en este caso, dos consideraciones imperan en determinar el camino que tomamos: primero, como ya establecimos en los párrafos anteriores, que toda el agua vertida/recogida sea igual al total de flujo en la tubería; y segundo, que los diámetros de cada apertura en la tubería del influente o del efluente sea ajustada a la distancia de la apertura desde el centro del tubo.

El segundo paso se puede resolver mediante el uso de la Ecuación Hazen-Williams para pérdidas de presión en tuberías, en donde:

$$P = 10.67 * Q^{1.85} * L / (C^{1.85} * D^{4.87})$$

En donde:

P = Perdida de Presión

Q = Flujo en m<sup>3</sup>/s.

L = Longitud del Tubo de Flujo en consideración.

C = Coeficiente de Rugosidad (= 150 en el caso de tubos de PVC); y

D = Diámetro interior del Tubo de Flujo, o en su caso la Apertura en un tubo cerrado para el influente o el efluente de agua.

Podemos re arreglar a (1) para darnos:

$$L / D^{4.87} = P * C^{1.85} / 10.67 * Q^{1.85}.$$

Deseamos que todos los términos de la mano derecha de la Ecuación sean iguales para todas las aperturas, podemos arbitrariamente ponerlo igual a la unidad, para establecer la proporción entre los diámetros de dos aperturas a distancias diferentes de la Caja del Influyente para establecer la proporcionalidad entre estas dos aperturas, independientemente del tamaño de los diámetros de cada apertura.

De esta manera, tenemos la Ecuación (3) de solo dos variables, D y L:

$$D^{4.87} = L.$$

La ecuación (3) nos permite resolver D y L para cualquier par de puntos (D<sup>1</sup>,L<sup>1</sup>) y (D<sup>2</sup>,L<sup>2</sup>), y como ya tenemos a un primer punto (él en medio de las distancias mínima y máxima), podemos calcular el diámetro (o radio) como se ha calculado; para cualquier punto en el tramo de tubería del influente, lo mismo se aplica a las aperturas en la tubería del efluente aun cuando utilizamos dos tubos en cada lado de cada Celda Purificadora para extraer el agua ya procesada por el elemento.

Cálculos de Aperturas de la Tubería de Influyente y de Efluente de las Celdas Purificadoras.

Celda	A	B
Longitud (m)	43.8	45.3
Número de aperturas	21.65	22.4
Número de aperturas por cada lado	10	11
Flujo total (m3/d)	2,600.7	2,387.2
Flujo por apertura (lps)	1.505035	1.255892
Distancia 1	7	7
Distancia n	28	29
Radio apertura central (")	1.265	1.206
Radio apertura 1 (")	1.048041	0.993396
Radio apertura n (")	1.393173	1.330084

A la hora de perforar la tubería, se debería de tener el cuidado de marcar el punto de la apertura por cortarse con un círculo, junto con el diámetro (en cm) de la apertura, hemos calculado el área en pulgadas y en la parte 2 el radio en pulgadas también de cada una de esas aperturas.

Cálculos de las Aperturas en la Tubería de las Celdas Purificadoras.

Distancia	Proporciones	Áreas	Sumas	Área de Tubería
7	1	3.1415		
9	1.052959641	3.483056		
11	1.097253923	3.78226		
13	1.135545907	4.050853		
15	1.169408234	4.29605		
17	1.199852747	4.52265		
19	1.227571601	4.734027		
21	1.253060611	4.93266		
23	1.276687959	5.120432		
25	1.298735075	5.298808	43.3623	50.264
27	1.319422251	5.468959	48.83126	50.264
29	1.338925378	5.631834		
31	1.357387291	5.788215		
33	1.374925672	5.938756		
35	1.39163871	6.084012		
37	1.407609245	6.224454		
39	1.422907849	6.360491		
41	1.437595172	6.492475		
43	1.451723747	6.620717		

45	1.465339397	6.74549		
47	1.478482344	6.867036		
49	1.491188108	6.985571		
51	1.503488216	7.101288		
53	1.515410791	7.21436		
55	1.526981035	7.324945		
57	1.538221621	7.433184		
59	1.549153029	7.539208		
61	1.559793825	7.643134		
63	1.570160895	7.745071		
65	1.580269642	7.845118	178.4166	78.5375
67	1.590134164	7.943366	186.36	78.5375
69	1.599767394	8.039902	194.3999	78.5375
71	1.609181229	8.134802	202.5347	78.5375

Áreas (en pulgadas cuadradas)	
Celda A	Celda B
3.641512	3.233674
4.037432	3.585252
4.384258	3.893234
4.695601	4.169707
4.979825	4.422099
5.242491	4.655347
5.487512	4.872926
5.71776	5.077388
5.935418	5.270669
6.142186	5.454279
	5.629422

Radios (en pulgadas)	
Celda A	Celda B
1.076645	1.014564
1.133663	1.068295
1.181353	1.113235
1.222579	1.152084
1.259037	1.18644
1.291815	1.217328
1.321658	1.24545
1.349101	1.271311
1.374539	1.295282
1.398276	1.31765

1.338639

## Cárcamos y Bombas.

Datos de conducción de aguas desde los cárcamos

	Cárcamo A	Cárcamo B	Cárcamo C
Nivel de piso del cárcamo	3	3	7.2
Nivel de paro de bombeo	3.5	3.5	7.3
Nivel de inicio de bombeo	6.7	6.5	8.1
Nivel de recepción	7.1	6.9	8.5
Nivel superior del cárcamo	11	11	9.2
Nivel de flujo de emergencia	7.2	7	No hay
Distancia (m)	5.3	317.4	377.7
Codos a 90	3	8	5
Volumen mínimo de Agua para el bombeo (lps)	16.6	37.7	1.8
Volumen máximo de Agua para el bombeo (lps)	57.7	166.9	34.72
Volumen máximo de Agua para el bombeo (total en m3 y no incluye el flujo en proceso)	22.62	37.7	1.8
Diámetro interno de tubería de descarga	7.6"	11.4"	5.7"
Diámetro externo de tubería de descarga	8"	12"	6"
Diámetro externo de tubería de acero fundido	4"	4"	3"
Longitud Total de Tubería (m)	6.4	321.0	379.5
Carga Estática (m)	6.4	321.0	379.5
Velocidad de Operación (m/s)	2.0	2.5	2.1

## Datos de las Bombas:

Característica	Cárcamo A	Cárcamo B	Cárcamo C
Nombre	K4VB	K4VK	K3VN(V)
Capacidad (en lps)	116.6	132.3	44.1
Elevación (en m)	50	83	20
Rango de Caballaje (en HP)	3 a 60	50 a 150	1 a 10
Voltaje	208/230/460/575V, 3 fase	460/575V, 3 fase	208/230V, 1 fase - 208/230/460V
Descarga	4"	4"	3"
Velocidad de Motor (en RPM)	870/1150/1750	1750	1150-1750
Manejo de Sólidos	3"	3"	3"
Carga Dinámica Total (en m)	33	69	14
Flujo Promedio (en lps)	30	56	19

## II.2.1. Programa general de trabajo.

El objetivo del proyecto es la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales de tipo pantanos artificiales de flujo superficial la cual realizara el saneamiento y descarga por medio de la infiltración de un volumen diario de **100 a 120 litros por segundo** a la laguna El Gordiano; tomando en cuenta factores impredecibles como fenómenos meteorológicos los cuales pudieran retardar o detener las actividades constructivas, **se solicita** un periodo de tiempo de **5 años** para realizar las actividades de **PREPARACION DEL SITIO** y **CONSTRUCCIÓN** de dicha y **50 años** el periodo de tiempo de **OPERACIÓN** útil de la planta; por lo cual las obras y actividades que se realizaran en dichas etapas quedan calendarizadas de la siguiente manera.

PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO PARA LAS INSTALACIONES Y UNIDADES DE PROCESOS						
Periodo	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Descripción</b>						
Construcción del Cárcamo de entrada de agua cruda	X					
Conexiones de válvulas y equipo	X					
Colocación de equipos de bombeo (bomba sumergible)	X					
cableado eléctrico	X	X				
arreglo mecánico (válvulas, piezas especiales)		X				
Celdas Purificadora			X			
Reforzamiento de los bordos, coronas y taludes los cuales se recomiendan que tengan pasto sembrado en su superficie, para evitar la erosión de estos elementos				X	X	
Celdas de lodos					X	
Siembra de plantas de carrizo dentro de la celdas cuando se observe alguna muerta						X
Instalación de equipo de UV						X

## **II.2.2. Preparación del sitio.**

Antes de iniciar la Obra deben tomarse todas las medidas necesarias para planear las construcciones provisionales: bodega, colocación de una unidad móvil de sanitario, colocación de tambos para recolección y clasificación de basura y otros elementos requeridos para la construcción.

La preparación del sitio consiste en retirar todo tipo de material no apto para el desplante y construcción de los componentes que integran la planta de tratamiento de acuerdo a las especificaciones de diseño.

El material que se obtenga producto de dichas actividades se podrá utilizar para el relleno de la misma superficie (arena) o será triturado y esparcido alrededor al sitio para que este se degrade y reincorpore en el medio (material vegetal).

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

En este proyecto no se tienen contempladas otro tipo de obras o actividades provisionales.

## **II.2.4. Etapa de construcción.**

### **1. Unidad de pre tratamiento.**

Esta estructura está proyectada sobre una plataforma de material de arcilla proveniente de bancos de material autorizados, a efecto de ubicarla con respecto a la cota de nivel 10.00 de acuerdo a las especificaciones constructivas de los planos.

Trazo y nivelación.

La topografía es determinante en el desarrollo de esta tecnología debiéndose respetar los niveles marcados en cada uno de los planos que conforman el proyecto ejecutivo, además de considerar los flujos hidráulicos de cada uno de estos elementos.

Su proceso constructivo se fundamenta en las especificaciones de construcción marcadas en los planos correspondientes, sobre una plataforma compactada con arcilla hasta cota de nivel 10.00.

Excavación por medios mecánicos en seco incluye afine para conformación de plantilla de concreto pobre hecho en obra de 5 cm de espesor.

Preparación de plantilla de concreto armado de 15 cm de espeso teniéndose el cuidado de guardar la pendiente marcada en el plano.

El suministro de cimbra será aparente y la habilitación de acero de refuerzo será 3/8” para colocación de concreto premezclado  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> con bombeo en muros.

La construcción de escalera, banqueta perimetral, guarnición de concreto y atraques serán de concreto simple de  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup>.

Suministro y colocación de compuertas, según las medidas y materiales especificados.

Suministro y colocación de dos Rejillas Saca-basura en cada uno de los dos canales (4 rejillas en total) según las medidas y materiales especificados, incluye canales para guía de desplazamiento.

La instalación hidráulica para la Unidad de Pretratamiento está clasificada de la siguiente manera:

TIPO DE TUBERÍA	DIÁMETRO	CARACTERÍSTICAS
P. V. C. hid.	18”	Especificación sistema ingles (RD-41) con campana y anillo, como conexión entre el Pretratamiento y el Clarificador.
HDPE	18”	Extrupac para descarga del vertedor de demasías
HDPE codo	18”	Extrupac
Piezas especiales Codo y hechizo	45° y 18”	Fierro negro soldable.

## 2. Clarificador.

Es una estructura a base de concreto reforzado con resistencia a la compresión  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y acero de refuerzo con resistencia a la tensión  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  a-36, sus muros, losa de cimentación, contratrabes, trabes, columnas entre otros elementos que lo conforman están especificados en los planos correspondientes.

Los procesos de construcción son los siguientes:

Trazo y nivelación.

La topografía es determinante en el desarrollo de esta estructura, cuyo nivel de desplante está marcado en cada uno de los planos que conforman esta estructura, misma que al conformarse la plataforma donde se desplantará, se elimina el análisis estructural por subpresión, según se indica en la memoria de cálculo estructural respectiva, determinándose así los flujos hidráulicos de cada uno de estos elementos, en función a esta estructura.

Afine del fondo previo a la colocación de la tubería.

La excavación del área específica para el desplante de la estructura del Clarificador, será la marcada en el proyecto, conformación de la plataforma, con material proveniente de banco estrictamente verificado.

Se preparará la excavación del área para recibir el desplante de la plantilla de concreto (pobre)  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup> de 5 cm. de espesor incluyendo las zanjas para alojar las tuberías de descarga de cada tolva, posteriormente la losa de cimentación armada de 35 cm. de espesor con concreto premezclado  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> suministrado con bombeo hacia la cimbra previamente armada y preparada para el colado.

Esta unidad está diseñada en dos secciones rectangulares integrada con un sistema de tolvas tronco-cónicas de forma pirámide invertida, cada sección consta de 6 tolvas y cada tolva es totalmente simétrica una con respecto a la otra, cada tolva tiene su descarga a través de un tubo de 10” de diámetro de A. C. cedula 40 controlado mediante una válvula de control tipo compuerta del mismo diámetro para su posterior descarga a la Celda de Lodos.

Las tolvas se habilitarán con acero de refuerzo de 3/8”, 1/2”, y 5/8” para efectuar el colado de las tolvas que miden 2.00 de altura con pendiente 2.4413 cada una de ellas. Los muros perimetrales miden 2.78 m. de altura, siendo la parte que complementa este elemento estructural, es importante señalar que se debe considerar armado por temperatura.

La colocación de acero de refuerzo en cimentaciones (losa de cimentación y contratraves), incluye los anclajes de muros y columnas.

En la colocación de los diferentes tipos de tubería, de salida, así como de bridas, codos de A. C. CED. 60 se debe de tener cuidado en la instalación y se debe proteger todas las salidas de tuberías perfectamente, para evitar la posible entrada de mezcla dentro de éstas, colocándose los tubos de 10” Ø en la parte inferior de las tolvas, ahogada en el concreto, teniendo cuidado de que se empotren perfectamente al concreto, debiéndose colocar plantilla y acostillamiento de arena.

La construcción de escalera, banqueta de desplazamiento, guarnición de concreto y atraques serán están consideradas de concreto simple de  $f c =150$  kg/cm<sup>2</sup>.

### **3. Celda de lodos.**

Trazo y nivelación.

Es importante señalar que el topógrafo debe marcar los nuevos puntos de referencia para efectuar el trazo y nivelación de los diferentes elementos constitutivos de la planta, instalándose bancos de nivel y el estacado necesario en el área por construir, dejando las referencias cerca de los linderos del terreno.

Siendo determinante la topografía en este sistema constructivo se requiere que el trazo y nivelación se realice las veces que sea necesario, mediante el empleo de cuadrilla topográfica, ejecutando las siguientes actividades:

Nivelación del terreno y trazos generales.

Ubicación de bancos de nivel sobre el terreno en puntos estratégicos que sirven de base durante el proceso constructivo de la obra.

Secciones transversales de construcción (perfiles).

Niveles de desplante de estructuras para su correcta ubicación y dimensionamiento de los elementos, tales como la Celda de Lodos, Celdas Purificadoras, Unidad de Pretratamiento, Clarificador, Cárcamos y Caseta de Vigilancia y Control, entre otros.

El corte de la capa vegetal de 15 cm. se realiza con maquinaria previo trazo y nivelación del topógrafo, para que posteriormente se efectúe la eliminación de objetos como basura, piedras y raíces, quedando el material seleccionado para utilización como nutriente en la base de la celda, así como en el arroje de taludes interiores y exteriores (incluye afine y compactación con maquinaria al 85%).

Con un nuevo trazo topográfico y en función a las cotas marcadas en los planos correspondientes, se afina y compacta con maquinaria el fondo de la celda, verificando los resultados de las pruebas que se realizan en el laboratorio de mecánica de suelos instalado en la obra, notificándose al ingeniero residente de obra, a efecto de llevar un detallado control de estos resultados, cuidando de que sean los marcados en los planos referidos.

En caso de que esta prueba no alcance el grado de compactación marcado en el proyecto, se tendrá que volver a compactar la última capa a efecto de volver a tomar la prueba de compactación y obtener los resultados requeridos.

Se coloca cama de arena para la instalación de la tubería de PVC hidráulica de 10”,6” y 4”, para colocar la siguiente capa de grava sin afectar la ubicación y posición de la tubería, nivel que es corroborado por el topógrafo, para efectuar el corte del área donde se coloca la piedra bola sobre la tubería colectora y canalizada a su respectivo registro de control de válvulas como se indican.

#### 4. Lecho filtrante.

Se entenderá por “suministro y colocación de lechos filtrantes” al conjunto de actividades correspondientes a suministro, transporte, lavado, clasificación y colocado de agregados utilizados en la Celda de Lodos.

La grava y arena gruesa usadas para la construcción de la Celda de Lodos deberán estar perfectamente definidas por su capacidad para pasar un tamiz de un tamaño dado en las especificaciones de los planos, todos los materiales deberán estar libres de rocas y piedras mayores o menores al rango de los diámetros recomendados, así como de los escombros producidos en demoliciones, incluyendo ramas y troncos de árboles, arbustos y otras plantas que hayan sido eliminados del sitio, la grava y arena deberán estar limpias y lavadas antes de su instalación en la celda.

Los diferentes espesores que se recomiendan para las capas que conforman el lecho filtrante se indican en la siguiente tabla:

MATERIAL	DIÁMETRO	ESPEJOR RECOMENDADO
Grava gruesa	2” a 1”	10 cm
Grava mediana a chica	1” a ½”	10 cm
Arena gruesa o sello	½” a ¼”	10 cm
Arena mediana limpia	¼” a 1/8”	20 cm

Es recomendable asegurarse de que los materiales utilizados cumplan con las especificaciones arriba señaladas, los materiales entregados en el sitio deben estar libres de piedras y materia orgánica y deberán estar introducidos en volúmenes pequeños adentro de la Celda, cada capa de material deberá ser nivelado antes de iniciarse la introducción de la siguiente capa.

El sembrado de plantas en la Celda de Lodos se describe a continuación.

Debido al rol vital que juegan las plantas en los sistemas de tratamiento de pantanos artificiales, es necesario tener extremo cuidado en todo el proceso, el cual incluye:

Búsqueda de la vegetación pantanal en sitios cercanos a la planta.

Muestreo de la vegetación emergente de pantano que se ajuste a las especificaciones de tipo de especie *Phragmites australis*, *Arundo Donax*, buena altura de tallos, y buen estado de salud.

Selección de la vegetación que cumple con las especificaciones.

Estimación de plantas en cada sitio de extracción.

Programación de la extracción, transporte y siembra de las plantas.

Extracción de la vegetación seleccionada.

Corte de tallo excedente (parte superior de las plantas).

Colocación de plantas en bolsas de polietileno biodegradable.

Acarreo de las plantas embolsadas al vehículo de traslado.

Traslado de la vegetación extraída desde el sitio de extracción al sitio de la planta.

Acarreo y colocación de las plantas extraídas ubicadas en la planta de tratamiento hasta el área de sembrado, lo cual incluye la preparación de las cepas.

Preparación de las líneas de siembra mediante la indicación de un topógrafo y 4 personas (1 en cada extremo de la fila y 2 en el centro) que colocan las secciones de hierro para el amarre del hilo de referencia para la siembra de la vegetación.

Excavación de huecos de sembrado.

Colocación de las plantas en los huecos preparados para su siembra.

Cobertura de las plantas sembradas con material nutriente de la capa superior de la celda.

A continuación se describe cada uno de los puntos citados:

Las plantas para la Celda de Lodos preferentemente deben buscarse en sitios de vida silvestre cercanos a la PTAR ya que éstas son las que se encuentran con la mejor adaptación a las condiciones del medio ambiente en que se trasladarán, este proceso se documentará con fotografía del sitio seleccionado para la extracción.

Muestreo de la vegetación. Este punto es muy importante dentro del proceso de establecimiento de la vegetación en un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante pantanos artificiales ya que se debe tener mucho cuidado al efectuar el muestreo de la vegetación porque este es el antecedente de una adecuada selección de plantas para extracción.

Selección de la vegetación. Las plantas pantanales emergentes deben seleccionarse con base en las siguientes características:

Deben ser especies vegetales con una actividad colonizadora muy fuerte, lo cual se puede observar en el crecimiento de sus raíces y conformación de redes por parte de éstas.

Tener una alta densidad (mayor a 50 cepas por metro cuadrado) para que puedan alcanzar el máximo gradiente de velocidad del agua y propicien una floculación y sedimentación mejorada para la eliminación de los contaminantes presentes en el agua.

Las especies seleccionadas deberán contar con buena salud y ser aptas para que puedan propagarse en los diferentes niveles de operación de agua que puedan presentarse.

Extracción de la vegetación seleccionada, la vegetación que cumple con los criterios de selección citados en el punto anterior será extraída mediante el uso de pico y pala para poder acceder a las raíces de éstas sin dañarlas, en caso de existir daño en alguna de las cepas extraídas, se procederá a su descalificación, quedando únicamente, las cepas en buen estado.

Corte del tallo excedente (parte superior de las plantas) posteriormente a la extracción, se deberá de efectuar al corte del tallo excedente; se recomienda que se deje una altura de 20 cm de tallo libre medidos desde la base del tallo para evitar el maltrato de las partes más tiernas de las plantas, si la selección de plantas se ha efectuado adecuadamente, es posible encontrar áreas densamente pobladas (mayores a 50 cepas por metro cuadrado) de vegetación pantanal emergente con una altura promedio superior a 1.5m para las cuales hay que efectuar la operación descrita en este párrafo.

Colocación de plantas en bolsas de polietileno biodegradable. Las plantas con los tallos cortados se introducen en bolsas de asa de polietileno biodegradable en número de 15 cepas por bolsa de manera cuidadosa, evitando el daño de las raíces y los tallos, la razón por la cual se colocan las plantas en las bolsas, es para evitar daño y resequedad de las raíces por los rayos solares.

Acarreo de las plantas embolsadas del sitio de extracción al vehículo de traslado esta operación consiste en llevar las plantas embolsadas hacia un vehículo de traslado, el cual regularmente es una camioneta tipo pick-up ya que no es recomendable poner las plantas encimadas, debido a que se dañarían durante el traslado, la presente tarea deberá efectuarse mediante el apoyo de carretilla para optimizar el tiempo requerido.

Traslado de la vegetación desde el sitio de extracción al sitio de la planta una vez lleno el cupo del vehículo, se procede al traslado de las plantas desde el sitio de extracción a las instalaciones de la planta de tratamiento.

Acarreo y colocación de las plantas extraídas ubicadas en la planta de tratamiento hasta el área de sembrado, lo cual incluye la preparación de las cepas, una vez que las plantas llegan a las instalaciones de la PTAR se debe proceder a su traslado del sitio de depósito hasta el área de sembrado en cada una de las celdas bajando por los bordos de las celdas mediante la ayuda de tarimas de madera colocadas de manera que la superficie plana quede en contacto con los bordos y los pequeños escalones sirvan para evitar que los operadores se resbalen y caigan con las plantas al área de sembrado, las cepas deberán prepararse mediante la separación de las familias de plantas para dejar un tallo con raíces para su siembra correspondiente.

Preparación de las líneas de siembra mediante la indicación de un topógrafo y 4 personas (1 en cada extremo de la fila y 2 en el centro), que colocarán las varillas de hierro para el amarre del hilo de referencia para la siembra de la vegetación, con el objetivo de que las plantas se siembren de manera uniforme y éstas optimicen su función aséptica (limpiadora), se procederá a preparar las líneas de siembra mediante las indicaciones del topógrafo, el cual establecerá las referencias iniciales, intermedia y final de cada línea de siembra para colocar las varillas móviles de hierro junto con el hilo guía antes de que se siembren las plantas.

Excavación de huecos de sembrado, después de que se ha preparado la línea de siembra, la cuadrilla de siembra procede a la excavación de cepas con una profundidad mínima de 10 cm para la colocación de las plantas.

Colocación de las plantas en los huecos preparados para su siembra, esta operación requiere un mínimo de 3 grupos de trabajo integrados por 3 elementos cada uno, donde un peón traslada y coloca las plantas desde la tarima de siembra hasta la línea de siembra, otra persona abre el hueco y un tercero coloca la planta, las plantas deben sembrarse a una distancia de 1.5m entre planta y planta y entre fila y fila de manera intercalada para propiciar la total cobertura del área sembrada con suficiente espacio disponible para el desarrollo de las raíces entre filas y plantas.

Cobertura de las plantas sembradas con material filtrante de la capa superior de la celda, como parte final del proceso de siembra de vegetación, el operador que cava el hueco lo cubre con material filtrante de la capa superior de la celda, una vez que se ha colocado la planta en el sitio correspondiente auxiliado por el operador que introduce la planta en el hueco, la cual es sostenida por este último. La raíz debe ser totalmente cubierta bajo 5 a 10 cm de arena.

## 5. Celdas de purificación.

El ingeniero topógrafo debe marcar nuevamente la línea de trazo de eje y referencia para efectuar los cortes, hasta alcanzar la cota de proyecto marcado en los planos correspondientes del elemento presentado.

Se entenderá por “excavaciones”, las actividades que se realicen para extraer volúmenes de tierra la cual será empleada para formar el terraplén, y fondo de las celdas debidamente compactado y analizado por el laboratorio de mecánica de suelos que se encontrará en el lugar de la obra desde el inicio y hasta la fase de sembrado que será entonces cuando no se requieran pruebas de compactación.

La profundidad mínima para desplantar en las Celdas Purificadoras está especificada en los en los planos correspondientes de las Celdas Purificadoras, mismos que indican en cada una de ellas las cotas de nivel en función del flujo hidráulico.

Para la estratificación y clasificación del material producto de las excavaciones será necesario para alojarlo en los ductos e instalaciones diversas, utilizando taludes que garanticen la estabilidad, sin ademes y tabla–estacas.

El sobre acarreo del material producto de la excavación se almacena en lugares estratégicos para no interferir con las actividades posteriores, es importante señalar que no se puede realizar esta maniobra en partes o en fracciones porque complica el flujo del movimiento.

También se efectúa el desplazamiento de material de desperdicio fuera de la obra sobre caminos revestido y terracería.

El topógrafo debe de checar nuevamente los niveles de proyecto, después de efectuar todos los cortes que se realicen en todas las celdas porque en función de éstos se realizan dichos cortes en el terreno, para la colocación, tendido y compactado de la arena.

El bombeo y abatimiento se efectúa en el caso de que se presenten precipitaciones que alteren las condiciones del terreno.

Tipo de Suelo.

Los tipos de suelo que presenta el terreno donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

La vegetación es esencial para el éxito de un proyecto de saneamiento de aguas negras mediante pantanos artificiales, el establecimiento de la vegetación es crítico, debido al rol vital que juegan las plantas en los sistemas de tratamiento de pantanos artificiales, es necesario tener extremo cuidado en todo el proceso, el cual incluye:

Búsqueda de la vegetación pantanal en sitios cercanos a la planta.

Muestreo de la vegetación emergente de pantano que se ajuste a las especificaciones de tipo de especie (*Typha latifolia*, *Typha domingensis*, *Scirpus validus*, *Scirpus californicus*), altura de tallos, buen estado biológico natural.

Selección de *la vegetación* que cumple con las especificaciones.

Extracción de vegetación seleccionada.

Corte de tallo excedente (parte superior de las plantas).

Colocación de plantas seleccionadas y preparadas en bolsas de polietileno biodegradable.

Acarreo de las plantas embolsadas al vehículo de traslado.

Traslado de la vegetación extraída desde el sitio de extracción al sitio de la planta.

Acarreo y colocación de las plantas extraídas ubicadas en la planta de tratamiento hasta el área de sembrado, lo cual incluye la preparación de las cepas.

Preparación de las líneas de siembra mediante la indicación de un topógrafo y 4 personas (1 en cada extremo de la fila y 2 en el centro) que colocan las secciones de hierro para el amarre del hilo de referencia para la siembra de la vegetación.

Excavación de huecos de sembrado con profundidad que no deberá ser inferior a 10 cm.

Colocación de las plantas en los huecos preparados para la siembra.

Cobertura de las plantas sembradas con capa vegetal.

A continuación se describe cada uno de los puntos citados:

**Búsqueda** de *Typha latifolia*, *Typha domingensis*, *Scirpus validus*, *Scirpus californicus*. Las plantas de pantano deben buscarse en sitios de vida silvestre cercanos a la planta de tratamiento ya que éstas son las que se encuentran con la mejor adaptación a las condiciones del medio ambiente en que se trasladarán, este proceso se documentará con fotografía del sitio seleccionado para la extracción.

**Muestreo.** Este punto es muy importante dentro del proceso de establecimiento de la vegetación en un sistema de tratamiento de aguas residuales mediante pantanos artificiales ya que se debe tener mucho cuidado al efectuar el muestreo de la vegetación porque este es el antecedente de una adecuada selección de plantas para extracción.

**Selección** de vegetación. Las plantas pantanales emergentes deben seleccionarse con base en las siguientes características:

Deben ser especies vegetales con una actividad colonizadora muy fuerte, lo cual se puede observar en el crecimiento de sus raíces y conformación de redes por parte de éstas.

Tener una alta densidad (mayor a 50 cepas por metro cuadrado) para que puedan alcanzar el máximo gradiente de velocidad del agua y propicien una floculación y sedimentación mejorada para la eliminación de los contaminantes presentes en el agua.

Las especies seleccionadas deberán contar con buena salud y ser aptas para que puedan propagarse en los diferentes niveles de operación de agua que puedan presentarse.

**Extracción** de la vegetación seleccionada, la vegetación que cumple con los criterios de selección citados en el punto anterior será extraída mediante el uso de pico y pala para poder acceder a las raíces de éstas sin dañarlas, en caso de existir daño en alguna de las cepas extraídas, se procederá a su descalificación, quedando únicamente, las cepas en buen estado.

**Corte** del tallo excedente (parte superior de la planta) posteriormente a la extracción, se deberá de efectuar al corte del tallo excedente; se recomienda que se deje una altura de 60 cm. de tallo libre medidos desde la base del tallo para evitar el maltrato de las partes más tiernas de las plantas. Si la selección de plantas se ha efectuado adecuadamente, es posible encontrar áreas densamente pobladas (mayores a 50 cepas por metro cuadrado) de vegetación pantanal emergente con una altura promedio superior a 1.5m para las cuales hay que efectuar la operación descrita en este párrafo.

**Colocación** de plantas seleccionadas y preparadas en bolsas de polietileno biodegradable. Las plantas con los tallos cortados se introducen en bolsas de asa de polietileno biodegradable en número de 15 cepas por bolsa de manera cuidadosa, evitando el daño de las raíces y los tallos, la razón por la cual se colocan las plantas en las bolsas, es para evitar el daño y la resequead de las raíces por los rayos solares.

**Acarreo** de las plantas embolsadas del sitio de extracción al vehículo de traslado, esta operación consiste en llevar las plantas embolsadas hacia un vehículo de traslado, el cual regularmente es una camioneta tipo pick-up debido a que no se pueden poner las plantas encimadas debido a que se dañarían durante el traslado, la presente tarea se deberá efectuar mediante el apoyo de carretilla para optimizar el tiempo requerido.

**Traslado** de *Typha latifolia*, *Scirpus validus*, *Scirpus californicus* extraída desde el sitio de extracción al sitio de la planta, una vez lleno el cupo del vehículo, se procede al traslado de las plantas desde el sitio de extracción a las instalaciones de la planta de tratamiento.

**Acarreo** y colocación de las plantas extraídas ubicadas en la planta de tratamiento hasta el área de sembrado, lo cual incluye la preparación de las cepas, una vez que las plantas llegan a las instalaciones de la planta de tratamiento se debe proceder a su traslado del sitio de depósito hasta el área de sembrado en cada una de las celdas bajando por los bordos de las celdas mediante la ayuda de tarimas de madera colocadas de manera que la superficie plana quede en contacto con los bordos y los pequeños escalones sirvan para evitar que los operadores se resbalen y caigan con las plantas al área de sembrado, las cepas deberán

prepararse mediante la separación de las familias de plantas para dejar un tallo con raíces para su siembra correspondiente.

**Preparación** de las líneas de siembra mediante la indicación de un topógrafo y 4 personas (1 en cada extremo de la fila y 2 en el centro) que colocan las varillas de hierro para el amarre del hilo de referencia para la siembra de la vegetación, con el objetivo de que las plantas se siembren de manera uniforme y estética, se procederá a preparar las líneas de siembra con el apoyo de un topógrafo, el cual establecerá las referencias inicial, intermedia y final de cada línea de siembra para colocar las varillas móviles de hierro junto con el hilo guía antes de que se coloquen las plantas.

**Excavación** de cepas de sembrado con profundidad que no deberá ser inferior a 10 cm después de que se ha preparado la línea de siembra, la cuadrilla de siembra procede a la excavación de cepas con una profundidad de 10 a 15 cm para la colocación de las plantas.

**Colocación** de las plantas en los huecos preparados para su siembra, esta operación requiere de cuando menos 3 grupos de trabajo integrados por 3 elementos cada uno, donde un peón traslada y coloca las plantas desde la tarima de siembra hasta la línea de siembra, otra persona abre el hueco y un tercero coloca la planta, las plantas deberán sembrarse a una distancia de 70 cm entre planta y planta y entre fila y fila de manera intercalada para propiciar la total cobertura del área sembrada con suficiente espacio disponible para el desarrollo de las raíces entre filas y plantas.

**Cobertura** de las plantas sembradas con capa vegetal, como parte final del proceso de siembra de vegetación, el operador que cava el hueco lo cubre con la capa vegetal una vez que se ha colocado la planta en el sitio correspondiente auxiliado por el operador que introduce la planta en el hueco, la cual es sostenida por este último.

## **6. Excavación para desplante de bordos.**

Despalme.

Se denomina despalme (corte) a la remoción de la capa superficial del terreno natural que, por sus características no es adecuada para la construcción; ya sea que se trate de zonas de cortes, de áreas destinadas para el desplante de terraplenes, o de zonas de préstamo.

Para el caso de la construcción de los bordos de la PTAR del Fraccionamiento Residencial Los Bosques, después de realizar el trazo y la nivelación de la superficie del terreno, se procede a despalar la capa vegetal en un espesor promedio de 15 centímetros, utilizando un Tractor D6H formando camellones; este material se acarrea hasta 2 estaciones de 20 m.

Cortes de material abajo del despalme.

Esta actividad se realiza por medios mecánicos, utilizando un Tractor D6H, de preferencia, y haciendo cortes de 20 a 40 centímetros de espesor, hasta llegar a la cota indicada, se seleccionará el material según si es limoso, arcilloso, o arenoso en tres destinos de almacenamiento diferente y bien marcados.

La superficie obtenida de los cortes se nivela escarificando, raspando y compactando, primero todas las áreas bajas hasta obtener una área plana y horizontal.

El material producto de la excavación será utilizado posteriormente, debiendo ser acarreado, desplazándolo hacia las partes que conformarán los bordos y plataformas, todo el material en la superficie de desplante que se encuentre suelto será, escarificado y esparcido en capas no mayores a 20 cm. y compactado hasta obtener no menos del 95% de la densidad seca máxima por lo menos en los primeros 80 cm.

Este trabajo se cuantificará en metros cúbicos de acuerdo al proyecto.

Excavación para desplante de cimentación de estructuras.

Excavación con maquinaria.

### Unidad de Pretratamiento y Clarificador.

La excavación que se realiza, en la plataforma previamente preparada y compactada con el material importado (arcilla) de banco; para la Unidad de Pretratamiento y el Clarificador, debe ejecutarse con Excavadora de orugas hasta la cota de nivel indicada en los planos estructurales para llevar a cabo la cimentación, para esta actividad también se considera el afine de taludes y compactación de las áreas para recibir las respectivas plantillas de cimentación.

### Excavación para instalaciones hidráulicas y sanitarias.

Para ejecutar las excavaciones de las zanjas de las instalaciones hidráulicas y sanitarias usar retroexcavadora tomando en cuenta las pendientes y las secciones.

Dimensiones de zanja recomendadas			
Diámetro Nominal		Ancho de Zanja (m)	
Inglés	Métrico	Recomendado por ITP para tubos de PVC	Recomendado por CNA
6"	15.2 cm	0.60	0.70
8"	20.3 cm	0.60	0.75
10"	25.4 cm	0.65	0.80
12"	30.5 cm	0.70	0.85
14"	35.6 cm	0.75	0.90
16"	40.6 cm	0.80	1.00
18"	45.7 cm	0.85	1.10
20"	50.8 cm	0.90	1.20
24"	61 cm	1.05	1.30

Posterior a la excavación realizada con maquinaria, utilizar cuadrillas formadas por un cabo de oficio y tres peones para a mano, afinar, nivelar, y compactar con pisón.

Todo cambio en las medidas y niveles de cota deben ser aprobados previamente por el Ingeniero Residente.

Excavación para la caseta de vigilancia y control.

Para la construcción de este elemento se considera la nomenclatura y especificaciones en los planos correspondientes, para el desplante de la cimentación de la Caseta de vigilancia y control se excavará con herramienta manual hasta la cota de nivel indicada en los planos del proyecto.

Excavación del material.

Compactación del fondo de la zanja para recibir la plantilla de cimentación.

Remoción del material producto de la excavación.

Los muros son 10 cm. de espesor la techumbre es de panel Covintec y entortado de 2.5 cm. de espesor con cemento arena 1:4 incluye aplanado en plafón y refuerzo de varilla 3/8” a cada 60 cm. en uniones de paneles y muros de carga.

Firme de concreto de 10 cm. de espesor concreto  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup>, para recibir loseta de interceramic de 33x33 cm. de 6 mm de espesor, junteado con pegacreto, incluye lechada en junta con cemento blanco.

Suministro e instalación hidráulica para colocación de accesorios de baño así como lambrín de azulejo, la instalación eléctrica está marcado en los planos correspondientes con su respectiva base para el medidor 7-100<sup>a</sup>.

El medidor de flujo de entrada electromagnético marca McCrometer, mod. Mx14 conexión 14” brida 150-RF tipo digital exactitud +/- 0.5%, salida 4-20 mA, con presión máxima de operación de 150 PSI, que se coloca en muro de concreto armado con su respectivo tablero de distribución y alumbrado de 24 circuitos tipo sobreponer con interruptor principal 3 fases, 4 hilos marca squared o similar incluye todo el material necesario para su funcionamiento.

Cercado.

Se considera el suministro de cerca perimetral de malla ciclón galvanizada de 2.00 m. de altura con púas, incluye postería, barra superior, testigos, herrajes y portón de entrada, considerando la opción de aprovechar las líneas de árboles que se mantendrán en los linderos del terreno donde se tiene considerada la construcción de dicha planta.

Excavaciones especiales.

Cárcamos.

Con relación a los estudios de mecánica de suelos, se tiene el nivel freático de acuerdo a la cota indicada por lo que se requiere utilizar maquinaria tipo draga con adaptador de almeja para la extracción del material saturado y así facilitar el hincado del tanque receptor.

Es recomendable realizar la excavación de este elemento antes de efectuar la conformación de los taludes y plataforma, con el objetivo de facilitar la excavación, y así contar con el espacio necesario para el movimiento de los equipos, área de habilitado del acero de refuerzo, cimbras y materiales afines que se emplearán para la construcción del cárcamo receptor.

Bombeo de achique.

Se denomina bombeo de achique al conjunto de actividades que son necesarias para extraer el agua de las zanjas, pozos y excavaciones especiales, dicha acción se realiza con bomba autocebante de 4” de succión de 12 HP. Debido a la temporada de lluvias en la región, así como el incremento del nivel freático de la zona, y para evitar posibles derrumbes de taludes y encharcamientos.

La cuantificación de este concepto se realiza en horas efectivas de bombeo con aproximación a 0.25 hora.

Ademes de madera.

Con este término se denomina a las obras provisionales que se ejecutan en excavaciones profundas de 1.50m en adelante para garantizar la estabilidad de las paredes excavadas en el

suelo durante el tiempo necesario para la construcción por lo general, los ademes son de madera, o combinación de madera y elementos de acero.

En primer lugar se procede a hincar verticalmente una serie de postes siguiendo el contorno de la excavación, y hasta una profundidad mayor que el fondo de la misma, a continuación el espacio entre estos elementos se reviste horizontalmente con tablas que se van añadiendo conforme la excavación avanza, dependiendo de la profundidad afirmar los elementos verticales hincados con puntales transversales a la excavación.

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

Las Aguas Residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias. (Mara 1976).

El tratamiento biológico se usa para eliminar las sustancias orgánicas biodegradables (coloidales o disueltas) presente en el agua residual, básicamente estas sustancias se convierten en gases que pueden escapar a la atmósfera (bióxido de carbono) y el tejido celular biológico que se elimina por sedimentación.

El tratamiento biológico se usa para eliminar el nitrógeno contenido en el agua residual y eliminar la materia orgánica disuelta, para lograrlo se emplean millones de microorganismos cuyo trabajo es degradar la materia orgánica presente en el agua; estos microorganismos transforman la materia orgánica en sustancias más sencillas, tales como: bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_3$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y agua  $\text{H}_2\text{O}$ .

El proceso de tratamiento de las aguas residuales de la planta dará inicio cuando esta se concentre en el cárcamo de aguas crudas de la planta, de este punto se bombea al área de pre tratamiento donde se separa la basura y sólidos de gran tamaño en las rejillas para posteriormente pasar al clarificador, que constituye en sí el primer elemento de tratamiento de la planta.

### **Etapas de tratamiento.**

Pre Tratamiento

Clarificador.

Celdas de Lodos

Celdas de Purificación

Unidad de Desinfección Ultravioleta

Cárcamo (descarga)

### **Pre-Tratamiento.**

Consiste en separar todo tipo de material ajeno al agua residual (plásticos, papel, etc.)

Se recibe las aguas residuales en el cárcamo de llegada o de aguas cruda, el cual contiene un deflector de flujo para disminuir la turbulencia, como en todas las plantas de tratamiento este cuenta con un canal demasías para emergencias, normalmente el agua entra a dos canales controlados por compuertas ambos canales contienen dos rejillas y un desarenador.

El material que se acumule en las rejillas deberá ser retirado manualmente por los operadores de la planta hacia el contenedor de basura, el desarenador permite enviar objetos pesados y la arena a la celda de lodos, después del pre tratamiento el agua residual es enviada a través de dos tuberías al clarificador.

### **Clarificador.**

En componente las aguas negras son separadas en dos tipos, con **sólidos sedimentables** y agua clarificada con **pocos sólidos sedimentables**.

El clarificador recibe aguas negras del pre tratamiento mediante dos canales que llevan el agua por gravedad a dos sectores del clarificador, cada sector contiene un canal de sedimentación que permite la precipitación y captación de los sólidos sedimentables en el canal, el material que es sedimentado es agrupados en cuatro válvulas de control para su posterior envío a las celdas de lodos.

La segunda salida del clarificador está en la superficie donde la corriente clara de sólidos pasa por el desarenador y luego al canal de salida, al final de este canal se puede apreciar cuatro compuertas, una para cada celda purificadora, las compuertas conllevan el flujo hacia las celdas purificadoras de acuerdo a las necesidades del saneamiento del agua residual.

### **Celdas de lodos.**

En las celdas se realiza la mineralización y degradación de los lodos generados por medio de microorganismos que se ubican en las raíces y rizomas de las plantas.

La celda de lodos recibe los lodos del clarificador y opera en tres sectores controlada cada una de ellas con un válvula para la resección de los sólidos, en cada sección se tienen dos líneas de doce vertederos cada una por medio de estos vertederos se vierte los lodos sobre la cama de arenas de las celdas donde se quedan los sólidos para ser convertidos por el proceso microbiológico y por los elementos en suelo, el cual a su vez es consumido por las plantas pantanales.

El agua sin sólidos percola al fondo de la celda pasando por tres capas de sustrato: arena, grava pequeña y finalmente grava mediana, el agua en el fondo de la celda entra al tubo colector perforado llevándola al registro de salida de donde se envía a través de un tubo a la celda purificadora cuatro para continuar con su tratamiento.

### **Celdas purificadoras.**

Las celdas sanean el agua a través de los microorganismos presentes en las raíces y tallos de las plantas sembradas en lechos del suelo; en esta interface se generan procesos de transformación de la materia orgánica presente en el agua, así como la eliminación de coliformes fecales.

Las celdas recibe los líquidos del clarificador en dos secciones de tubos perforados ubicados en el fondo del canal de entrada, cuyo fondo se encuentra 50 cm por debajo de toda la plataforma de la celda, en esta plataforma se tienen sembradas plantas las cuales sanean el agua que viaja entre ellas en forma capilar y por medio de microorganismos.

Al final del recorrido el agua llega al canal de salida el cual se encuentra 20 cm por debajo de la plataforma y tiene en el fondo 4 secciones de tubos perforados para la recolección del flujo el cual a su vez el cual es enviado al registro de salida donde por gravedad viaja al siguiente proceso de saneamiento.

### **Unidad de luz ultravioleta.**

El equipo de luz ultravioleta recibe el agua saneada de las cuatro celdas purificadoras a través del tubo colector el cual llega a la caja receptora inundando todo el canal hasta cubrir las lámparas de rayos ultravioleta.

Los rayos ultravioleta penetran a las células de los microbios, rompiendo la cadena de reproducción durante el paso del agua, con lo cual se elimina todo resto de microorganismo patógeno que el agua pudiera aun transportar, al final del canal se encuentra la compuerta para el control automático de nivel, abriéndose por presión.

### **Control de Sólidos Suspendidos Totales:**

La concentración de sólidos suspendidos totales (SST) deberá mantenerse bajo estricto control en el canal donde opera la unidad de desinfección ultravioleta ya que si este parámetro se incrementa, arriba del valor especificado por el fabricante  $SST > 30$  mg/l, entonces se tiene el inconveniente de existir deposición de estos sobre las lámparas que emiten la radiación ultravioleta y que el equipo no opere con la eficiencia de diseño debido a la reducción de la transmisión de la radiación UV.

### **Mantenimiento.**

A continuación se describen cada una de las actividades propicias para el mantenimiento de los equipos de la Planta de Tratamiento.

### **Pre-Tratamiento.**

La tarea del mantenimiento de este elemento consiste en la limpieza de las rejillas saca basuras, la cual se efectúa mediante el siguiente procedimiento:

Cerrar el paso de agua de la sección a limpiar.

Bajar la compuerta de la sección a limpiar.

Drenar el agua lodosa una vez que se haya cerrado el paso del agua mediante las válvulas correspondientes.

Retirar la basura retenida en las rejillas.

Retirar el lodo y arena del fondo de la sección que se limpia

Abrir la compuerta de la sección que se limpió.

### **Clarificador.**

Existen dos tareas de mantenimiento que deben efectuarse en este elemento, la primera consiste en la limpieza continua de la “nata” de los sólidos formada en la parte superior del clarificador la cuales se manifiesta como burbujas o espuma producto de la descomposición anaeróbica.

La segunda actividad de mantenimiento de este elemento consiste en la limpieza de los desarenadores cada 15 días.

**Registro distribuidor de Flujo:** El mantenimiento de este registro se lleva a cabo siempre y cuando se observen objetos flotantes, para efectuar el mantenimiento de este elemento el operador deberá efectuar los siguientes pasos:

Tomar la red de limpieza del clarificador

Captar la basura flotante antes de que llegue a zona de captación y desviación del agua a los tubos.

### **Celda de Lodos.**

El mantenimiento de la celda de lodo se refiere a la eliminación de los carrizos secos u hojas muertas en la superficie de la celda, adicionalmente se puede efectuar de manera eventual la limpieza de alguno de los vertedores que se encuentre obstruido.

### **Celda Purificadora.**

Para estos elementos se efectúa el mantenimiento en la salida de la tubería de limpieza y eventualmente en el interior de las celdas para el resembrado de plantas.

El mantenimiento es esencial para una operación óptima de la planta de tratamiento de aguas residuales, por ello, el operador de la planta debe llevar un bitácora de la operación, en el cual deben anotarse por separado los trabajos rutinarios efectuados y las medidas de mantenimiento, los resultados obtenidos del tratamiento, y los sucesos específicos, dicho mantenimiento es considerado de tres tipos:

**Mantenimiento Preventivo:** Conjunto de actividades, recursos y ayudas programados para identificar o prevenir defectos, reemplazar rutinariamente elementos fungibles, registrar e informar daños mayores en la planta y para conservarla, por lo menos, durante su vida económicamente útil.

**Mantenimiento Correctivo:** Conjunto de actividades, recursos y ayuda destinados a reparar defectos y daños mayores para restablecer la producción normal de la planta.

**Mantenimiento Predictivo:** Es la sustitución de piezas cuando es posible predecir su falla por antigüedad o condiciones de trabajo.

## **II.2.6. Descripción de obras asociadas al proyecto.**

En la construcción del proyecto se realizarán **obras y actividades de carácter temporal**, estas obras y actividades son de **dos tipos** las primeras de ellas **enfocadas al apoyo de la construcción** y las **segundas a minimizar los impactos generados por las actividades constructivas**.

### **Obras y actividades de apoyo a la construcción:**

#### **1). Construcción de almacenes de suministro de material e insumo:**

El almacén estarán contruidos con materiales desmontables, desarmables y reutilizables con lo cual facilitara la reubicación de cada uno de ellos según sea el caso.

En el almacén de suministros de material e insumo se resguardaran las herramientas, equipos de trabajo y donde se lleve el control de las entradas y salidas del material que se está utilizando en la construcción de cada componente del proyecto (cemento, varillas, piezas metálicas, alambres, recubrimiento anticorrosivo, etc.).

### **Obras y actividades enfocadas a minimizar los impactos generados por las actividades constructivas.**

Estas obras y actividades tienen el objetivo de minimizar los impactos generados sobre el ambiente; el desarrollo de estas actividades dará inicio en la etapa de preparación del sitio y continuaran hasta concluir la construcción de la planta de tratamiento.

La construcción de cada componente que integra la planta presentara sus propias actividades de apoyo las cuáles serán las siguientes:

#### **1). Colocación de letreros:**

Esta actividad consiste en la colocación de letreros los que tendrán mensajes indicativos, alusivos a la protección de la flora, fauna y acciones u actividades restringidas las que todo el personal que esté involucrado en las actividades del proyecto deberá acatar.

## **2). Colocación de letrinas sanitarias portátiles:**

Las letrinas se colocaran a una distancia considerable de donde se realicen las maniobras constructivas y de fácil acceso para el personal, las letrinas estarán ubicadas sobre una cubierta que evite la infiltración de las aguas sanitarias en caso de derramas, el servicio de limpieza de las letrinas lo realizara la empresa que preste el servicio de renta de las letrinas y será ella responsable de la disposición final de los residuos almacenados generados.

## **3). Contenedores para residuos sólidos urbanos:**

Se dispondrán contenedores metálicos con tapa los cuales estarán debidamente identificado de acuerdo al origen del residuo (orgánico e inorgánico).

Los contenedores se colocaran sobre una cubierta que evite la infiltración del contenido de los contenedores; estos estarán situados de forma accesible.

La disposición de dichos residuos se realizara semanal y la realizara las empresas que estén realizando las actividades constructivas o en su caso alguna empresa encargada para efectuar su disposición final adecuada conde las autoridades municipales indiquen.

## **4). Platicas ambiental:**

Se realizaran pláticas temáticas sobre aspectos ambientales, legales y de concientización al personal que se encuentre participando en las actividades constructivas de cada componente, dichas platicas serán impartidas por un especialista ambiental quien se encargara de verificar el cumplimiento de las condicionantes con que sean autorizadas las actividades del proyecto, las pláticas ambientales se realizaran por lo menos una vez a la semana.

## **5). Recorridos en el sitio y zonas aledañas:**

Con el objeto de evitar causar cualquier tipo de daño a individuos de fauna, se realizaran recorridos para ahuyentar y reubicar individuos de fauna para lo cual se implementara un programa de rescate y reubicación de fauna.

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

La vida útil de operación de la planta de tratamiento se estima en 50 años, dicha obra es indispensable para el saneamiento de las aguas residuales generadas en el fraccionamiento los Bosques por lo cual a la conclusión del su periodo útil de operación, se realizara un rediseño de la planta o adecuaciones con la finalidad de que se siga proporcionado el tratamiento; de no ser viable técnica y económicamente su rediseño, se deberán tomar otras medidas las cuales pueden ser el re direccionamiento de las aguas generadas hacia otra planta de tratamiento residuales.

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

En ninguna de las etapas del presente proyecto se utilizara ningún tipo de explosivos.

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

Durante la etapa de construcción de la planta de tratamiento, se generaran **residuos sólidos urbanos (RSU)** y de **manejo especial (RME)**; los residuos sólidos urbanos se generaran principalmente a partir de restos de alimentos; los residuos de manejo especial se generara producto de restos de materiales empleados en la construcción de los componentes de la planta y serán, restos de barrillas, bock, piezas metálicas, etc.

Tanto los residuos sólidos urbanos como los de manejo especial se depositaran en contenedores metálicos distribuidos en la superficie con actividad, dichos contenedores presentaran etiquetas para la identificación del tipo de residuo y en el caso de RSU su origen (orgánico e inorgánico).

La recolección de los residuos lo realizara personal de la empresa constructora quien será supervisado por un especialista ambiental, dichos residuos serán trasportados y almacenados de forma temporal en un área específicamente para ellos para su posterior disposición final ya sea al relleno sanitario del municipio de centro o donde la autoridad del municipio de Nacajuca autorice para su disposición, como parte del manejo adecuado de dichos residuos generados la promovente implementara un **programa de manejo y disposición de residuos** el cual en el **capítulo VI** se describe.

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

Los servicios con que cuenta la región cubren en su totalidad la demanda de manejo adecuado de los residuos que puedan generarse en general para el proyecto.

Existen empresas de manejo y disposición final de residuos y de renta de sanitarios portátiles para la disposición de aguas residuales.

### **Residuos sólidos urbanos.**

Serán dispuestos en sitios autorizados por disposición final ya sea en el relleno sanitario del municipio de Centro o donde la autoridad del municipio de Nacajuca autorice.

### **Reutilización y reciclaje.**

Los residuos con capacidad de reciclaje serán separados y almacenados para su envío a los centros de acopio y/o bodega de salvamento de materiales, los no reciclables serán almacenados y transportados para su disposición final al sitio autorizados.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

La **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS** es la ley máxima fundamental de la cual emanan todas las demás leyes y normas jurídicas; de acuerdo a las características particulares del **PROYECTO** este se **VINCULA** con la **CONSTITUCIÓN** al:

**CONTRIBUIR** con el goce del **DERECHO HUMANO** que todas las personas tienen a “**UN MEDIO AMBIENTE SANO PARA SU DESARROLLO Y BIENESTAR**” de acuerdo al precepto establecido en el **ARTÍCULO 4 CUARTO PÁRRAFO**.

<b>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.</b>	
<b>Normativa</b>	<b>ARTICULO 4 CUARTO PÁRRAFO.</b>
<b>Descripción</b>	Toda persona tienen derecho a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar, el estado garantizará el respeto a este derecho.
<b>Vinculación</b>	<p>La planta de tratamiento de aguas residuales se proyecta construir en la localidad de <b>Saloya 2A</b> sección perteneciente al municipio de Nacajuca, dicha localidad (Saloya 2A) se ubica en la <b>Zona Conurbada Villahermosa Nacajuca</b>.</p> <p>Las localidades que se ubican dentro de la <b>Zona Conurbada Villahermosa Nacajuca</b> han mantenido una <b>tasa de crecimiento</b> entre el periodo del <b>2000 al 2015 de 3.5% pasando de tener 80,272 habitantes a 133,216 habitantes</b>, según los datos de los Censos de población y vivienda y proyecciones de población del INEGI.</p> <p>A lo largo de la <b>Zona Conurbada Villahermosa Nacajuca</b> existen casa habitacionales, colonias, fraccionamientos que <b>presentan</b> un tipo de <b>planeación</b> y <b>servicios</b> (drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales) que van desde muy mala hasta Buena.</p> <p>Entre los factores que han favorecido el incremento y la expansión poblacional en la zona es la cercanía de esta con la ciudad de Villahermosa Tabasco.</p> <p>Es <b>INEVITABLE FRENAR EL CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LA ZONA</b> ya que está dada en relación al desarrollo económico; por lo cual <b>ES DE SUMA IMPORTANCIA</b> la ejecución de <b>OBRAS</b> que tengan como <b>función</b> proporcionar un <b>SERVICIO PÚBLICO</b> como lo son el <b>TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES</b>.</p>

	<p>El <b>TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES</b> proveniente de asentamientos o centros poblacionales <b>ES UNA OBLIGACIÓN</b> que <b>TODAS LAS AUTORIDADES</b> en el ámbito de su competencia tienen, ya que con ello se <b>GARANTIZA</b> la continuidad de los <b>ELEMENTOS NATURALES</b> los cuales son los componentes que integran el <b>AMBIENTE</b> para el desarrollo y disfrute de las personas.</p>
<p><b>Cumplimiento del proyecto</b></p>	<p>El proyecto <b>DA CUMPLIMIENTO</b> al precepto establecido por el <b>artículo 4 cuarto párrafo</b> ya que este tienen como objeto la construcción de una <b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</b> la cual es una <b>Obra Hidráulica</b> que proporcionara el <b>SERVICIO PUBLICO</b> de <b>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUAL</b>, la planta descargara por infiltración un <b>VOLUMEN DE 100 A 120 LITROS POR SEGUNDO</b> en promedio.</p> <p>El agua <b>RESIDUAL</b> ya tratada, presentara como promedio diario los siguientes niveles máximos de contaminantes:</p> <p>Grasas y aceites: 25        Solidos sedimentables: 2 ml/L        Solidos suspendidos totales: 60        Demanda química de oxígeno: 60        Nitrógeno Total: 25        Fosforo total: 10</p> <p>Dichos niveles se encuentran <b>DENTRO</b> de los <b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</b> para la <b>DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES</b> sobre un <b>BIEN NACIONAL</b>, por lo cual su descarga <b>NO PRODUCIRÁ EFECTOS NEGATIVOS SOBRE EL AMBIENTE</b> y por el contrario <b>CONTRIBUYE</b> a la <b>CONSERVACIÓN DE LOS ELEMENTOS NATURALES</b> y con ello se <b>GARANTIZA</b> el disfrute del <b>DERECHO HUMANO</b> a <b>UN MEDIO AMBIENTE SANO</b> para el <b>DESARROLLO</b> y <b>BIENESTAR</b> de las personas.</p>

**TRATADOS INTERNACIONALES (MEDIO AMBIENTE)**

**Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR).**

El proyecto “Construcción de Planta de tratamiento de Aguas residuales del Fraccionamiento Residencial Los Bosques, ubicado en Saloya 2ª sección, municipio de Nacajuca, Tabasco, de acuerdo la lista RAMSAR **no se encuentran dentro de los 142 Sitios Ramsar con que cuenta nuestro país**, estos Sitios también incluyen entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas, de los cuales **EN NINGUNO DE ESTOS INCIDE EN LA SUPERFICIE DEL PROYECTO.**

Vinculación con Sitios RAMSAR.

TRATADOS INTERNACIONALES	VINCULACIÓN
<p><b>Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (RAMSAR).</b></p>	<p>En el estado de Tabasco se encuentra ubicada la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, sin embargo el presente proyecto <b>no se ubica dentro polígono que comprende la Reserva.</b></p> <p>La distancia entre el sitio del proyecto y la reserva es de aproximadamente <b>30.7 kilómetros</b>, y dada las características de la obra, éstas <b>no causarán efecto alguno sobre la reserva.</b></p>

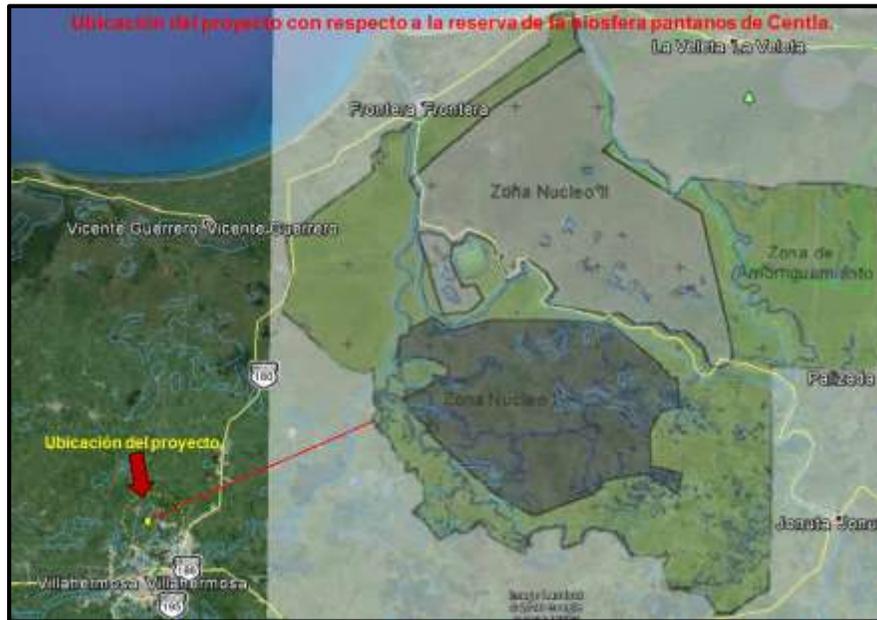


Fig.8.Ubicacion del proyecto con respecto a la reserva de la biosfera pantanos de Centla.

## LEYES FEDERALES Y REGLAMENTOS DEL SECTOR

Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento.

INSTRUMENTO JURÍDICO	DISPOSICIÓN	ESTABLECE	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA DISPOSICIÓN
<b>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</b>	Artículo 1 (Fracción I y Fracción V)	I) Garantizar el derecho a toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.	Con la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, se garantiza realizar un adecuado saneamiento al agua residual generada por los habitantes del fraccionamiento los bosques, con lo cual se protegerá y preservará el medio ambiente.
	Artículo 28 Fracción I	I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos.	El objetivo del presente manifiesto es obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales la cual descargara un volumen en promedio de <b>100 a 120 litros por segundo.</b>

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento.

INSTRUMENTO JURÍDICO	DISPOSICIÓN	ESTABLECE	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA DISPOSICIÓN
<b>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento.</b>	Artículo 5 Inciso A) fracción VI.	Plantas de tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos	El agua residual tratada se almacenara en un estanque el cual tienen una superficie de 1,072.33 m <sup>2</sup> dicha agua será utilizada para el riego de las áreas verdes de fraccionamiento y está por infiltración llegara a la laguna El Gordiano.

Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

INSTRUMENTO JURÍDICO	DISPOSICIÓN	ESTABLECE	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA DISPOSICIÓN
<p><b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</b></p>	<p>Artículo 10</p>	<p>Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento y su disposición final.</p>	<p>Los residuos sólidos urbanos derivados generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción; se implementara un programa de manejo adecuado de estos residuos el cual básicamente consiste en colocar contenedores metálicos con tabas situados en puntos estratégicos del proyecto, dichos residuos luego serán trasportados desde el sitio del proyecto donde la autoridad competente autorice.</p> <p>Cuando el proyecto entre en operación, los residuos sólidos urbanos generados por los habitantes del fraccionamiento serán recolectados y dispuestos de forma final por el ayuntamiento del municipio de Nacajuca.</p>

<p><b>Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</b></p>	<p>Artículo 13</p>	<p>Las normas oficiales mexicanas que determinen las especificaciones y directrices que se deben considerar al formular los planes de manejo, establecerán criterios generales que, respecto de estos planes de manejo, orienten su elaboración, determinen las etapas que cubrirán y definan la estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad compartida entre las partes involucradas.</p>	<p>El programa de manejo integral de residuos del presente proyecto está diseñado acatando las especificaciones establecidas por las normas oficiales mexicanas para el buen manejo de estos residuos.</p>
--	--------------------	--	--

Vinculación con la Ley General de Asentamientos Humanos y su Reglamento.

INSTRUMENTO JURÍDICO	DISPOSICIÓN	ESTABLECE	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA DISPOSICIÓN
Ley General de Asentamientos Humanos	Artículo 3	El ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano de los centro de población, tenderá a mejorar el nivel y calidad de vida de la población urbana y rural	El proyecto "Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales del fraccionamiento residencial los bosques, ubicada en Saloya 2A Sección, municipio de Nacajuca, Tabasco", es una obra del sector de la construcción que representa beneficios económicos y sociales en el contexto local, regional y nacional
	Artículo 20	Cuando dos o más centros de población situados en territorios municipales de dos o más entidades federativas formen o tiendan a formar una continuidad física y demográfica, la Federación, las entidades federativas y los municipios respectivos, en el ámbito de sus competencias, planearán y regularán de manera conjunta y coordinada el fenómeno de conurbación de referencia, con apego a lo dispuesto en esta Ley.	El proyecto "Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales del fraccionamiento residencial los bosques, ubicada en Saloya 2A Sección, municipio de Nacajuca, Tabasco", se ubica en una zona conurbada de los municipios de Centro y Nacajuca.  El cual cuenta con el <b>Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada Villahermosa-Nacajuca.</b>
	Artículo 31	Los planes o programas municipales de desarrollo urbano señalarán las acciones específicas para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población y establecerán la zonificación correspondiente. En caso de que el ayuntamiento expida el programa de desarrollo	El sitio donde se ubica el proyecto cuenta con un programa de desarrollo urbano que contiene las acciones específicas para conservar, mejorar y controlar el crecimiento de los centros de población, estableciendo la zonificación siguiente:

		urbano del centro de población respectivo, dichas acciones específicas y la zonificación aplicable se contendrán en este programa.	
--	--	--	--

## NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas.

INSTRUMENTO JURÍDICO	ESTABLECE	VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LA DISPOSICIÓN
<b>NOM-001-SEMARNAT-1996</b>	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	El objetivo del proyecto es la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales la cual realizara el saneamiento del agua proveniente del fraccionamiento los bosques, dicha planta descargara por infiltración un <b>volumen promedio de 100 a 120 litros por segundos.</b>  La descarga de agua residual saneada presentara los parámetros y límites establecidos en la norma Nom-001-SEMARNAT-1996 la cual establece los límites máximos permisibles para la descarga de aguas residuales en un bien nacional.
<b>NOM-041-SEMARNAT-2006</b>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	El proyecto da cumplimiento ya que se cuenta con un programa de mantenimiento vehicular, con el cual se reducirán y minimizaran las emisiones generadas a la atmosfera.
<b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b>	Protección ambiental –Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Para evitar que ningún individuo de especies de fauna resulte afectados por las actividades del proyecto, durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se implementara durante el periodo de tiempo que duren estas actividades un <b>programa de rescate y reubicación de fauna.</b>  Así mismo se impartirán <b>pláticas ambientales</b> al personal que se encuentre laboreando con el objeto de concientizar al personal para que no se realicen capturas, manipulación inadecuada o daño a esta especie y a ninguna otra.

<b>NOM-080- SEMARNAT- 1994.</b>	Que 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.	Los vehículos automotores, maquinaria y equipo realizarán las actividades de mayor generación de ruido en horarios diurnos en periodos de 8 horas y se sujetará al cumplimiento del programa de mantenimiento y correctivo de los vehículos y maquinaria utilizados para el desarrollo de las actividades del proyecto.
<b>NOM-081- SEMARNAT- 1994.</b>	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	

De acuerdo a la sobre posición del modelo de Unidades de Gestión Ambiental del municipio de Nacajuca, el proyecto se ubica en una unidad de gestión ambiental (**NAC\_1C**) la cual tiene como **política la Conservación**.

A continuación se evaluarán los criterios ecológicos específicos con respecto a dicha UGA.

**CRITERIOS ESPECÍFICOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA PARA APLICARSE A LAS UGA’S DE ACUERDO A LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.**

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA PARA APLICARSE A LAS UGA’S DE ACUERDO A LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS				
Por actividades productivas				
NAC_1C	Acuicultura	Agrícola	Forestal	Pecuario
	3,127,128,129,131	3	3,122,123,124,125,126	3

Acuicultura 3,127,128,129,131		
Clave	Descripción	Acción
3	La introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en UGA’s prioritarias para la conservación y restauración, queda restringida a las ya utilizadas y la aprobación de la autoridad ambiental para especies nuevas, considerando la pérdida o ganancia de servicios ambientales.	El proyecto es una obra de tipo <b>SERVICIO PÚBLICO</b> ya que el objetivo de esta es realizar el <b>saneamiento de las aguas residuales</b> generadas en el fraccionamiento residencial los bosques antes de que esta sea descargada, por lo cual no introducirá especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en ésta UGA.
127	Queda restringido por la autoridad ambiental correspondiente, el establecimiento de la acuicultura semi-intensiva de especies nativas en las zonas de conservación, y condicionada de forma semi-intensiva e intensiva en zonas de restauración.	El presente proyecto forma parte de una obra del sector hidráulico ya que el objetivo de esta es realizar el <b>saneamiento de las aguas residuales</b> generadas en el fraccionamiento residencial los bosques, por lo que no incide en actividades relacionadas con la acuicultura.
128	Queda restringido por la autoridad correspondiente los procesos constructivos e infraestructura para la actividad acuícola, en las UGA’s prioritarias de conservación.	El proyecto es una obra de tipo <b>SERVICIO PÚBLICO</b> ya que el objetivo de esta es realizar el <b>saneamiento de las aguas residuales</b> , por lo que no le no generar infraestructura para fines o relacionada a actividades acuícolas.
129	Los proyectos acuícolas deberán privilegiar el uso de especies nativas sobre las exóticas, estas últimas quedaran restringidas por la autoridad correspondiente.	No se llevará a cabo alguna actividad relacionada a la acuicultura.
131	En el caso de cultivos intensivos y semi-intensivos de especies exóticas en zonas de aprovechamiento deberán contar con las previsiones necesarias para impedir la fuga de organismos.	En el proyecto no se realizarán actividades relacionados con cultivos extensivos y semi intensivos de especies exóticas.

CRITERIOS ECOLÓGICOS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA.		
POR ACTIVIDADES PRODUCTIVAS		
Agrícola 3		
Clave	Descripción	Acción
3	La introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en UGA´s prioritarias para la conservación y restauración, queda restringida a las ya utilizadas y la aprobación de la autoridad ambiental para especies nuevas, considerando la pérdida o ganancia de servicios ambientales.	El proyecto no introducirá especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna, puesto que el objetivo del presente proyecto es la construcción de una <b>planta de tratamiento de aguas residuales</b> de tipo pantanos artificiales de flujo superficial la cual saneara y descargara por infiltración un <b>volumen de 100 a 120 litros por segundo.</b>

CRITERIOS ECOLÓGICOS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA.		
POR ACTIVIDADES PRODUCTIVAS		
Forestal 3,122,123,124,125,126.		
Clave	Descripción	Acción
3	La introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en UGA´s prioritarias para la conservación, conservación y restauración, queda restringida a las ya utilizadas y la aprobación de la autoridad ambiental para especies nuevas, considerando la pérdida o ganancia de servicios ambientales	El proyecto no introducirá especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna, puesto que el objetivo la construcción de una <b>planta de tratamiento de aguas residuales</b> generadas por el fraccionamiento residencial los bosques.
122	Los proyectos agropecuarios y forestales deberán considerar prácticas y tecnologías sustentables con el ambiente.	El presente proyecto no está relacionado de ninguna forma con actividades agropecuarias.
123	Se fomentará la creación de plantaciones forestales en las zonas con aptitudes para tal propósito.	El proyecto tiene el objetivo la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales la cual realizará el saneamiento y la infiltración de un volumen de <b>100 a 120 litros por segundo.</b>  Se implementará un programa de reforestación para compensar los impactos producidos sobre la vegetación, dicho programa empleara especies nativas de la zona y tendrá el objetivo de reforestar una determinada superficie; la superficie a reforestar será determinada por la secretaria o por el municipio de Nacajuca.
124	Las plantaciones forestales de especies nativas y comerciales deberán contar con planes de manejo que incluyan los impactos generados por el aprovechamiento y las acciones de mitigación que consideren la restauración del sitio a través de la reforestación con	El proyecto no se tiene fines de producir plantaciones forestales o infraestructura relacionada a plantaciones forestales: sin embargo se plantea aplicar un <b>programe de reforestación</b> como parte de las medidas de mitigación sobre la vegetación.

	especies nativas y el retiro de la infraestructura empleada	
125	El establecimiento de plantaciones forestales deberá garantizar la permanencia de corredores biológicos	No se realizará plantaciones forestales, sin embargo se plantea aplicar un <b>programa de reforestación</b> para compensar los impactos generados sobre la flora.
126	Los programas de aprovechamiento forestal, de manejo de plantaciones y de operación de la industria forestal, deberán contener acciones de manejo y disposición de residuos sólidos y peligrosos y para el tratamiento de aguas residuales.	El presente proyecto no se relaciona con actividades de aprovechamiento forestal; sin embargo durante las etapas de preparación del sitio y construcción se implementara un <b>programa de manejo de residuos sólidos urbanos</b> .

CRITERIOS ECOLÓGICOS POR ACTIVIDAD PRODUCTIVA.		
POR ACTIVIDADES PRODUCTIVAS		
PECUARIO 3		
3	La introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en UGA´s prioritarias para la conservación, conservación y restauración, queda restringida a las ya utilizadas y la aprobación de la autoridad ambiental para especies nuevas, considerando la pérdida o ganancia de servicios ambientales	El proyecto no introducirá especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna, puesto que el objetivo del presente proyecto es la construcción una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual realizara el saneamiento de las aguas generadas por el fraccionamiento residencial los bosques.

**CRITERIOS ECOLÓGICOS ESPECÍFICOS DE SERVICIOS AMBIENTALES PARA APLICARSE A LAS UGA’S DE ACUERDO A SU POLÍTICA AMBIENTAL.**

CRITERIOS ECOLÓGICOS ESPECÍFICOS DE SERVICIOS AMBIENTALES PARA APLICARSE A LAS UGA’S DE ACUERDO A SU POLÍTICA AMBIENTAL*.		
Por Política Ambiental.		
Conservación	3, 11, 32, 62, 71, 93, 99.	
Clave	Descripción	Acción
3	La introducción de especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna en UGA’s prioritarias para la conservación y restauración, queda restringida a las ya utilizadas y la aprobación de la autoridad ambiental para especies nuevas, considerando la pérdida o ganancia de servicios ambientales.	El proyecto no introducirá especies exóticas o potencialmente invasoras de flora y fauna, puesto que el objetivo del presente proyecto es la <b>planta de tratamiento de aguas residuales</b> generadas por el fraccionamiento residencial los bosques.
11	La rehabilitación y el establecimiento de vías de comunicación UGA’S prioritarias de conservación, restauración y áreas naturales protegidas deberán implementar reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	Dentro de las medidas de mitigación del presente proyecto, se han establecido medidas a implementar como reductores de velocidad y señalamientos para la protección de la flora y fauna del lugar.
32	En zonas con vegetación primaria sólo se permiten actividades tendientes a su conservación, restauración y aprovechamiento sustentable, mismas que podrán ser propuestas por la autoridad correspondiente.	La zona donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales, <b>NO SE ENCUENTRA VEGETACIÓN PRIMARIA</b> , puesto que se caracteriza por presentar ecosistemas transformados y alterados, al sustituirse extensiones de vegetación natural por pastizales inducidos para una ganadería extensiva, actividades agrícolas, actividades de la construcción y actividades de la industria petrolera.
62	En zonas con pendientes del 15 al 40% se deberá establecer vegetación arbórea y herbácea nativa	La zona del proyecto no presenta pendientes dentro de ésta escala.
71	Queda prohibido el establecimiento de infraestructura turística en las dunas de playa y manglares previa justificación técnica que demuestre que no se altera ni la estructura ni la función de los ecosistemas.	El presente proyecto no genera infraestructura de tipo turística, ni se encuentra situado dentro o cerca de dunas costeras, playas, manglares.
93	En comunidades rurales con áreas de manglar, deberán considerar un programa de manejo para su conservación y aprovechamiento sustentable, salvo en zonas vulnerables a erosión costera donde estará prohibido su uso y aprovechamiento.	El presente proyecto <b>NO SE UBICA EN ÁREAS DE MANGLAR NI AFECTARA VEGETACIÓN DE TIPO MANGLAR</b> , por lo cual para el presente proyecto no se requiere contar con un programa de manejo aprovechamiento sustentable de vegetación de tipo manglar.
99	En zonas costeras se promoverán cultivos de especies nativas resistentes a los nuevos rangos de temperatura y salinidad.	El proyecto no se encuentra en zonas costeras por lo cual al presente proyecto no le aplica la promoción de cultivos de especies nativas

	resistentes a resistentes a los nuevos rasgos de temperatura y salinidad.
--	---

**Criterios Ecológicos Específicos para el establecimiento de infraestructura y asentamientos humanos que deben aplicarse a las UGA’s de acuerdo a su Política Ambiental\***

El presente proyecto generara infraestructura de servicio urbano (planta de tratamiento de aguas residuales), por lo que a continuación se presenta la vinculación con las actividades productivas de infraestructura y asentamientos humanos, como se muestra en la siguiente tabla:

**CRITERIOS ECOLÓGICOS ESPECÍFICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE DEBEN APLICARSE A LAS UGA’S DE ACUERDO A SU POLÍTICA AMBIENTAL.**

CRITERIOS ECOLÓGICOS ESPECÍFICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA Y ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE DEBEN APLICARSE A LAS UGA’S DE ACUERDO A SU POLÍTICA AMBIENTAL*		
Para Infraestructura		
Conservación 11,87,94,96,104,111,128.		
Clave	Descripción	Acción
11	La rehabilitación y establecimiento de vías de comunicación en UGA’s prioritarias de conservación, conservación, restauración y áreas naturales protegidas deberán implementar reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.	El presente proyecto <b>no generara infraestructura o establecerá vías de comunicación</b> por lo cual no le aplica al presente proyecto la implementación de reductores de velocidad y señalamientos de protección de la fauna.
87	Queda prohibido el establecimiento de termoeléctricas, hidroeléctricas, generadores de energía eólica y refinerías en las UGA’s prioritarias de conservación, de conservación, cuerpos de agua, restauración, y áreas naturales protegidas.	El proyecto consiste en la construcción de plantas de tratamientos de aguas residuales, por lo que no se planea el establecimiento de termoeléctricas, hidroeléctricas, generadores de energía eólica y refinerías.
94	Queda prohibido o restringido el establecimiento de nueva infraestructura en las UGA’s prioritarias de conservación susceptibles a la erosión costera según dictamine la autoridad correspondiente, y prohibidos los nuevos asentamientos humanos con base en las tasas netas de perdida de costa.	El proyecto no se encuentra en zonas susceptibles a la erosión costera.
96	El mantenimiento y/o rehabilitación de caminos costeros, deberá garantizar que se mantengan y protejan las corrientes, cuerpos de agua superficiales y manto freático.	El proyecto no implementará caminos costeros ni afectara vegetación de tipo manglar.
104	Promover espacios con las áreas verdes en las zonas urbanas con vegetación	Como parte de las medidas de compensación se aplicara un programa de reforestación sobre

	nativa con superficie mínima de 8.17 m <sup>2</sup> /habitante.	con especies nativas de la zona por los impactos generados sobre la flora.
111	Queda restringido el establecimiento de vías de comunicación en las UGA's prioritarias de conservación, conservación, restauración y cuerpos de agua; salvo previa justificación técnica y autorización de la autoridad competente.	El proyecto construirá una planta de tratamiento de aguas residuales la cual saneara e infiltrara un <b>volumen de 100 a 120</b> litros por segundos, por lo que no establecerá ni generar infraestructuras relacionada a vía de comunicación.
128	Queda restringido por la autoridad correspondiente los procesos constructivos e infraestructura para la actividad acuícola, en las UGA's prioritarias de conservación y de conservación.	El presente proyecto forma parte de una obra de servicio, por lo que no le aplica éste apartado.

**CRITERIOS ECOLÓGICOS ESPECÍFICOS DE SERVICIOS AMBIENTALES POR INFRAESTRUCTURA.**

<b>CRITERIOS ECOLÓGICOS ESPECÍFICOS DE SERVICIOS AMBIENTALES POR INFRAESTRUCTURA</b>		
<b>Para Asentamientos Humanos</b>		
<b>Conservación 71,89,94</b>		
<b>Clave</b>	<b>Descripción</b>	<b>Acción</b>
71	Queda prohibido el establecimiento de infraestructura turística en las dunas de playa y manglares previa justificación técnica que demuestre que no se altera ni la estructura ni la función de los ecosistemas.	La superficie en la que se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales no presenta características de dunas de playas o vegetación de manglar.
89	El establecimiento de nueva infraestructura urbana, en zonas catalogadas como de vulnerabilidad o de riesgo, quedará prohibida o restringida, y su aprobación por la autoridad ambiental correspondiente deberá contar con la opinión de compatibilidad, datos de cotas mínimas de inundación para construcción y considerar los datos de vulnerabilidad de este ordenamiento.	El proyecto es una obra de tipo servicio público la cual es necesaria para el saneamiento de las aguas residuales generadas por el fraccionamiento residencial los bosques.
94	Queda prohibido o restringido el establecimiento de nueva infraestructura en las UGA's prioritarias de conservación susceptibles a la erosión costera según dictamine la autoridad correspondiente, y prohibidos los nuevos asentamientos humanos con base en las tasas netas de pérdida de costa.	El proyecto no se encuentra en zonas susceptibles a la erosión costera.

## **Análisis General de los Criterios Ecológicos Aplicables**

Ejecutado el análisis de los criterios ecológicos que le son aplicables al proyecto se justifica su ejecución toda vez que este se ubica en una zona que se caracteriza por presentar ecosistemas transformados y alterados; así mismo el proyecto **PROTEGE y GARANTIZA el DERECHO HUMANO** a disfrutar “**UN MEDIO AMBIENTE SANO PARA SU DESARROLLO Y BIENESTAR**” por lo que es compatible con el **Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada Villahermosa–Nacajuca**, ya que **orienta los procesos de poblamiento a través de medidas técnicas y jurídicas, sociales, ambientales, económicas y políticamente viables**, así No representa amenaza a los ecosistemas dado que **no se ubica dentro de ninguno de los 142 Sitios Ramsar con que cuenta el país** y representa **beneficios económicos y sociales**, y cumple con la normatividad que le es aplicable.

Como resultado de ésta vinculación el proyecto se considera **FACTIBLE DE REALIZAR** ya que no se contrapone con ningún criterio legal, normativo o a programas aplicables.

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

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

Actualmente para la zona estudio existe un “**Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada Villahermosa-Nacajuca**”, el cual tiene como objetivo general orientar los procesos de poblamiento a través de medidas técnicas y jurídicas, sociales, ambientales, económicas y políticamente viables, antes que la inercia del crecimiento espontáneo y desordenado que presenta hoy día lo convierta en un fenómeno de mayor desigualdad, conflictividad y riesgo.

De acuerdo con modelo de uso de suelo del “**Programa de Desarrollo Urbano de la Zona Conurbada Villahermosa-Nacajuca**” la superficie donde se pretende realizar las actividades de construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales presenta un uso de suelo de tipo **Pastizal cultivado**.

En dicha zona el que el crecimiento urbano ha provocado desde hace varias décadas atrás la **pérdida de la variedad de la flora y fauna**.

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

El Sistema Ambiental (**SA**) se localiza en el municipio de Nacajuca, Tabasco, en la Región Hidrológica RH30 Grijalva-Usumacinta.

La Región Hidrológica RH30 "Grijalva-Usumacinta", abarca territorio mexicano y guatemalteco, Dentro del estado de Tabasco la RH30 se ubica en el centro y este de su territorio, está representada en la entidad por tres cuencas: (A) Río Usumacinta, (C) Laguna de Términos y (D) Río Grijalva-Villahermosa, comprende el 75.22% de la superficie total del Estado.

La cuenca Rio Grijalva - Villahermosa abarca una amplia zona del centro de la entidad y cubre aproximadamente 41.45% del total estatal.

La subcuenca en la que se encuentra inmerso el Sistema Ambiental (SA) del proyecto se denomina **Río Samaria (x)**. El tipo de clima para esta zona considerando la clasificación de Köppen modificado por Enriqueta García para la República Mexicana, y de acuerdo a la información tomada de la estación meteorológica de Cunduacan 27084, cercana al **SA** con 60 años de observaciones y que se localiza dentro de la subcuenca Rio Samaria (x), es el Am (f), que se interpreta como un clima Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano.

Los suelos de la Subcuenca **Río Samaria (x)**, tuvieron su origen con la descomposición de aluviones, causadas por el cambio de curso que han tenido los ríos durante el Cuaternario. Otros son de origen residual y se formaron a partir de rocas sedimentarias, tales como: areniscas del mioceno, calizas del Mioceno y Oligoceno, conglomerados del Cuaternario y algunas lutitas-areniscas del Eoceno; una última porción son de origen litoral, lacustre o coluvio-aluvial.

La Cuenca Rio Grijalva-Villahermosa, se caracteriza por presentar un mosaico de ecosistemas, ya que se puede encontrar desde selvas altas hasta los manglares en la costa del estado.

En la superficie que comprende el **Sistema Ambiental** del proyecto, los usos de suelo con mayor extensión son las actividades agropecuarias con fines de producción de ganado bovino, los pastizales cultivados y vegetación hidrófilas.

De acuerdo a la sobre posición de las Unidades de Gestión Ambiental existente en el municipio de Nacajuca, el **Sistema Ambiental** del proyecto se ubica en su totalidad en una sola UGA la cual es **NAC\_1C** con política ambiental de tipo **CONSERVACIÓN**.

Las UGAs con política de **CONSERVACIÓN** son áreas con servicios ambientales estratégicos para disminuir los riesgos de la población humana y su patrimonio ante fenómenos hidrometeorológicos, de erosión costera y a los efectos del cambio climático, el aprovechamiento de los recursos naturales en esta zona debe ser evaluado técnica, legal y económicamente por personal capacitado y por las autoridades ambientales correspondientes.



Fig.9.Ubicación del proyecto con respecto a las UGAs del municipio.



Fig.10.Ubicación del proyecto en la UGA NAC\_1C.

#### IV.2.1. Aspectos abióticos.

##### a). Clima.

En el estado se definen tres tipos de clima, dos de ellos cubren más del 95 % del territorio tabasqueño: **Cálido húmedo con lluvias todo el año (Af)**, cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am) **y cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw)**.

La clasificación que se utilizó para identificar el tipo de clima del sistema ambiental es la de Wladimir Köppen, la cual fue modificada por Enriqueta García en 1964, para adaptarla a las condiciones de nuestro país.

De acuerdo a la clasificación antes mencionada y a la información tomada de la Estación meteorológica de Nacajuca 27-013, la cual es cercana al área donde se desarrollará el proyecto, por lo anterior la **zona con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano Am(f)**.

ESTACIONES METEOROLÓGICAS													
CLAVE	ESTACIÓN	LATITUD NORTE			LONGITUD OESTE			ALTITUD (Metros)					
		Grados	Minutos	Segundos	Grados	Minutos	Segundos						
27-013	NACAJUCA	18	10	55	93	01	02	10					
FUENTE: CNA. Registro de Temperatura y Precipitación.													
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (Grados centígrados)													
ESTACIÓN	PERIODO	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
NACAJUCA	2004	22.0	23.0	25.0	27.0	28.0	29.0	29.0	30.0	29.0	26.0	28.5	23.0
PROMEDIO	De 1983 a 2004	23.1	24.4	25.8	27.9	28.5	29.0	28.5	28.4	28.1	26.4	25.7	23.9
AÑO MÁS FRÍO	1987	22.4	23.7	23.3	24.6	28.3	27.3	26.0	25.1	26.0	25.4	24.3	22.5
AÑO MÁS CALUROSO a/	2000	24.0	24.7	28.2	28.3	29.2	28.5	28.8	28.4	28.7	27.4	27.0	23.7
a/ Se han registrado dos o más años que cumplen con esta característica. Sólo se presentan los datos del año más reciente.													
FUENTE: CNA. Registro Mensual de Temperatura Media en °C.													

Las características climáticas de la región propician que se desarrolle una temperatura media anual de 26.4°C siendo la máxima media mensual en mayo de 30.8°C y la mínima media en enero con 22.4°C, la máxima y la mínima absoluta alcanzan los 44°C y 12°C respectivamente.

## **Precipitaciones.**

El régimen de precipitación en la zona se caracteriza por un total de caída de agua de 1,707.2 milímetros con un promedio máximo mensual de 735.8 milímetros en el mes de septiembre y una mínima mensual de 251.2 milímetros en el mes de abril. Las precipitaciones pluviales pueden ser muy intensas en periodos muy breves.

La humedad relativa en promedio anual se estima en 82% con máxima de 85% en enero-febrero, la mínima de 78% en mayo-junio. Los vientos dominantes son en dirección al noroeste, generalmente van acompañados de lluvias continuas a las que se les conoce como nortes, estos se producen en los meses de octubre y marzo.

Las mayores velocidades del viento se concentran en los meses de noviembre y diciembre, con velocidades que alcanzan los 32 kilómetros por hora, presentándose en junio y julio las menores, con velocidades de 20 kilómetros por hora. Los ciclones tropicales en verano y los nortes en invierno, son dos de los fenómenos meteorológicos que mayor influencia ejercen sobre las condiciones pluviales de la entidad.

## **Nortes**

A partir del mes de octubre la planicie es invadida por vientos anticiclónicos cargados de humedad a los cuales se les denomina nortes. Estos se originan por el intercambio de aire de un ciclón que se aleja por el Mar Caribe y Golfo de México, así como por vientos del NE provenientes de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, denominados frentes fríos.

En el **SA** los nortes ocasionan nublados, disminución de la temperatura y lluvias de ligeras a fuertes, pero que a veces duran varios días e inclusive varias semanas.

Los nortes se presentan del mes de septiembre al mes de febrero, raramente se extienden al mes de marzo. Dando lugar a los meses de septiembre y octubre como el período más lluvioso del año, descendiendo a medio lluvioso en los meses de noviembre, diciembre y enero, para amortiguar drásticamente las lluvias en el mes de febrero.

## Huracanes

CENAPRED, MÉXICO. En México entre los meses de mayo a noviembre, se presentan en promedio 23 ciclones tropicales con vientos mayores a 63 km/h. Del orden 14 ciclones tropicales ocurren en el Pacífico y 9 en el Golfo de México y el mar Caribe. En el grupo integrado por los estados de Nayarit, Guerrero, **Tabasco**, Tamaulipas, Oaxaca, Veracruz, Chiapas y Yucatán el periodo de recurrencia o penetración de ciclones es de 8 a 26 años.

Los ciclones tropicales que afectan al estado se originan en el Mar de las Antillas; al analizar las trayectorias de los mismos durante un periodo de 100 años aproximadamente, sólo 7 de ellos han pasado por territorio tabasqueño, con vientos de 16,00 km/h. En este mismo lapso han afectado a la entidad únicamente 20 tormentas tropicales, las cuales tienen menor fuerza que el fenómeno antes mencionado. De los ciclones tropicales que han tocado costas del Golfo de México, el 46% ha afectado la península de Yucatán, 34% a Tamaulipas, 16% a Veracruz-Llave y el 4 % a Tabasco.

Pronósticos de Tormentas Tropicales y Huracanes 2015.

Debido a la persistencia, desde el otoño de 2014, de valores por arriba del promedio en la temperatura superficial del mar en el Océano Pacífico central, diversas organizaciones internacionales meteorológicas internacionales y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) declaran la presencia del fenómeno de “El Niño” en el 2015.

CONAGUA. Julio de 2015. Comunicado de Prensa No. 429-15. Diversos servicios meteorológicos e hidrológicos internacionales, entre ellos el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), dependiente de la Comisión Nacional del Agua (Conagua), detectan 95% de probabilidad de que el fenómeno El Niño/Oscilación del Sur (ENOS) mantenga una intensidad moderada e, incluso, en los próximos meses podría intensificarse a fuerte.

## Secas

En el **Sistema Ambiental** se presentan lluvias aisladas que abarcan zonas reducidas, aún en temporada de secas, pues aunque en esta temporada la precipitación sufre un cambio drástico, esto no quiere decir que deje de llover.

De fines de febrero a principios de junio se presenta la temporada de secas, caracterizada por altas temperaturas, ausencia de nubosidad, y lapsos sin lluvia durante varias semanas, que en ocasiones llegan a rebasar el mes, ocurren también vientos cálidos del sur y sureste.

## **b). Geología y geomorfología.**

La superficie del estado de Tabasco está conformada principalmente por rocas sedimentarias como calizas, areniscas y depósitos evaporíticos, las cuales fueron sometidas a severos esfuerzos de compresión, lo que provocó que las rocas más plásticas se plegaran y las más tenaces se fracturaran, generando estructuras tipo horst y graben; ello dio lugar a la formación de trampas estructurales donde posteriormente se acumularían hidrocarburos y gas natural.

El sustrato geológico de la superficie donde se realizara la construcción de la planta de tratamiento está conformado por sedimentos palustres y aluviales.

### **Sedimentos palustres**

Afloran en dirección NW-N, ocupan una superficie de 42%, están constituidos por depósitos de arcilla casi negra, de olor fétido, se encuentran intercalados con limos y lodos oscuros, se encuentran cubiertos con pastizales y tulares.

### **Sedimentos aluviales**

Afloran en dirección S-SE y ocupan el 53% de la superficie. Corresponde a detritus acarreados en su mayor parte por el río Carrizal, desde la zona de sierras en el límite sur del estado de Tabasco. En condiciones de nula intervención antropogénica estos depósitos llegarían hasta el mar, la mayor parte queda depositado en la llanura costera que rodea a la Ciudad de Villahermosa. Su litología poco consolidada formada por gravas, arenas, limos y arcillas que no presenta estratos bien definidos.

### **Características litológicas del área**

En el estado de Tabasco no existe una gran diversidad litológica, en la llanura costera predominan los suelos cuaternarios de tipo aluvial, lacustre, palustre y litoral, así como lomeríos de areniscas y calizas de edad terciaria (Oligoceno), estas últimas correspondientes a la plataforma de Yucatán. Las rocas más antiguas son también de origen sedimentario y fueron depositadas en ambientes marinos, lagunares y deltaicos, donde se formaron calizas, evaporíticas y conglomerados respectivamente; de estas las más antiguas son de la edad Cretácica.

PRONTUARIO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA MUNICIPAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS NACAJUCA, TABASCO.

La litología del municipio de Nacajuca es de tipo Sedimentaria conformada de Arenisca (0.08%) y Suelo constituida por los tipos palustre (67.09%), aluvial (24.01%) y lacustre (1.74%). La planta de tratamiento de aguas residuales se construirá sobre suelos de tipo.

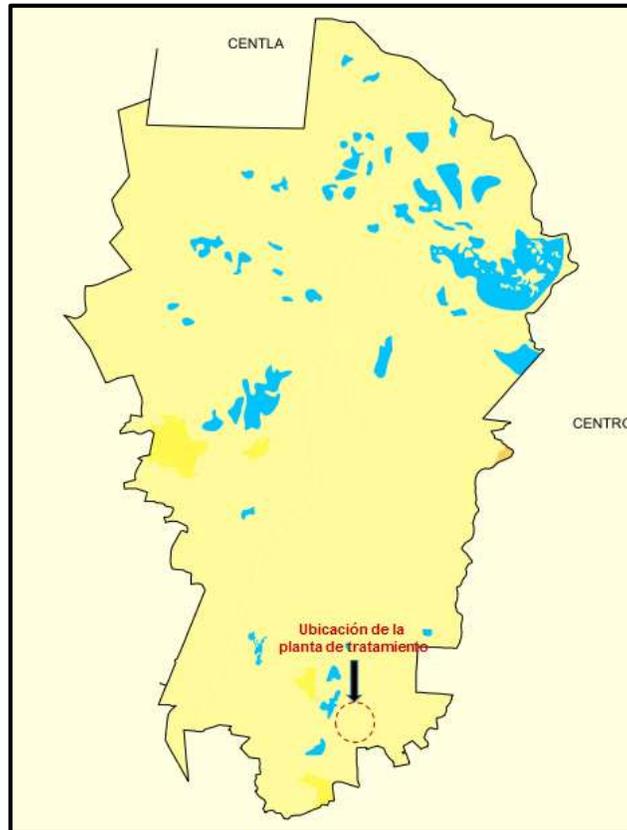


Fig.11. Mapa de geología del municipio de Nacajuca.

Sus características geológicas datan del cuaternario (92.82%) de su extensión territorial y Neógeno (0.08%) de su extensión territorial.

### **Características geomorfológicas**

El proyecto abarca la presentan pendientes con inclinación en promedio del 1.3%, el terreno es casi totalmente plano y las elevaciones van desde la más mínima que es de 3 msnm.

### **Características del relieve**

El estado de Tabasco está comprendido por dos provincias fisiográficas: Llanura Costera del Golfo Sur que cubre la mayor parte del área norte del estado y la Sierra de Chiapas y Guatemala que se distribuye en la porción sur tocando los municipios de Huimanguillo, Teapa, Tacotalpa, Macuspana y Tenosique.

El **predio** se ubica en la Provincia Llanura Costera del Golfo Sur y Sub provincia Llanuras y Pantanos.

#### Provincia Llanura Costera del Golfo Sur

Esta planicie bordea la zona norte del Estado de Tabasco y bordea la costa sur del Golfo de México de donde toma su nombre. Abarca la mayor proporción de superficie en el estado (70%) y está salpicada en algunas áreas pequeñas con pequeñas ondulaciones o lomeríos suaves con alturas no mayores a 50 msnm con dirección este – oeste, comprende los siguientes municipios: Huimanguillo, Cárdenas, Paraíso, Comalcalco, Cunduacán, Centro, Jalpa de Méndez, **Nacajuca**, Centla, Jonuta, Macuspana, Jalapa, Teapa, Emiliano Zapata, Balancán y Tenosique.

Los principales lomeríos se han formado por depósitos fluviales que forman cordones a lo largo de las márgenes de los principales ríos como efecto de las inundaciones periódicas.

#### Sub provincia Llanuras y Pantanos

Incluye la totalidad de los municipios de Balancán, Emiliano Zapata y Jonuta por parte de la cuenca del Usumacinta y los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Jalpa, **Nacajuca** y Paraíso por parte del Río Grijalva.

---



Fig.12.Mapa de Fisiografía.

## Presencia de fallas y fracturamientos

El fracturamiento corresponde a una pérdida de la continuidad entre dos partes del cuerpo rocoso. Además implica la generación de una grieta y su propagación hasta que se presente la falla general o que se alcance un nuevo estado de equilibrio (Aubinet G. y Arias A.1991).

Una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura (Bates y Jackson, 1980). Es decir, es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas.

El **Sistema Ambiental** del proyecto se ubica en la placa Norteamericana, sin embargo no se encuentra cerca de ninguna falla y fracturamiento.



Fig.13. Ubicación del SA en el mapa de fallas y fracturamiento.

## Susceptibilidad

### Sismicidad

Con fines de diseño antisísmico, la República Mexicana se dividió en cuatro zonas sísmicas, utilizándose los catálogos de sismos del país desde inicios del siglo.

El **sistema ambiental** del proyecto se localiza en la **zona B** y zonas C las cuales son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Deslizamiento, derrumbes, movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

La fisiografía del municipio de Nacajuca y donde se encuentra ubicado el **SA** del proyecto es de llanuras y pantanos por lo que la probabilidad de que ocurran deslizamientos, derrumbes, movimientos de tierra o posible actividad volcánica es poco probable.

### Inundaciones

Históricamente la inundación de 2007 es considerada como el más grave desastre natural enfrentado por el estado de Tabasco en 50 años. Los ríos Usumacinta y el Grijalva sobrepasaron sus máximos históricos a causa de fuertes lluvias ocurridas en el territorio tabasqueño y las zonas altas de Chiapas. Las comunicaciones y el abasto colapsaron, permaneciendo la ciudad prácticamente aislada del resto del país

En las inundaciones, las llanuras en las que se encuentra ubicado el **Sistema Ambiental** presentan un escenario de suma fragilidad porque ante excedentes hídricos, su relieve puede no llegar a evacuar grandes volúmenes de agua.

## c) Suelos.

### Tipos de suelos

Los suelos de la Subcuenca hidrológica (x), tuvieron su origen con la descomposición de aluviones, causadas por el cambio de curso que han tenido los ríos durante el Cuaternario. Otros son de origen residual y se formaron a partir de rocas sedimentarias, tales como: areniscas del mioceno, calizas del Mioceno y Oligoceno, conglomerados del Cuaternario y algunas lutitas-areniscas del Eoceno; una última porción son de origen litoral, lacustre o coluvio-aluvial.

Los suelos dominantes que se encuentran en la superficie donde se construirá la planta de tratamiento de aguas residuales son de tipo Gleysol, Fluvisol y Vertisol.

#### Gleysoles (GL)

Son suelos formados sobre materiales no consolidados, que presentan propiedades gléyicas (saturación con agua durante ciertos periodos o en todo el año y que manifiestan procesos evidentes de reducción asociados a la segregación del hierro, las cuales se detectan en el perfil por la presencia de colores azulosos o verdoso dominantes, o como moteado asociado a colores rojizos, amarillentos u ocres) a menos de 50 cm de profundidad. Localmente se les denomina “pantanos”, “bajiales”, “bajos” o “popaleras”.

#### Fluvisol (V)

Son 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. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país. Tienen baja susceptibilidad a la erosión.

## Vertisoles (VR)

Son suelos que, después de mezclados los primeros 18 cm, tienen 30% o más de arcilla al menos hasta una profundidad de 50 cm; poseen grietas que se forman debajo de la superficie en alguna época del año (a menos que estén irrigados), y que tienen por lo menos 1 cm de ancho a la profundidad de 50 cm; tienen caras de deslizamiento (o de frotamiento) con intersecciones (recortes), o agregados estructurales en forma de cuña o paralelepípedo a una profundidad entre 25 a 100 cm, con o sin gilgai (microrrelieve en forma de pequeños promontorios producidos por los fenómenos de expansión y contracción del suelo). Localmente estos suelos son denominados "barriales", "barro negro", "suelo chicoso" o "suelo arcilloso".

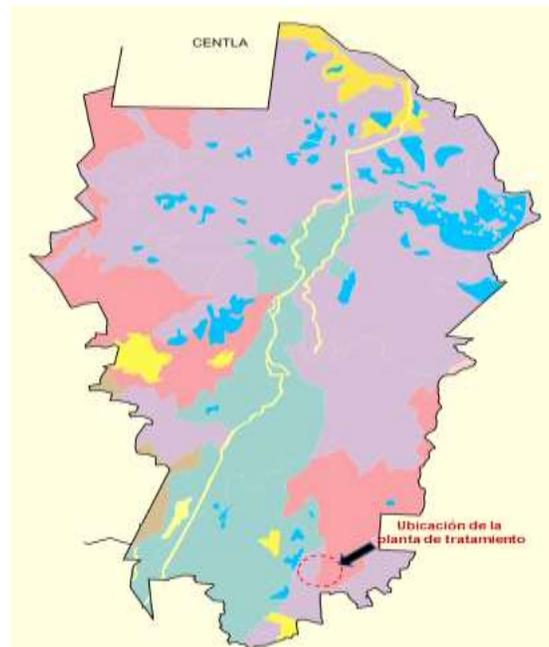


Fig.14. Mapa de Edafología.

#### d) Hidrología superficial y subterránea.

##### Hidrología superficial

La cuenca del Grijalva-Usumacinta se localiza en el sureste de la República mexicana y administrativamente comprende los estados de Tabasco y Chiapas y pequeñas porciones de Campeche.

Su extensión territorial es de 91,345 km<sup>2</sup> y representa el 4.7% del territorio nacional, sus ecosistemas albergan el 64% de la biodiversidad nacional conocida.

De la sobre posición de la carta de hidrología superficial sobre imágenes satelitales se obtuvo como resultado que el **Sistema Ambiental** del proyecto se ubica en la **Región Hidrológica RH30 Grijalva – Usumacinta** cuenca hidrológica **D Río Grijalva** y subcuenca hidrológica “x”, perteneciente a la vertiente del Golfo de México y es la de mayor importancia en nuestro país.

Es la que ocupa la mayor extensión del estado, abarca una amplia zona del centro de la entidad y cubre aproximadamente 41.45% del total estatal.

Las aguas superficiales presentan altos contenidos de sólidos disueltos y las aguas subterráneas son de las consideradas duras, esto es, con niveles elevados de sulfato y carbonato. A estas limitantes iniciales hay que agregarle las que representan las descargas de contaminantes domésticos e industriales sin tratamientos previos. Según los cálculos de la Comisión Nacional del Agua (CNA), se vierten en la región 185,921 kg/día de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y 270,678 kg/día de sólidos suspendidos total (SST), con un estimado de 5,600 L/seg, procedentes de aguas negras municipales. En cuanto a las descargas industriales se tienen identificadas 20 actividades industriales, cuyas descargas contaminantes se estiman en 121,549 kg/día de DBO; 207,403 kg/día de demanda química de oxígeno (DQO) y 91,549 kg/día de SST.

## Hidrología subterránea

La hidrología subterránea en la zona donde se ubica el **sistema ambiental del proyecto y las áreas propuestas para cambio de uso de suelo**, dentro de la Subcuenca Río Samaria (x), se denomina acuífero de **Centla 27-04**, se localiza principalmente en la porción centro-norte del estado de Tabasco, abarca una superficie de 2.534.0 km<sup>2</sup> , que cubren parcialmente los municipios de Centla, Centro, Comalcalco, Jalpa, **Nacajuca** y Paraíso, limita al norte con el Golfo de México, al este con el acuífero Los Ríos, al oeste con el acuífero La Chontalpa y al sur con el acuífero Samaria-Cunduacán. Está conformada por vastas zonas susceptibles de inundación, el material que constituye la planicie y los acuíferos son sedimentos de edad cuaternaria de granulometría arenosa e intercalaciones arcillosas que sobreyacen a depósitos del Terciario, conformados por una mezcla de gravas, arenas y arcillas.

La zona tiene una medida media (m) de permeabilidades de materiales no consolidados y tiene una condición de explotación (I) subexplotada.

La unidad litológica de la que se extrae el agua del subsuelo está conformada por material aluvial, en la parte superior presenta arcillas y material de relleno de granulometría arcillo-arenosa en estratificación cruzada; debido a la heterogeneidad del material, existen zonas donde el acuífero se comporta semiconfinado o confinado; todo el acuífero presenta material no consolidado de permeabilidad media.

#### IV.2.2. Aspectos bióticos.

El Estado de Tabasco dada su extensión y ubicación involucra a dos provincias fisiográficas. Esta pluralidad de geosistemas permitió el asentamiento de diferentes tipos de comunidades vegetales como la selva alta perennifolia, la selva alta subperennifolia, la selva mediana perennifolia, la selva baja inundable y los bosques de galería, vegetación hidrófila, entre otros. Sin embargo la intensa deforestación que ha sufrido este territorio ha conducido a la desaparición de gran parte de su cobertura vegetal, quedando estas formaciones vegetales reducidas a pequeños fragmentos, muchos de ellos con un elevado nivel de aislamiento.

En el **SA** del proyecto el tipo de vegetación forestal que se encuentra en las áreas corresponden a dos tipos de vegetación, Vegetación hidrófila y Vegetación de galería, el resto de las áreas que se afectarán para esta etapa del proyecto corresponden a terrenos con uso agropecuario, en los que se siembran y cultivan pastos para el ganado.

Vegetación hidrófila. Este ecosistema vegetal agrupa a aquellos tipos de vegetación que están relacionados con el agua, la Serie III de la Información de Uso del Suelo y Vegetación, considera aquellos tipos de vegetación que se desarrollan en los humedales o en áreas inundables.

Vegetación de galería. Sus comunidades se desarrollan en los márgenes de los ríos y arroyos, siempre bajo condiciones de humedad. En general son elementos arbustivos acompañados en ocasiones por elementos subarbóreos o arbóreos.

Las condiciones de crecimiento desordenado del área urbana, las modificaciones al sistema hidrológico y los cambios de uso del suelo han contribuido a la disminución de la biodiversidad en la zona de estudio, es posible encontrar relictos de la vegetación original que está compuesta por sauce (*Salix humboldtiana*), macayo (*Andira galeotti*), apompo o zapote de agua (*Pachira aquatica*), amate (*Ficus máxima*); se encuentran también árboles frutales en los patios de las viviendas que son el mango (*Mangifera indica*), plátano (*Musa paradisiaca*), palma de coco (*Coco nucifera*), guayacán (*Tabebuia guayaca*), teca (*Tectona grandis*).

### a). Vegetación terrestre.

El tipo de vegetación que se presenta en el polígono de estudio y que será afectado para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, corresponde principalmente a **DOS TIPO** de vegetación, **PASTIZAL CULTIVADO**, y **ESPECIES ARBÓREAS DISPERSAS**.

La vegetación presente **ES EL PRODUCTO DE SEVERAS ALTERACIONES SOBRE LA VEGETACIÓN ORIGINAL**, se encuentra en **ESTADO DE DETERIORO** debido a las presiones sobre las masas vegetales ocasionadas por las actividades antropogénicas como la apertura de terrenos al cultivo, la construcción de obras de infraestructura petrolera, carreteras, viviendas, etc., y en partes se presenta como una comunidad vegetal invasora de terrenos desmontados, que va colonizando los espacios vacíos o de selva altamente perturbada que mucho tiempo atrás le correspondieron, continuando con la dinámica de la sucesión vegetal de recuperación y colonización de espacios.

Para la determinación de las superficies cubiertas con vegetación y su composición, se procedió a recorrer el terreno donde se desarrollará el proyecto y levantar varios sitios de muestreo de manera aleatoria, donde se inventarió la vegetación.

Una vez recorrido las áreas, se confirmó que la vegetación corresponde a

Para la determinar la superficie cubierta con vegetación y su composición, se procedió a recorrer el polígono donde se construirá la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, encontrándose áreas con **PASTOS CULTIVADOS**, y **VEGETACIÓN ARBÓREA** predominando las especies de Sauce (*Salix humboldtiana*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), e *Inga sp.*

El inventario florístico se realizó mediante un conteo general de todos los árboles que se ubicaron dentro del polígono propuesto para la construcción de la planta de tratamiento, en esta superficie se contabilizaron todas aquellas especies en su forma árbol.

Listado de las especies arbóreas encontradas

Nombre común	Nombre científico	Número de árboles
Macayo	<i>Andira galeottiana</i>	3
Ceiba	<i>Ceiba petandra</i>	2
Cuajilote	<i>Parmentiera edulis</i>	3
Limón	<i>Citrus arantifolia</i>	2
Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	6
Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>	6
Maculis	<i>Tabebuia rosea</i>	4

Concentrado de las especies arbustivas encontradas en el polígono propuesto para el cambio de uso de suelo.

Vegetación arbustiva			
No.	Especies		Densidad Individuos
	Nombre común	Nombre científico	
1	Lecherillo		38
2	Cornuzuelo		16
3	Platanillo		84
4	Papayita		12
	<b>Total</b>		<b>150</b>

Cabe aclarar que en estos sitios solo se determinó la diversidad y abundancia de las especies, para lo que se establecieron sitios de 2 x 2 metros (4m<sup>2</sup>), seleccionados al azar, con la finalidad de obtener mayor representatividad del área, y la población tiene igual probabilidad de formar parte de la muestra (Cox, 1972; Muller-Dombois y Ellenberg, 1974).

Una vez realizado los conteos se encontró que los índices de diversidad nos arrojan como resultado que, donde se ubicara el proyecto presentan una **RIQUEZA y DIVERSIDAD MUY BAJA**.

Listado de las especies presentes en el polígono propuesto para la construcción de la planta.

Polígono 1										
No.	Especies		Densidad Individuos/ 1200 m <sup>2</sup>	Densidad relativa (%)	Densidad polígono	Densidad relativa polígono (%)	ABUNDANCIA			NOM-059-SEMARN AT-2010
	Nombre comun	Nombre científico					ESCALA (1-5)	MEDIA (6-10)	ALTA (mayor a 11)	
1	Pasto estrella	<i>Cynodon dactylon</i>	2133	7.4	198586.7	7.4			X	S/E
2	Pasto	<i>Cynodon plectostachyus</i>	2646	9.2	246348.0	9.2			X	S/E
3	Cadillo	<i>Desmodium canum</i>	278	1.0	25882.4	1.0			X	S/E
4	Pasto jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	7526	26.0	700686.0	26.0			X	S/E
5	Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	91	0.3	8472.3	0.3			X	S/E
6	Camalote	<i>Paspalum fasciculatum</i>	6282	21.7	584867.1	21.7			X	S/E
10	Verdolaga	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	341	1.2	31747.8	1.2			X	S/E
11	Malva de puerco	<i>Sida acuta</i>	499	1.7	46457.9	1.7			X	S/E
12	Lengua de vaca	<i>Syngonium sp.</i>	195	0.7	18154.9	0.7			X	S/E
	<b>Total</b>		<b>28911</b>	<b>100</b>	<b>2691673.3</b>	<b>100.0</b>				

El área estudiada corresponde a una superficie total de 3.861 Hectáreas las cuales presentan como tipo de vegetación **PASTOS CULTIVADOS** y **VEGETACIÓN ARBÓREA**; se registraron en **TOTAL 20 ESPECIES** de flora entre vegetación arbórea, arbustivas y herbáceas **DENTRO DEL POLÍGONO PROPUESTO** para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Para conocer la **DIVERSIDAD FLORÍSTICA** del área se procedió a obtener los índices de diversidad de la siguiente manera:

### Software PAST

Con ayuda de este software estadístico es posible obtener los índices de diversidad, tales como los índices de **Margalef**, **Simpson** y **Shannon** entre otros utilizados en Biología y Ecología para determinar la biodiversidad de sitios de muestreos ya sean de flora o fauna.

### Índices de diversidad.

La diversidad de especies se puede definir como el número de especies en una unidad de área, y sus componentes principales son la riqueza y la equitativita, la estimación de diversidad se realiza a través de índices, y los más usados son el índice de Shannon-Wiener, el índice de Simpson y –Margaleff.

Índices de diversidad de la flora por cada estrato.

Polígono CUSTF			
Indíces	Arbórea	Arbustiva	Herbácea (Hidrófita+pastos+malezas)
Taxa_S	8	4	12
Individuals	72	150	2691673.4
Simpson_1-D	1.5698	0.6044	0.801
Shannon_H	1.325	1.113	1.838
Margalef	1.637	0.5987	0.743

Margaleff: valores < 2 = baja diversidad y > 5 = alta diversidad.

Simpson: Valor mínimo 1 = No hay diversidad y existe alta dominancia.

Shannon: Valores cercano a 1= baja diversidad, cercano a 5= Alta diversidad.

La superficie que conforma el polígono es de 38,612.087 m<sup>2</sup> (**3.861 hectáreas**), en dicha **SE REGISTRARON 20 ESPECIES**, entre arbóreas, arbustivas y herbáceas de forma general se **PUEDE DECIR** que existen una **BAJA DIVERSIDAD** y **DOMINANCIA**, quizás **DEBIDO A LA VEGETACIÓN EXISTENTE**, al **USO ACTUAL DE LOS SUELOS**; por lo anterior se visualiza que **NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD EXISTENTE**, recalcando que las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas representan la garantía de que **NO RESULTARÁ AFECTADA LA BIODIVERSIDAD VEGETAL LOCAL NI REGIONAL**, de manera significativa, el entorno ecológico del área de estudio donde se localiza el área estudiada.

## b). Fauna.

Respecto a la fauna que pudiera encontrarse en la superficie en la que se pretende construir la planta de tratamiento, **SE CONSIDERA MUY ESCASA** dado que el polígono donde se construirá la planta de tratamiento es una superficies que **HA SIDO AFECTADA** por los **NUEVOS USOS DE SUELOS ADYACENTES**, toda vez que **SE ENCUENTRA IMPACTADA POR DIVERSAS ACTIVIDADES ANTROPOGENICAS**, tales como la construcción de zonas urbanas, vialidad y caminos.

Solo se encuentran especies de fauna que se han logrado adaptar al cambio de su hábitat y que toleran la presencia de los humanos.

Se realizaron muestreos de la fauna del polígono que comprende la superficie donde se plantea la construcción de la planta de tratamiento; a continuación se describen las actividades desarrolladas por grupo taxonómico dentro de la superficie donde se pretende ejecutar el proyecto.

### **Aves:**

Con el objetivo de conocer la avifauna presente en el sitio, se establecieron estaciones de radio fijo con una duración de 10 minutos de conteo continuo, se estableció una estación por cada sección del polígono; el registro de aves se realizó a través de avistamientos.

Los conteos se realizaron en las horas de mayor actividad para este grupo; dos veces al día de 6:00 a 10:00 hr y de 14:00 a 18:30 hrs, como apoyo para la identificación de las especies se utilizaron las guías de campo de Peterson-Chalif (1998) y Nacional Geographic (2002) y binoculares de gran alcance (10 x 50).

### **Mamíferos:**

Dado que el área donde es relativamente pequeña, se decidió muestrear todo el polígono en busca de mamíferos, los transeptos fueron recorridos en las horas de mayor actividad de este grupo (recorridos diurnos y nocturnos).

### **Recorridos diurnos:**

Los recorridos diurnos se realizaron de 06:00 a 11:00 hrs y sirven para el registro de las especies mediante la observación directa de individuos y la búsqueda exhaustiva de rastros (huellas, excretas, madrigueras) en caso de observar alguna o varias madrigueras, estas fueron revisadas minuciosamente para determinar si estaban activas o inactivas.

### **Recorridos nocturnos:**

Los recorridos nocturnos se realizaron de 19:00 a 22:00 hrs, y sirven para el registro de especies de hábitos nocturnos, el registro de las especies se realizó mediante la observación directa de individuos.

La identificación de las especies y los rastros se realizó con la ayuda de la guía de campo de Aranda (2000). Para los recorridos nocturnos se utilizó lámparas de 10,000 candelas. De igual manera se colocaron trampas tipo Sherman al azar, para la captura de mamíferos pequeños (roedores). Para cada individuo registrado se tomaran los datos de especie y número de individuos.

### **Anfibios y reptiles:**

Con el objetivo de registrar la herpetofauna del área también el monitoreo se realizó tomando como referencia las horas de mayor actividad de estos grupos, por la mañana de 9:00 a 12:00 hrs y por la tarde de 19:00 a 22:00 hrs.

Los registros se realizaron mediante la observación directa de individuos entre la vegetación existente por medio de identificación auditiva y búsqueda de rastros como mudas de piel, huevos, madrigueras, entre otros, para cada individuo registrado se tomaron los datos de especie y número de individuos.

De lo anterior se logró elaborar un listado de especies faunísticas que se encontraron en el polígono propuestos para el cambio de uso de suelo, además de la información que se obtuvo de los pobladores y la revisión bibliográfica realizada, es importante recalcar que dado la movilidad de algunas especies o a la temporada, es probable que en el momento del muestreo no se registraran, por lo anterior y antes de iniciar con los trabajos, será necesario realizar

recorridos periódicos con el fin de localizar la fauna que en ese momento estuviera en la zona y que sean de desplazamiento lento, con la finalidad de capturarlos o en su defecto ahuyentarlos y/o reubicarlo a otras áreas cercanas.

Especies de fauna encontradas en campo.

Nombre Científico	Nombre Común	Nº IND*	NOM-059	Referencia
<b>Anfibios</b>				
<i>Rana spp.</i>	Rana	15	S/E	RC
<i>Bufo spp.</i>	Sapo	2	S/E	RC
<b>Reptiles</b>				
<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque	24	S/E	RC
<i>Podarcis. sp</i>	Lagartija	35	S/E	RC
<b>Aves</b>				
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije	28	S/E	RC
<i>Ardea cinerea</i>	Garza gris	5	S/E	RC
<i>Casmerodiis Albus</i>	Garza blanca	30	S/E	RC
<i>Selgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina	40	S/E	RC
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Pijul	38	S/E	RI
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	35	S/E	RC
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Tutupana pecho amarillo	14	S/E	RC
<i>Buteo magnirostris</i>	Guio	2	S/E	RC
<b>Mamíferos</b>				
<i>Rattus rattus</i>	Rata	16	S/E	RC
	<b>Total</b>	<b>284</b>		

Dentro de superficie que conforman el área propuestas para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales (**3.861 hectáreas**), se registraron **284 INDIVIDUOS** distribuidos en **13 ESPECIES**, entre anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

De las **ESPECIES DE FAUNA** encontradas o que potencialmente se puedan encontrar en el polígono que comprende la superficie en la que se realizara la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, **NO SE ENCONTRÓ NINGÚN INDIVIDUO DE ESPECIES** que se encuentre en los listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Índices de diversidad de la fauna.

Polígono CUSTF					
Indices	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Fauna
Taxa_S	2	8	14	3	27
Individuals	17	84	240	22	363
Simpson_1-D	0.2076	0.7228	0.8793	0.4298	0.9286
Shannon_H	0.3622	1.55	2.266	0.7595	2.845
Margalef	0.353	1.58	2.372	0.647	4.411

Margaleff: valores < 2 = baja diversidad y > 5 = alta diversidad.

Simpson: Valor mínimo 1 = No hay diversidad y existe alta dominancia.

Shannon: Valores cercano a 1= baja diversidad, cercano a 5= Alta diversidad.

De forma general tomando en cuenta los datos obtenidos, se puede decir que **EXISTE DE BAJA A ALTA DIVERSIDAD** y una **ALTA DOMINANCIA**, debido a la vegetación existente o al uso actual de suelos, por lo anterior, se visualiza que **NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD EXISTENTE FAUNISTICA**, recalcando que las medidas de mitigación y compensación propuestas, representan la garantía de que no resultará afectada la biodiversidad faunística a nivel local o regional.

### IV.2.3. Paisaje.

La superficie presentan vegetación alterada producto de la hemerobia que ejercen las actividades económicas de la zona tales como industria petrolera, ganadería y el crecimiento mal planificado de los asentamientos humanos.

La calidad visual del paisaje asociado al proyecto se evalúa en base a las valoraciones siguientes:

Visibilidad. Coincide con las características climáticas que dan origen a la vegetación de llanuras y pantanos, con suelos arcillosos y arenosos, con cierto nivel de materia orgánica y vegetación que los cubre con eficiencia, salvo en ciertas áreas donde las actividades humanas los han descubierto y los mantienen en ese estado por convenir a sus intereses, la zona presenta arboles dispersos y principalmente grandes extensiones de pastizales inducidos.

Perturbación. La zona presenta perturbaciones por la proliferación de áreas afectadas por actividades antropogénicas, tales como la construcción de carreteras, vialidades, caminos viviendas, centros comerciales e instalaciones petroleras.

Fragilidad. Respecto de la actividad que se realizará, este no es un paisaje frágil, porque son áreas que están afectadas por las actividades antropogénicas, por lo que no se producirán impactos adversos sobre el ambiente; por otro lado el proyecto pretende construir viviendas de tipo interés social dirigidas a familias con escasos recursos.

Presencia humana. Estas son zonas de uso agropecuario, por lo cual la presencia humana es constante, debido también por las actividades comerciales, constructivas e industriales que se realizan en zonas aledañas al proyecto y de igual manera por la proximidad con algunas vías de comunicación.

Una vez analizados cada uno de los elementos que componen el paisaje, se procedió determinar el grado de la Calidad y Fragilidad del Paisaje, para ello empleando lo siguiente.

La evaluación se realizó a partir del análisis de calidad y fragilidad; para la **calidad** en una matriz se asignaron valores a los atributos presentes en las cuencas visuales; dichos valores están

datos de entre 1 a 7; posterior a la asignación de valores para cada atributos se realizó una sumatoria por cuenca visual para determinar el tipo de calidad que posee; el tipo de calidad de las cuencas va en función a la sumatoria total de los valores asignados a los atributos por cuenca [1 a 15 (**calidad baja**), 16 a 30 (**calidad media**) y 31 a 49 (**calidad alta**)].

### Matriz de Calidad.

Atributos	Cuenca visual	Cuenca visual 1	Cuenca visual 2
Geomorfología		2	2
Vegetación		2	2
Agua		1	5
Color		1	1
Fondo escénico		2	2
Singularidad o rareza		1	1
Actividad humana		4	2
<b>Total</b>		<b>15</b>	<b>15</b>
<b>Calidad</b>		<b>calidad baja</b>	<b>calidad baja</b>

Con la determinación del valor de cada una de las cuencas visuales se procede a calcular el valor de la calidad paisajística del área de influencia del proyecto para lo cual se determinó en base de la sumatoria total de los valore de las cuencas entre el número de estas de lo cual se obtuvo como resultado **15 (Calidad Baja)**

Para determinar la fragilidad al igual que para la calidad, en una matriz que contenía atributos se asignaron valores que van desde 1 a 7 dependiendo complejidad, disponibilidad y estructura de cada atributo; con la asignación de valores se procedió a realizar la sumatoria de las cuencas visuales para determinar el valor de fragilidad de cada una de ellas [1 a 15 (**calidad baja**), 16 a 30 (**calidad media**) y 31 a 49 (**calidad alta**)].

## Matriz de Fragilidad.

Atributos	Cuenca visual	Cuenca visual 1	Cuenca visual 2
Elementos escénicos relevantes o únicos.		1	2
Vegetación rara o endémica.		1	1
Vegetación original		1	3
Cobertura vegetal con estratos.		1	1
Resistencia		1	1
Resiliencia.		4	3
Contaminación auditiva, visual o luminosa.		2	1
<b>Total</b>		<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Fragilidad</b>		<b>Fragilidad Baja</b>	<b>Fragilidad Baja</b>

Con la determinación del valor de cada una de las cuencas visuales se procede a calcular el valor de la fragilidad paisajística del área de influencia del proyecto para lo cual se determinó en base de la sumatoria total de los valores de las cuencas entre el número de estas de lo cual se obtuvo como resultado **11.5 (Fragilidad Baja)**

A partir de las cuencas visuales ya definidas se determinaron las **unidades de paisaje** presentes a lo cual se identificó una unidad **Mixta**, esto de acuerdo con las condiciones de vegetación, morfología y actividades antropogénicas presentes en cada una de las cuencas visuales.

Unidad de paisaje	Mixta
<b>Descripción</b>	Desde el área de influencia del proyecto se tiene una buena visibilidad al predio, la topografía del es llana, presenta escasa cobertura vegetal, se ubica una pequeñas superficie de zonas bajas las cuales presentan especies de flora asociadas a zonas bajas. La cobertura vegetal dominante en la zona son los pastos inducidos para las actividades agropecuarias, así mismo se observan individuos arbóreos dispersos al azar por toda la zona. En toda la zona se encuentran establecidas actividades antropogénicas dentro del área de influencia, también se ubicas vías de comunicación y caminos.
<b>Calidad del paisaje</b>	De acuerdo a los atributos presentes en las cuencas visuales se determinó que la <b>calidad</b> paisajística del área de influencia del proyecto es de <b>tipo Baja</b> .
<b>Fragilidad del paisaje</b>	De acuerdo a los atributos presentes en las cuencas visuales se determinó que la <b>fragilidad</b> paisajística del área de influencia del proyecto es de <b>tipo Baja</b>

#### IV.2.4. Medio socioeconómico.

La población de la región es la más pobre y marginada de México de acuerdo con los criterios oficiales de pobreza y marginación, que excluyen a sus habitantes de los beneficios de la modernización.

##### a). Demografía.

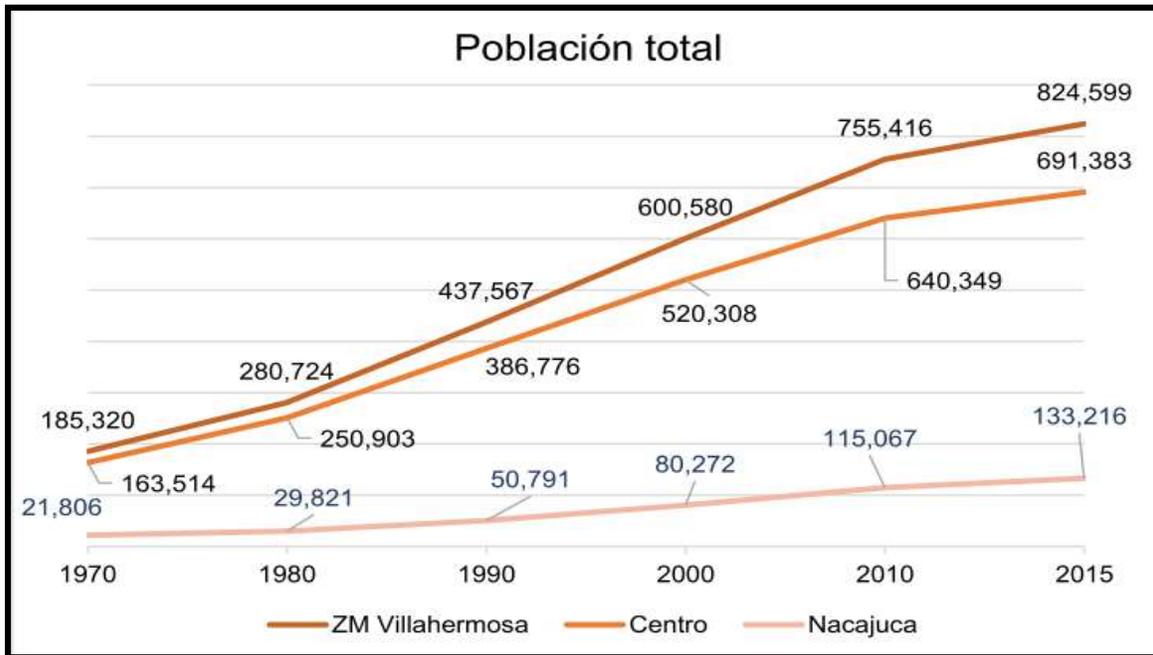


Fig.15. Tasas de crecimiento poblacional de 1970-2010 de la zona metropolitana de Villahermosa (centro y Nacajuca).

La población de la zona metropolitana de Villahermosa que comprende parte de los municipios de Centro y Nacajuca, en éste último que es donde se encuentra ubicado el **SA** del proyecto de 1950 a 2010 ha crecido en 6.1 veces, para alcanzar en la actualidad 2.4 millones de habitantes. El mayor incremento de su tasa corresponde al periodo de mayor auge en la explotación petrolera.

La atracción de la población migrante de las décadas 60-70 que dio lugar a un elevado crecimiento, dejó de existir a partir de entonces, sin embargo desde los 80's la ciudad de Villahermosa, con una elevada tasa de crecimiento comenzó a impactar a las ciudades cercanas, entre ellas Nacajuca, por lo que su tasa de crecimiento se estabilizó.



Fig.16. Gráfica comparativa del crecimiento de la población 2000-2010 del sitio donde se ubica el SA del proyecto.

La población de la Ranchería Saloya 2ª sección, en donde se encuentra ubicado el predio del proyecto, ha variado en 10 años (del 2000 al 2010) en un incremento de la población de 1898 personas.

La población total del municipio en 2010 fue de 115,066 personas, lo cual representó el 5.1% de la población en el estado. El tamaño promedio de los hogares en el municipio fue de 3.9 integrantes, mientras que en el estado el tamaño promedio fue de 4 integrantes.

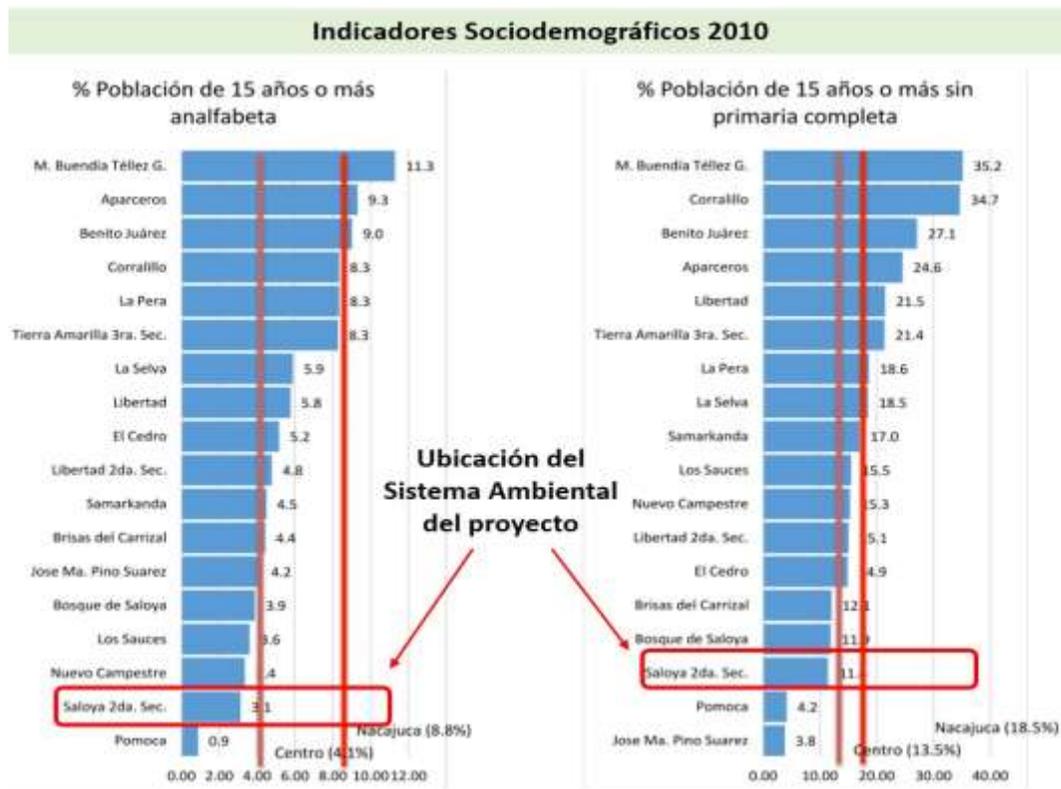
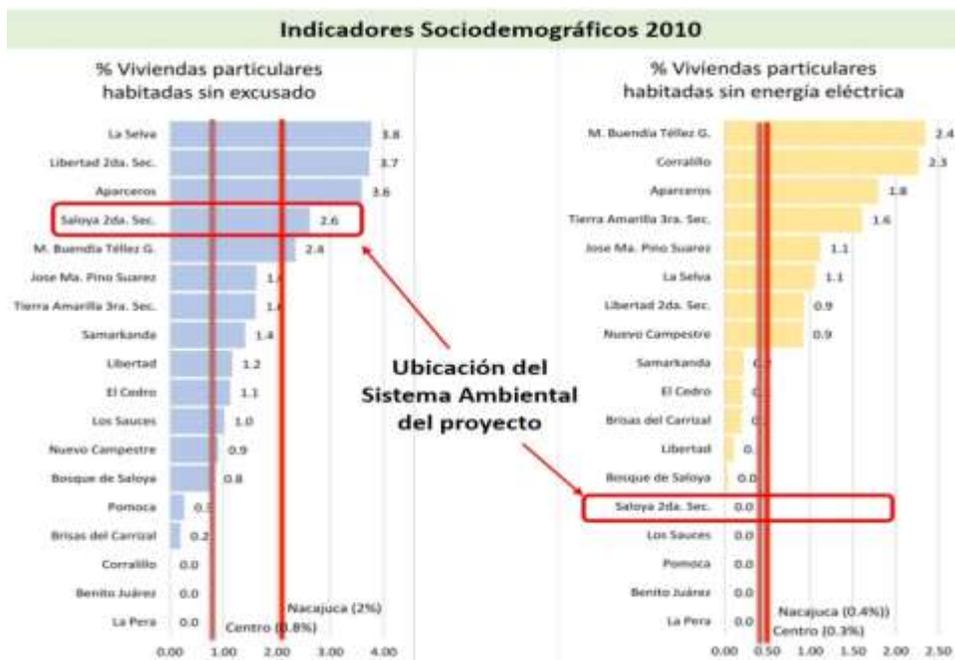


Fig.17. Gráfica comparativa de los indicadores sociodemográficos del área donde se encuentra ubicado el SA del proyecto.

La ranchería Saloya 2da sección en donde se encuentra ubicado el **Sistema Ambiental** del proyecto tiene 3.1% de población de 15 años o más de personas analfabetas con respecto al municipio de Nacajuca. Y un 11.4% de población de 15 años o más sin primaria completo con respecto al porcentaje total del municipio de Nacajuca, Tabasco.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 9, frente al grado promedio de escolaridad de 8.6 en la entidad.

En 2010, el municipio contaba con 66 escuelas preescolares (3.2% del total estatal), 65 primarias (3% del total) y 21 secundarias (2.8%). Además, el municipio contaba con ocho bachilleratos (3%) y cuatro escuelas de formación para el trabajo (2.2%). El municipio también contaba con 25 primarias indígenas (24.8%).



**Fig.18.** Gráfica comparativa de los indicadores sociodemográficos del área donde se encuentra ubicado el SA del proyecto.

TAMAÑO DE LOCALIDAD	VIVIENDAS QUE NO DISPONEN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, 2010	
Menor a 2,500 habitantes	Banderas (Guatacalca 2da. Sección)	10
	Santa Rosa	7
	Chicozapote	5
	Jiménez	4
	La Selva	21
Entre 2,500 y 14,999 habitantes	Guatacalca	16
	Sandial	16
	Nacajuca	5
	Tapotzingo	5
	Guaytalpa	4
	El Cedro	2
	Samarkanda	2
	Libertad	1
Saloya 1ra. Sección	1	

Fig.19. Viviendas que no disponen con energía eléctrica.

La ranchería Saloya 2da sección se ubica dentro de la superficie que abarca el SA del proyecto, en dicha ranchería se ubica un numero promedios de 20,107 viviendas; en la zona las viviendas existentes no han sido sujetas a reposición o mejoramiento de las actuales, lo que representa uno de los problemas primordiales del poblado, sobre todo tomando en cuenta que la demanda de vivienda va de la mano con el crecimiento de la población.

Tipo de asentamiento	Fraccionamiento	Tipo de calidad
Planificado	Fraccionamiento la Patrona	Muy buena y buena
Planificado	Fraccionamiento Real Campestre	Muy buena y buena
Lotificado, autoconstrucción	Bosques de la Selva	Regular y mala
Planificado	Fraccionamiento Pomoca	Muy buena y buena
Autoconstrucción	Los miraflores	Regular
Autoconstrucción	La Lomita	Regular, mala
Planificado y autoconstrucción	Saloya y Saloya segunda sección	Regular y buena
Planificado	Nuevo Campestre	Buena
Planificado	Las Terrazas Residencial	Buena
Autoconstrucción	Libertad Nacajuca	Mala
Autoconstrucción	El Cedro	Regular y mala
Autoconstrucción	Colonia Manuel Buenillo Téllez Girón	Mala
Planificado	Ferries Nuevo Campestre	Muy Buena
Autoconstrucción	Colonia Benito Juárez	Mala
Autoconstrucción	Colonia Aparceros	Muy mala
Autoconstrucción	Colonia La Perla	Mala
Lotificado, autoconstrucción	Brisas del Carnaval	Regular y mala
Autoconstrucción	José María Pina Suárez	Regular y buena
Planificado	Anacleto Canabal Tercera Sección	Muy buena
Planificado	Fraccionamiento Sol Campestre	Muy buena
Planificado	El Cisne	Muy buena y buena
Lotificado, autoconstrucción	Frac. Los Sauces	Regular y mala

Fig.20. Tipología de vivienda encontrada en campo.

Las viviendas de la ranchería Saloya 2da sección en donde se ubica el SA tienen una calidad de regular y buena.

## b) Factores socioculturales.

Dentro del marco municipal, existen 3 parque infantiles, 11 jardines vecinales, así como algunas plazas, siendo la más representativa la Plaza Central de Nacajuca, ubicándose en la cabecera municipal. Cuenta además con 3 centro deportivos y existen en la totalidad del municipio 31 canchas individuales de usos múltiples.

El municipio en donde se encuentre existen 44, 313 personas que conforman la población económicamente activa, de las cuales el 72.08% son hombres y el 27.92% corresponden a las mujeres.

Indicadores de participación económica	Total	Hombres	Mujeres	% Hombres	% Mujeres
Población económicamente activa (PEA) <sup>(1)</sup>	44,313	31,940	12,373	72.08	27.92
Ocupada	41,682	29,737	11,945	71.34	28.66
Desocupada	2,631	2,203	428	83.73	16.27
Población no económicamente activa <sup>(2)</sup>	41,925	9,935	31,990	23.70	76.30

Fig.21.Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010.

Las actividades económicas del municipio de Nacajuca en donde se localiza la planta de tratamiento de aguas residuales son:

Agricultura

Los cultivos básicos son el maíz y frijol, principalmente para el autoconsumo.

Ganadería

Se practica de manera extensiva en el municipio. Según datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, en 1997 existían 37,490 bovinos, 7,683 porcinos, 477 ovinos, 2,784 equinos y 95,189 aves de corral.

## Industria

Se fabrican muebles, piloncillo, escobas, pan de trigo y se confecciona ropa. Se fabrican bolsas, sombreros y petates tejidos de cañitas de palma, jícaras labradas; se elaboran ollas y figuras de barro, cinturones de piel, sillas para montar y cintas bordadas.

## Gastronomía

Alimentos: Guao, tortuga, pochitoques, hicotea, pejelagarto asado y guisados. Gran variedad de pescados de río y laguna, fritos, al mojo de ajo y en mone; ulich de pavo. Dulces: panal de rosa y conservas de coco, papaya, limón real, cocoyolt, nance, mango, grosella, camote, sandía, piña con coco. Bebidos: pozol frío, chorote (mezcla de maíz con cacao), chocolate caliente, pinol y polvillo de maíz, agua de matalí, limón, naranja y guanábana.

## Centros Turísticos

Cuenta con diversos restaurantes tipo palapas en el poblado de Saloya, donde se elaboran diversos tipos de platillos regionales y de mariscos.

## Fiestas, danzas y tradiciones

1-2 de febrero: Fiesta de La Candelaria en el p. Olcuatitán

16-19 de marzo: Fiesta de San José en el p. Pajonal

1-13 de abril: Feria de San Marcos en el p. Guatacalca

5° viernes de cuaresma: Festejos a San Lázaro en el p. Mazateupa

12-15 de mayo: Fiesta de San Isidro Labrador

11-13 de junio: Fiesta de San Antonio

26-29 de junio: Fiesta de San Pedro en el p. Guaytalpa

13-16 de julio: Fiesta de la Virgen del Carmen en la cabecera municipal y en el p. Tapotzingo

22-25 de julio: Fiesta de Santiago Apóstol en el pueblo de Tucta

26 de agosto-1 de septiembre: Feria municipal

En el mes de noviembre se conmemora a los muertos, poniéndoles en el altar bebidas y comidas que fueron de su preferencia, se les hacen rezos.

Por las características del proyecto, éste **no generará cambios socioculturales** negativos dentro de la zona.

#### IV.2.5. Diagnóstico ambiental.

##### a). Integración e interpretación del inventario forestal.

De la sobre posición de la carta de hidrología superficial sobre imágenes satelitales se obtuvo como resultado que tanto el **Sistema Ambiental** del proyecto se ubican en la **Región Hidrológica RH30 Grijalva – Usumacinta cuenca hidrológica D Río Grijalva y subcuenca hidrológica “x”**, perteneciente a la vertiente del Golfo de México y es la de mayor importancia en nuestro país.

El proyecto se ubican en la **Provincia Llanura Costera del Golfo Sur y Sub provincia Llanuras y Pantanos**, la vegetación presente es de tipo forestal de tipos hidrófita y pastizales inducidos en los que se llevan a cabo actividades de agricultura y ganadería.

Los impactos identificados que se producen actualmente en el **SA** son:

Actividad	Factor	Impacto Ambiental	Impacto secundarios	Carácter del impacto	Atributo del impacto
Ganadería	Flora	Perdida de la cobertura vegetal por la expansión de esta actividad.	Reducción de riqueza biológica por pérdida de hábitat.	Negativo	Directo Acumulativo Irreversible
	Suelo	Compactación del suelo, pérdida de textura, cambio de los ciclos biogeoquímicos.	Erosión	Negativo	
Agricultura	Flora	Perdida de la cobertura vegetal por la expansión de esta actividad.	Reducción de riqueza biológica por pérdida de hábitat.	Negativo	
	Suelo	Compactación del suelo, pérdida de textura, cambio de los ciclos biogeoquímicos.	Erosión	Negativo	
Asentamientos humanos	Flora	Sobre explotación del recurso, eliminación de la cobertura vegetal como parte de la generación de asentamientos humanos.	Perdida riqueza florística y faunística.	Negativo	Directo Acumulativo Irreversible
	Fauna	Perdida de hábitat Reducción del tamaño de poblaciones.		Negativo	
	Agua	Descargas de aguas residuales sin tratamiento a cuerpos de agua.	Eutrofización Incremento de microorganismos Problemas de salud pública. Perdida de la calidad escénica.	Negativo	
	Aire	Emisiones a la atmosfera.		Negativo	Directo Reversible
	Paisaje	Perdida de la calidad escénica.		Negativo	Indirecto

## b). Síntesis del inventario.

En el **Sistema Ambiental** predomina la cubierta vegetal de clima cálido húmedo, los terrenos que han sido perturbados por actividades antropogénicas, tales como la construcción de zonas urbanas, vialidades, caminos, sin embargo.

De acuerdo al resultado se obtuvo que el tipo de vegetación que se encuentra en la superficie donde se construirá la planta es de tipo **PASTOS CULTIVADOS** y **VEGETACIÓN ARBÓREA**.

El **SA** del proyecto no se encuentra dentro o abarca parte de en un Área Natural Protegida (ANP).

El proyecto cae en una Unidad de Gestión Ambiental de Conservación (**NAC\_1C**), por las características del proyecto, éste no contraviene con el propósito de ésta UGA la cual marca que el aprovechamiento de los recursos naturales en esta zona debe ser evaluado técnica, legal y económicamente por personal capacitado y por las autoridades ambientales correspondientes. A través de las medidas de mitigación y adaptación correspondientes, ha sido justificada técnicamente, de acuerdo con la vinculación de los criterios aplicables a las actividades económicas en la UGA **NAC\_1C**, la **CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO ASÍ COMO SU OPERACIÓN ES COMPATIBLE**.

La **FAUNA PRESENTE** es poco abundante, dado que como se mencionó, son superficies que han sido afectadas por los nuevos usos de suelos adyacentes, toda vez que se encuentran impactadas por diversas actividades antropogénicas, tales como la construcción de zonas urbanas, vialidad y caminos.

Los impactos de relevancia, son los que se producirán sobre la **CALIDAD VISUAL**, pero considerando su ubicación y las áreas de influencia, donde la calidad escénica y paisajística está visiblemente impactada por las actividades antropogénicas como agropecuaria, agrícolas, y ganaderas, que se realizan en la zona, dichos impactos no serán significativos toda vez que los componentes ambientales de la superficie en donde se ejecutará el proyecto serán parte del paisaje.

Por lo anterior y aunado a las medidas de prevención y acciones para atenuar los impactos generados; éste proyecto **NO CAUSARÁ Desequilibrios Ecológicos ni comprometerán la continuidad de ninguna especie de flora o fauna** en la zona.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### V.1. Método para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Con el objetivo de identificar los efectos ambientales que se podrán producir durante las etapas del proyecto y determinar el valor de importancia de los impactos ambientales; se utilizó la metodología cualitativa – cuantitativa de Vicente Conesa Fernández (1993).

Para poder realizar una mejor identificación de los efectos ambientales y sobre que Factor ambiental incidirá dicho efecto; se establece la composición del ambiente para el proyecto la cual está dada en dos sistemas el Natural y el Social.

1. Natural
2. Cultural

En el desarrollo de la matriz, estos Sistemas (S) fueron divididos en subsistemas (SS) con el objeto de identificar de cada subsistema los factores ambientales sobre los que se producirán los posibles efectos producto de las actividades del proyecto.

<b>MEDIO</b>		
<b>SISTEMA</b>	<b>SUBSISTEMA</b>	<b>FACTOR AMBIENTAL</b>
<b>Natural</b>	<b>Físico</b>	Aire
		Paisaje
		Suelo
		Agua
	<b>Biológico</b>	Flora
		Fauna
<b>Cultural</b>	<b>Socioeconómico</b>	Social
		Económico

### V.1.1. Indicadores de impacto.

La fase de **identificación** de los **efectos ambientales** y posterior a ello la **valoración de los impactos** es muy importante ya que a través de ellos se pueden **valorar las consecuencias** con más o menos precisión por diferentes sistemas para no omitir ningún aspecto importante, la identificación de los efectos se hace por medio del análisis de una lista de control la cual contienen las etapas, acciones factor y efecto ambiental que se producirán con relación al proyecto.

Como resultado del análisis efectuado entre las características que presenta el medio en el cual se ubicara el proyecto y cada una de las **acciones** que se desarrollaran en las distintas etapas, se identificaron los **efectos ambientales** que dichas **acciones** producirán sobre distintos **factores ambientales** los cuales se presentan a continuación.

Identificación de los efectos ambientales			
Etapa	Factor	Acción	Efecto ambiental
Preparación del sitio	Aire	Trasporte de maquinaria y equipo.	Generación de Co2, Co, No, So2, Hollín. Generación de polvo
	Agua	Generación de aguas residuales.	Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.
	Flora	Nivelación y compactación de la superficie en la que se construirán los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.	Retirado de cobertura vegetal
	Fauna		Desplazamiento de la fauna silvestre.
	Paisaje		Generación de ruido
	Socio-Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Derrama económica.
	Aire	Maniobras de maquinaria y equipo.	Generación de Co2, Co, No, So2, Hollín.
	Agua	Generación de aguas residuales.	Contaminación del manto freático por derrames de aguas residuales.
	Suelo	Generación de residuos sólidos urbanos	Refugio para fauna nociva.
		Generación de Residuos de la construcción	

<b>Construcción</b>	Paisaje	Movimiento de maquinaria y equipo	Generación de ruido
	Socio-Económico	Generación de empleos directos e indirectos	Disminución de la calidad escénica. Derrama económica.
<b>Operación</b>	Agua	Descarga de agua tratada sobre el cuerpo receptor.	Protección de la salud ambiental. Mejora en la calidad de vida de los habitantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis **cualitativo** para la identificación de efectos ambientales, se identificaron **10 efectos ambientales** sobre **7 factores ambientales**; de dichos efectos ambientales **8** de ellos son de **naturaleza negativa** y **2** de **naturaleza positiva**; esto último sobre el factor **Agua**, y **socio-económico**.

### Matriz de evaluación Cuantitativa.

El valor de **importancia de un impacto** es una medida **cuantitativa** de un **efecto** o **posible efecto ambiental**; dicha valoración se obtiene a partir del grado de incidencia (intensidad) de la alteración producida y de una caracterización del efecto, obtenida a través de una serie de atributos los cuales responden a la siguiente fórmula:

$$I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)$$

Una vez identificados los **efectos ambientales** como preámbulo de la cuantificación de los **impactos ambientales** se establecieron las características o propiedades comunes entre ellos y se determina de acuerdo a los criterios de la siguiente tabla.

A: Naturaleza		IN: Intensidad	
(+ Beneficioso +1		(B) Baja	1
		(M) Media	2
		(A) Alta	4
(-) Perjudicial - 1		(MA) Muy alta	8
		(T) Total	12
EX: Extensión		MO: Momento	
(Pu) Puntual	1	(L) Largo plazo	1
(Pa) Parcial	2	(M) Medio plazo	2
(E) Extenso	4	(I) Inmediato	4
(T) Total	8	(C) Critico	+4
(C) Crítico	+8		
PE: Persistencia		RV: Reversibilidad	
(F) Fugaz	1	(C) Corto plazo	1
(T) Temporal	2	(M) Mediano plazo	2
(P) Permanente	4	(I) Irreversible	4
SI: Sinergia		AC: Acumulación	
(SS) Sin sinergia	1	(S) Simple	1
(S) Sinérgico	2	(A) Acumulativo	4
(MS) Muy sinérgico	4		
EF: Causa-Efecto		PR: Periodicidad	
(I) Indirecto	1	(I) Discontinuo	1
(II) Directo	4	(P) Periódico	2
		(C) Continuo	4
MC: Recuperabilidad		I: Importancia	
(In) Inmediata	1	Depreciable	D
(MP) Mediano plazo	2	Compatible	C
(M) Mitigable	4	Moderado	M
(I) Irrecuperable	8	Severo	S
		Critico	Ct

### V.1.2. Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada.

A continuación se presentan las **matrices de evaluación cuantitativa** que se le aplicó a cada uno de los **efectos ambientales** obtenidos como resultados del **análisis cualitativo** efectuado entre las **características** que presenta el **medio** y cada una de las **acciones** que se desarrollarán en las distintas **etapas del proyecto**.

**Valoración.** (Etapas de preparación del sitio):

Efecto Ambiental		Acción que lo produce		Factor Ambiental
Generación de Co2, Co, No, So2, Hollín		Trasporte de maquinaria y equipo.		Aire.
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 20</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	2		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental		Acción que lo produce		Factor Ambiental
Generación de polvo.		Trasporte de maquinaria y equipo.		Aire.
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 21</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	1		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Contaminación del manto freático por derrame de aguas residuales.			Generación de aguas residuales.	Agua.
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 24</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	4		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	2		
Reversibilidad	RV	2		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Retirado de la cobertura vegetal			Nivelación y compactación de la superficie en la que se construirán los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.	Flora
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 23</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	2		
Persistencia	PE	2		
Reversibilidad	RV	2		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Desplazamiento de fauna silvestre			Nivelación y compactación de la superficie en la que se construirán la planta de tratamiento de aguas residuales.	Fauna
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 23</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	2		
Persistencia	PE	2		
Reversibilidad	RV	2		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental		Acción que lo produce		Factor Ambiental
Generación de ruido		Nivelación y compactación de la superficie en la que se construirán la planta de tratamiento de aguas residuales.		Paisaje
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 20</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	1		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental		Acción que lo produce		Factor Ambiental
Derrama económica		Generación de empleos directos e indirectos.		Socio económico
Naturaleza	NA	+1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= + 19</b>  <b>P = Positivo.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	1		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	1		
Recuperabilidad	MC	4		

**Valoración.** (Etapa de construcción):

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Generación de Co <sub>2</sub> , Co, No, So <sub>2</sub> , Hollin			Maniobra de maquinaria y equipo.	Aire.
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 19</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	1		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Contaminación del manto freático por derrame de aguas residuales.			Generación de aguas residuales.	Agua.
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 24</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	4		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	2		
Reversibilidad	RV	2		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Refugio para fauna nociva.			Generación de residuos sólidos urbanos.	Suelo.
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 24</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	4		
Reversibilidad	RV	4		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	1		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Generación de ruido			Movimiento de maquinaria y equipo.	Paisaje
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 20</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	1		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Disminución de la calidad escénica			Movimiento de maquinaria y equipo.	Paisaje
Naturaleza	NA	-1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= - 20</b>  <b>C = Compatible.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	1		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	2		
Recuperabilidad	MC	4		

Efecto Ambiental			Acción que lo produce	Factor Ambiental
Derrama económica			Generación de empleos directos e indirectos.	Socio económico
Naturaleza	NA	+1	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= + 19</b>  <b>P = Positivo.</b>	
Intensidad	3 IN	3		
Extensión	2 EX	2		
Momento	MO	1		
Persistencia	PE	1		
Reversibilidad	RV	1		
Sinergia	SI	1		
Acumulación	AC	1		
Efecto	EF	4		
Periodicidad	PR	1		
Recuperabilidad	MC	4		

**Valoración. (Etapa de operación):**

Efecto Ambiental		Acción que lo produce		Factor Ambiental
Protección de la salud ambiental.		Descarga de agua tratada sobre el cuerpo receptor		Agua.
Naturaleza	NA	<b>+1</b>	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= + 24</b>  <b>P = Positivo.</b>	
Intensidad	3 IN	<b>3</b>		
Extensión	2 EX	<b>4</b>		
Momento	MO	<b>1</b>		
Persistencia	PE	<b>2</b>		
Reversibilidad	RV	<b>2</b>		
Sinergia	SI	<b>1</b>		
Acumulación	AC	<b>1</b>		
Efecto	EF	<b>4</b>		
Periodicidad	PR	<b>2</b>		
Recuperabilidad	MC	<b>4</b>		

Efecto Ambiental		Acción que lo produce		Factor Ambiental
Mejora en la calidad de vida de los habitantes.		Descarga de agua tratada sobre el cuerpo receptor		Agua.
Naturaleza	NA	<b>+1</b>	<b>Valoración analítica</b>  <b>Importancia</b>  <b>I = NA (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)</b>  <b>I= + 20</b>  <b>P = Positivo.</b>	
Intensidad	3 IN	<b>3</b>		
Extensión	2 EX	<b>2</b>		
Momento	MO	<b>1</b>		
Persistencia	PE	<b>1</b>		
Reversibilidad	RV	<b>1</b>		
Sinergia	SI	<b>1</b>		
Acumulación	AC	<b>1</b>		
Efecto	EF	<b>4</b>		
Periodicidad	PR	<b>2</b>		
Recuperabilidad	MC	<b>4</b>		

Como resultado de la **valoración cuantitativa** sobre cada uno de los **efectos ambientales** que serán generados por las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto, se obtuvo el **valor de importancia** y **rango** de los **impactos ambientales** los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Impacto Ambiental	Valor de importancia	Rango
<b>Etapas de Preparación del sitio</b>		
Generación de Co <sub>2</sub> , Co, No, So <sub>2</sub> , Hollin.	-20	Compatible.
Generación de polvo.	-21	Compatible.
Contaminación del manto freático por derrame de aguas residuales.	-24	Compatible.
Retirado de cobertura vegetal	-23	Moderado.
Desplazamiento de la fauna silvestre.	-23	Compatible.
Generación de ruido.	-20	Compatible.
Derrama económica.	+19	Positivo.
<b>Etapas de Construcción</b>		
Generación de Co <sub>2</sub> , Co, No, So <sub>2</sub> , Hollin.	-19	Moderado.
Contaminación del manto freático por derrame de aguas residuales.	-24	Moderado.
Refugio para fauna nociva.	-24	Compatible.
Generación de ruido.	-20	Compatible.
Disminución de la calidad escénica.	-20	Compatible.
Derrama económica.	+19	Positivo.
<b>Etapas de Operación</b>		
Protección de la salud ambiental.	+24	Positivo.
Mejora de la calidad de vida de los habitantes.	+20	Positivo.

**Análisis cualitativo:**

Como **resultado** de la **valoración cuantitativa** realizada a cada **efecto ambiental**, se obtiene un valor el cual será ya el **valor de importancia de cada impacto** y como último paso dicho valor se identifica de entre los que contienen la tabla de **Rango y Valores de importancia de los Impactos Ambientales** con lo cual se identificar el **Rango** de cada **Impacto Ambiental** generados.

Rango y Valores de importancia de los Impactos Ambientales.

Rango	I	
Positivo	$\geq 0$	P
Despreciable	De 0 hasta - 10	D
Compatible	De -11 hasta - 25	C
Moderado	De -26 hasta - 50	M
Severo	De -51 hasta - 75	S
Crítico	$\geq - 76$	Ct

Los **Impactos Ambientales** que tenga un valor de importancia de entre  $\geq 0$  hasta = - 50 y **rango** de entre **Positivo** hasta **Moderado**, son **impactos ambientales No significativos**.

De la valoración de **importancia de los impactos ambientales** se obtuvo que **dos** de ellos obtuvieron valores de **-24** con lo cual se ubican en el **rango** de **Compatible**, dicho impactos son **Contaminación del manto freático por derrame de agua residual y refugio para fauna nociva**, los cuales se producirán durante la **etapa** de **Construcción**.

De igual forma como resultado de la valoración, se identificaron **tres** impactos de **naturaleza positiva**, dichos impactos se generaran durante la etapa de **Preparación del sitio, Construcción y Operación** del proyecto; sus valores corresponden a **+19** para Derrama económica en las etapas de **Preparación del sitio y Construcción** y **+20** para **Protección de la salud ambiental** y **+24** para **Mejora de la calidad de vida de los habitantes**; por lo que de acuerdo a la tabla de rango y valores de importancia, dichos **impactos** presentan un rango de tipo **POSITIVO** sobre el **medio**.

De acuerdo a los valores de importancia y rango obtenido para cada uno de los impactos ambientales de naturaleza negativa evaluados que se producirán en las diferentes etapas del proyecto, ninguno de ellos alcanzo rango de tipo **SEVERO** a **CRITICO**, por lo cual este proyecto **no generar impactos adversos** sobre algún factor ambiental por lo que el desarrollo de las obras y actividades relacionadas al presente proyecto **NO CAUSAN DESEQUILIBRIOS ECOLÓGICOS NI REBASAN LOS LÍMITES o CONDICIONES ESTABLECIDAS** en las **disposiciones jurídicas** referidas a la preservación del **equilibrio ecológico** y la **protección al Ambiente**.

## Valoración del proyecto.

Para determinar cuál etapa del proyecto es la más impactante tomando en cuenta los componentes y actividades que lo integran, se procedió a realizar la valoración de las actividades por etapa para ello se utilizó el **método Leopold** por lo que de acuerdo a ello se obtuvieron los siguientes resultados:

Para realizar la valoración de importancia de los impactos generados por **etapa, medio** (Biótico, abiótico, social) y **factor ambiental**; se le asignan a los impactos valores de entre **- 25 y + 25** de acuerdo a las características que presenta el sitio y zonas adyacentes en las que se construirá el proyecto.

Una vez asignados a cada impacto un valor se obtienen como resultado **cuál de las etapas del proyecto es la que produce la mayor cantidad de impactos y factor ambiental es en el que se producen la mayor cantidad de impactos y la valoración global del proyecto.**

De acuerdo a la **valoración global** del proyecto obtenida en la matriz se procede a determinar el valor de ponderación de impacto del proyecto sobre el **Sistema Ambiental**, tomando como escalas la siguiente tabla:

Valoración global	valor de ponderación de impacto del proyecto
0 - 350	Irrelevante o Compatible
350 - 700	Moderado
700 - 1000	Severo
1000 - 1500	Critico
>1500	Total

Como resultado de la valoración de las actividades por etapa para ello se utilizó el **método Leopold**, sé obtuvo que la etapa más impactante del proyecto es la de **Preparación del sitio** la cual alcanzo una valoración **negativa de -214** y por el contrario la etapa **Operación** obtuvo un valor de **+101** producto de los **beneficios sociales y ambientales** que esta generara.

De los impactos generados sobre los factores ambientales evaluados se obtuvo que el más significativo alcanzando una valoración de naturaleza negativa fue sobre el atributo calidad del aire **-31** y **-30** para los atributo **relieve** y **uso de suelo**.

Así mismo del análisis de dicha matriz se obtuvo que la etapa de **operación** alcanzaron un valor de importancia de **naturaleza positiva** al generar beneficios sociales y ambientales con el **SANEAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS** en el fraccionamiento Los bosques, previo a que dichas sean descargadas sobre el cuerpo receptor.

Con la correcta aplicación de medidas de compensación y mitigación dicho proyecto **NO PRODUCIRÁ DESEQUILIBRIOS ECOLÓGICOS** ni pondrá en riesgo la **CONTINUIDAD DE ALGUNA ESPECIE DE FLORA O FAUNA** ni causara el anexo en los listados de la Norma Oficial Mexicana Nom-059-SEMARNAT-2010 algunas especies, por lo que desde el punto de vista ambiental dicho proyecto es **FACTIBLE DE REALIZAR**.

*En el **anexo G** encontrara la matriz de Leopold por medio de la cual se realizó la valoración del proyecto.*

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.

En este capítulo se describen las medidas de prevención y de mitigación para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual ocupara una superficie total de **3.861 Hectáreas**.

Medidas de mitigación.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN	COMPONENTES AMBIENTALES MITIGADOS
Mantenimiento preventivo y/o correctivo de maquinaria y equipo a utilizar.	Calidad del aire, nivel de polvo, niveles de ruido, agua superficial.
Programa de manejo y disposición final de residuos sólidos y peligrosos	Agua subterránea, calidad del aire, calidad visual.
Programa de reubicación y rescate de fauna	Vegetación y Fauna.
Programa de Vigilancia Ambiental.	Calidad del aire, nivel de ruido, fauna, nivel de polvo, agua superficial y vegetación.
Programa de reforestación	Vegetación y Fauna.
Programa de respuesta a derrames	Agua superficial

Medidas preventivas para las áreas de amortiguamiento (zonas vecinas que cuentan con vegetación) del proyecto:

Actividad: delimitación de la superficie de los trabajos, acondicionamiento de caminos, montaje de equipo y descapote.

Componentes ambientales impactados: Suelo, flora.

Medidas de prevención

Deberá aprovechar al máximo los caminos existentes, con objeto de reducir la afectación de nuevas áreas.

El rodamiento y descanso de la maquinaria del proyecto deberá ser dentro de los límites de la superficie en la que se realizaran las actividades constructivas.

En el caso de presentarse el mantenimiento o reparación del equipo y maquinaria de forma extraordinaria, deberán realizarse en sitios destinados el cual cuente con todas las prevenciones necesarias para evitar y maximizar los riesgos de derrames y contaminación del suelo y el agua.

Las actividades de cambio de uso del suelo se restringirán únicamente a las áreas autorizadas.

Bajo ninguna circunstancia se utilizará fuego, ni productos químicos (herbicidas), para realizar el retiro de cobertura vegetal, con el fin de no impactar vegetación fuera de las áreas del proyecto.

Los residuos orgánicos producto de la actividad de descapote serán triturados y esparcidos en suelos aledaños al proyecto, con el fin de aprovechar el material orgánico, facilitando la incorporación de los elementos químicos al suelo.

Queda prohibido dañar o coleccionar con cualquier fin especies vegetales.

## ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

En esta etapa se realizarán actividades tales como el retiro de todo tipo de material que no sea apto para el desmonte de la infraestructura a general.

Tabla de medidas de mitigación.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
FACTOR AMBIENTAL	PAISAJE
COMPONENTE	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERACIÓN DE RUIDO
CARÁCTER DEL IMPACTO	NEGATIVO
MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN:	
<p><b>Medidas preventivas:</b></p> <p>Bajo ninguna circunstancia se utilizara fuego, ni productos químicos (herbicidas), para realizar el desmonte o para eliminar la vegetación talada y recogida en las diversas áreas que son limpiadas para la construcción del proyecto.</p> <p>No se eliminará vegetación de manera innecesaria, únicamente la superficie que se requiere para la obra, evitando dañar más área de la necesaria para su uso.</p> <p>Se colocarán letreros alusivos a la protección de flora en el sitio.</p> <p>Queda prohibido dañar o coleccionar con cualquier fin, especies de flora.</p> <p>Los residuos vegetales generados por la actividad del desmonte serán trozados y esparcidos dentro de los límites del predio de manera que no formen apilamientos, con objeto de facilitar la incorporación de sus elementos químicos al suelo y evitando que pudieran ocasionar fuentes potenciales de incendio.</p> <p>Durante el periodo de tiempo que se desarrollen las etapas de preparación del sitio y construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales, se aplicará un programa de vigilancia ambiental, enfocado a la correcta aplicación de las medidas de prevención y/o mitigación propuestas en la presente MIA-P.</p>	

En el **anexo H** encontrara propuesta de Programa de Reforestación.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
FACTOR AMBIENTAL	FAUNA
ACCIONES DEL PROYECTO	DELIMITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS TRABAJOS, ACONDICIONAMIENTO DE CAMINOS, MONTAJE DE EQUIPO,
COMPONENTE	FAUNA
CARÁCTER DEL IMPACTO	NEGATIVO
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN:</b>	
<p><b>Medidas preventivas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo a las actividades se deberán realizar recorridos con el fin de ahuyentar la fauna para evitar su afectación y localizar y reubicar aquellos especímenes de bajo estatus para su protección.</li> <li>• Las actividades de preparación del sitio se realizarán de manera paulatina y gradual, a fin de que los ejemplares de las diferentes especies faunísticas que pudieran encontrarse en las cercanías del sitio del proyecto tengan la oportunidad de desplazarse.</li> <li>• Se supervisará en todo momento que el personal de la obra respete la regla de evitar toda actividad relacionada con la cacería o cautiverio de fauna silvestre, de cualquier tipo, o la destrucción de nidos, madrigueras o refugios que se encuentren durante los trabajos de preparación del sitio y operación.</li> <li>• No se deberá: cazar, capturar, dañar y comercializar especies de fauna silvestre.</li> </ul> <p><b>Medidas de mitigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.</li> <li>• Programa de Vigilancia Ambiental</li> </ul>	

En el **anexo I** encontrara propuesta de Programa de Rescate y reubicación de Fauna Silvestre.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
FACTOR AMBIENTAL	AIRE
ACCIONES DEL PROYECTO	DELIMITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS TRABAJOS, ACONDICIONAMIENTO DE CAMINOS, MONTAJE DE EQUIPO,
COMPONENTE	CALIDAD DEL AIRE, NIVEL DE POLVO, GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
CARÁCTER DEL IMPACTO	NEGATIVO
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN:</b>	
<p><b>Medidas preventivas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Queda prohibido quemar los residuos orgánicos producto del retirado de la cobertura vegetal</li> <li>• Las operaciones de mayor generación de ruido deberán realizarse durante el día.</li> <li>• Los residuos sólidos urbanos deberán ser almacenados temporalmente en contenedores con tapas, debidamente identificados, por ningún concepto podrán ser almacenados a granel al aire libre, evitando así la liberación de partículas contaminantes al aire.</li> <li>• Antes del inicio de las actividades se acatara las disposiciones del programa de mantenimiento preventivo de maquinaria y equipo, particularmente en lo relativo a afinación del motor, debe tomarse en registro en bitácora del tipo de mantenimiento el último y la fecha de ejecución.</li> <li>• Verificar y dar mantenimiento al sistema de purificación de aire del motor en vehículos y maquinarias para minimizar los impactos a la atmósfera por la generación de partículas, humos y gases.</li> <li>• Los polvos que se generan con el movimiento de la maquinaria se reducirán manteniendo velocidades bajas de operación y/o aplicando riegos intermitentes de agua.</li> <li>• Las velocidades de conducción en terracería no deben ser mayores a 40 km/h.</li> <li>• Todos los vehículos y maquinaria deben contar con silenciadores.</li> <li>• Los niveles de emisión de ruido vehicular se apegaran a lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994 y estarán restringidas a la hora del día, para lograr lo anterior es necesario que todos los vehículos cuenten con su sistema de escape con silenciadores.</li> </ul> <p><b>Medidas de mitigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Mantenimiento preventivo y/o correctivo de maquinaria y equipo a utilizar.</b></li> </ul>	

En el **anexo J** encontrara propuesta de Programa de Mantenimiento Preventivo y/o correctivo de maquinaria y equipo.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
FACTOR AMBIENTAL	PAISAJE
ACCIONES DEL PROYECTO	DELIMITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS TRABAJOS, ACONDICIONAMIENTO DE CAMINOS, MONTAJE DE EQUIPO,
COMPONENTE	GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS GENERACIÓN DE RUIDO
CARÁCTER DEL IMPACTO	NEGATIVO
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN:</b>	
<p><b>Medidas preventivas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos se colectaran y enviaran al confinamiento de residuos no peligroso.</li> <li>• De ser posible deberá potenciarse el reciclaje de los residuos que tengan esta característica, a través del propio proveedor o de empresas autorizadas.</li> <li>• Deberá establecerse la adquisición de materiales con menor cantidad de empaque y menor potencial de generación de recursos, lo que implica una selección de proveedores de productos.</li> <li>• No se almacenaran ni siquiera temporalmente residuos fuera de la obra.</li> <li>• Las operaciones de mayor generación de ruido deberán realizarse durante el día.</li> <li>• Todos los vehículos y maquinaria deben contar con silenciadores.</li> </ul> <p><b>Medidas de mitigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Programa de respuesta a derrames.</b></li> </ul>	

En el **anexo K** encontrara propuesta de Programa de Respuesta a Derrames.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
FACTOR AMBIENTAL	AIRE
COMPONENTE	CALIDAD DEL AIRE, NIVEL DE POLVO, GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
CARÁCTER DEL IMPACTO	NEGATIVO
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN:</b>	
<p><b>Medidas preventivas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos sólidos urbanos deberán ser almacenados temporalmente en contenedores con tapas, debidamente identificados, por ningún concepto podrán ser almacenados a granel al aire libre, evitando así la liberación de partículas contaminantes al aire.</li> <li>• Verificar y dar mantenimiento al sistema de purificación de aire del motor en vehículos y maquinarias para minimizar los impactos a la atmósfera por la generación de partículas, humos y gases.</li> <li>• Los polvos que se generan con el movimiento de la maquinaria y el transporte se reducirán manteniendo velocidades bajas de operación y/o aplicando riegos intermitentes de agua.</li> <li>• Las velocidades de conducción en terracería no deben ser mayores a 40 km/h.</li> <li>• Todos los camiones de transportes de materiales, deberán traer cubierto con una lona el material que transportan.</li> </ul> <p><b>Medidas de mitigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Programa de manejo y disposición final de residuos sólidos y peligrosos</b></li> </ul>	

En el **anexo L** encontrara propuesta de Programa de manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
FACTOR AMBIENTAL	SOCIAL
ACCIONES DEL PROYECTO	DELIMITACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS TRABAJOS, ACONDICIONAMIENTO DE CAMINOS, MONTAJE DE EQUIPO, DESCAPOTE
COMPONENTE	CALIDAD DE VIDA
CARÁCTER DEL IMPACTO	POSITIVO
<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN:</b>	
<p><b>Medidas de prevención:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Promover la contratación de trabajadores de la localidad.</li> </ul>	

## VI.2. Impactos residuales.

De acuerdo con la definición establecida en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, **Art. 3, Fracción X** **Impacto Ambiental Residual: el impacto residual que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.**

## VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas.

### VII.1. Pronósticos del escenario.

Al realizar el **SANEAMIENTO** de las aguas generadas en el fraccionamiento residencial los bosques, se contribuirá al **MANTENIMIENTO DE LA SALUD AMBIENTAL** lo cual incidirá de forma positiva en la **CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES** no tan solo de la zona si también de parte de la cuenca hidrológica en la cual se encuentra inmersa el proyecto.

### VII.2. Programa de vigilancia ambiental.

El programa de vigilancia ambiental tiene la función de realizar la supervisión ambiental en campo y la aplicación de las medidas de prevención y/o mitigación y de que éstas sean ejecutadas.

El programa de vigilancia ambiental es aplicado una vez evaluado y aprobado el Manifiesto de Impacto Ambiental, para calificar la eficiencia y el cumplimiento de la aplicación de las medidas de prevención y/o mitigación, en este se enlistan acciones de la obra y otros parámetros a fin de evaluar su calidad, también se implementa la aplicación de una matriz para dar cumplimiento a los términos y condicionantes del Oficio Resolutivo

A continuación se presenta el formato del programa de vigilancia ambiental:

SEGUIMIENTO AL PROGRAMA AMBIENTAL							
Acciones	Tiempo de realización	Cumplimiento de la medida	Eficiencia de la medida	Generación de nuevos impactos		Procedimiento	Sugerencias
		%	%	Si	No		
<b>Ejecución de programas de mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos pesados</b>	Durante la preparación del sitio y operación					Supervisión, generando evidencia fotográfica	
<b>Empleo del equipo de Seguridad personal.</b>	Durante las etapas de preparación del sitio y operación					Supervisión generando evidencia fotográfica	
<b>Programa de medidas de seguridad y planes de Emergencia.</b>	Durante las etapas de preparación del sitio y operación					generando evidencia fotográfica	
<b>Información sobre lugares de atención médica.</b>	Durante las etapas de preparación del sitio y operación					Documento a la vista y disponible con los numero de emergencia del municipio.	
<b>Cumplir con la normatividad en los residuos sólidos generados.</b>	Durante las etapas de preparación del sitio y operación					La empresa que ejecute el proyecto deberá constar con la autorización correspondiente y se supervisara el manejo de residuos generando evidencia fotográfica.	
<b>Cumplir con la normatividad en materia de residuos peligrosos generados.</b>	Durante las etapas de preparación del sitio y operación					La empresa que ejecute el proyecto deberá constar con la autorización correspondiente y se supervisara el manejo de residuos generando evidencia fotográfica.	

A continuación se presenta la matriz de evaluación del programa de vigilancia ambiental de las medidas propuestas en la MIA-P.

Tiempo de realización	Acciones	Acción del cumplimiento	Indicador del éxito de la medida	Eficiencia de la medida	Generación de nuevos impactos		Acciones de respuesta cuando la medida no se obtenga	Impactos no previstos		Medida que aplica al impacto no previsto	Evidencia de Cumplimiento
			%	%	Si	No		Si	No		
La aplicación de la etapa que le corresponda al proyecto ejemplo (Preparación del sitio Construcción y operación)	La acción propuesta en la MIA-P como medida de prevención, mitigación y compensación	La descripción de la acción de cumplimiento ambiental	Colocación del 1-100 el porcentaje del cumplimiento de la medida	Colocación del 1-100 el porcentaje del cumplimiento de la medida	Se Señala sí o no	Se Señala sí o no	Se describe la evolución del sistema ambiental	Se Señala sí o no	Se Señala sí o no	Dependiendo el impacto se aplicaran las medidas de Mitigación, prevención y/o compensación	Evidencia documental o fotográfica que permita asegurar el cumplimiento de la medida

En el **anexo M** encontrara propuesta de Programa de vigilancia ambiental.

Con la finalidad de garantizar el cumplimiento de los términos y condicionantes, con la ejecución de las medidas propuestas en la MIA-P, y lineamientos de buenas prácticas ambientales para empresas contratistas, la PROMOVENTE cuenta con un Procedimiento de Supervisión Ambiental en Campo que a continuación se describe.

#### Objetivo

Realizar la supervisión ambiental en campo para dar el cumplimiento a las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en una MIA-P y buenas prácticas ambientales en materia de impacto ambiental.

#### Definiciones.

**Contacto:** El contacto puede referirse al trato que se establece entre dos o más personas u organizaciones.

**Pláticas de educación ambiental:** Dialogo que es efectuado por parte del especialista ambiental hacia el personal de la obra o construcción acerca del cuidado del medio ambiente en el ámbito laboral.

**Letreros:** El letrero es una anuncio informativo que consta de imágenes de lo que debe ser o no efectuado.

**Almacenamiento:** Acción de retener temporalmente residuos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se entregan al servicio de recolección o se dispone de ellos.

**Ambiente:** El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

**Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

**Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o al actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

**CRIT:** Código de clasificación de las características que contienen los residuos peligrosos. Se forma con las iniciales de: Corrosivo, Reactivo, Inflamable y Tóxico.

**Cuerpo receptor:** La corriente o depósito natural de agua, presas, cauces, zonas marinas o bienes nacionales donde se descargan aguas residuales, así como los terrenos en donde se infiltran o inyectan dichas aguas pudiendo contaminar el suelo o los acuíferos.

**Delito ambiental:** Es la conducta descrita en una norma de carácter penal cuya consecuencia es la degradación de la salud de la población, de la calidad de vida de la misma o del ambiente, y que se encuentra sancionada con una pena determinada.

**Descarga:** La acción de depositar, verter, infiltrar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor.

**Disposición final:** Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

**Emisión contaminante:** La descarga directa o indirecta de toda sustancia o energía, en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o al actuar en cualquier medio altere o modifique su composición o condición natural.

**Estudio de impacto ambiental:** Es el conjunto de información que se deberá presentar ante la autoridad ambiental competente y la petición de la licencia ambiental.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza.

**Medidas de urgente aplicación:** Acciones que conducen a inactivar una fuente de contaminación y a detener la migración de los contaminantes en el medio ambiente.

**Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tiene como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a establecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.

**Mitigación:** Conjunto de acciones para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Prevención:** Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente.

**Protección:** Conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

**Promovente:** Persona que realiza de manera directa el trámite ante la ventanilla respectiva. Deberá acreditarse mediante carta poder firmada por la empresa que solicita el trámite y contar con conocimientos básicos de la operación de la planta.

**Protección ambiental:** Conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y prevenir y controlar su deterioro.

**Reciclaje:** Método de tratamiento mediante la transformación de los residuos con fines productivos.

**Recolección:** Acción de transferir los residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones de almacenamiento, tratamiento o reúso o a los sitios de disposición final.

**Relleno sanitario:** También se denomina vertedero. Centro de disposición final de los residuos que genera una zona urbana determinada y que reúne todos los requisitos sanitarios necesarios. Allí se controlan y se recuperan los gases y otras sustancias generados por los residuos y se aplican técnicas adecuadas de impermeabilización y monitoreo.

**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Sostenibilidad:** Proceso de racionalización de las condiciones sociales, económicas, educativas, jurídicas, éticas, morales y ecológicas fundamentales que posibiliten la adecuación del incremento de las riquezas en beneficios de la sociedad sin afectar al medio ambiente, para garantizar el bienestar de las generaciones futuras. También puede denominarse sustentabilidad.

**Zona de jurisdicción federal:** Son las señaladas en las disposiciones legales aplicables. Se refieren, especialmente, a los siguientes casos: a) Los sitios ocupados por las instalaciones de las terminales de transporte público federal terrestre, aéreo y acuático; b) Los parques industriales localizados en bienes del dominio público de la Federación; y c) La zona Federal Marítimo Terrestre.

### **Responsabilidades.**

La promovente, es la responsable en el desarrollo e implementación del cumplimiento ambiental en campo realizando actividades de Supervisión Ambiental en Campo y de que éste mejore continuamente.

El personal de supervisión ambiental en campo es el responsable de llevar a cabo la correcta supervisión en base a los manuales, formatos e instructivos del procedimiento de supervisión ambiental en campo, en el desarrollo de sus actividades cotidianas, así como hacer las sugerencias de mejora continua.

El especialista ambiental deberá realizar recorridos en el área del proyecto en cada visita que realice para tener una visión general de las obras y actividades que se llevan a cabo así mismo para detectar las áreas idóneas para la colocación de letreros alusivos a la protección al ambiente los recorridos deberán realizarse apegándose a el cumplimiento de los términos y condicionantes, medidas propuestas en la MIA-P, y lineamientos de buenas prácticas ambientales para empresas contratistas,

El especialista ambiental deberá presentarse con el encargado de obra o actividades que corresponda con la autoridad suficiente para coordinarse en la aplicación del cumplimiento de los términos y condicionantes, medidas propuestas en la MIA-P, y lineamientos de buenas prácticas ambientales para empresas contratistas y se tomen las evidencias fotográficas y documentales necesarias.

Realizar recorridos periódicos para asegurarse que la empresa cuente con los registros solicitados en la autorizaciones ya sea como Generadores de residuos de manejo especial (REMAES), residuos sólidos urbanos (RSU) y/o residuos peligrosos (Respel), y de no contar con ellos deberá apegarse a su trámite utilizando el Procedimiento de trámite de alta como generador de Residuos de Manejo Especial y Procedimiento de trámite de alta como generador de Residuos Peligrosos ante las dependencias normativas.

En cada visita de cada obra que supervise el especialista ambiental debe recopilar evidencia documental y fotográfica para control y seguimiento de la obra y del cumplimiento de los términos y condicionantes, medidas propuestas en la MIA-P, y lineamientos de buenas prácticas ambientales para empresas contratistas.

EL residuo que se detecte que se genera en la obra supervisada, el especialista ambiental deberá levantar una bitácora mensual por cada diferente tipo de residuo introduciendo los datos detalladamente de la información solicitada en los formatos de bitácora.

Para el control de la generación de Residuos sólidos urbanos (RSU), Residuos de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RESPEL), se deberá registrar en el formato de bitácora que le aplique.

Los Residuos Sólidos Urbanos y Residuos de Manejo Especial deberán disponerse donde la autoridad municipal autorice, apegándose a su sistema de recepción.

El especialista ambiental debe realizar asesorías ambientales de manera periódica al personal de la obra (obreros y encargado) dando a conocer los términos y condicionantes propuestos, así

como medidas propuestas en la MIA-P y lineamientos de buenas prácticas ambientales para empresas contratistas de manera clara y concreta.

#### **Aseguramiento de la calidad.**

La promovente se encargara del Aseguramiento de la calidad realizando Supervisión de acuerdo el cumplimiento de los Términos y Condicionantes, medidas propuestas en la MIA-P, y lineamientos de buenas prácticas ambientales para empresas contratistas por el especialista ambiental, este aseguramiento debe realizarse en campo y en oficina verificando que se cuente con toda la evidencia documental y fotográfica así como que los registros, tramites, y programas se hayan realizado de manera adecuada.

Todo lo anterior integrarlo en un informe para presentar a la autoridad para su cumplimiento.

La promovente aplicando el cumplimiento de los términos y condicionantes, medidas propuestas en la MIA-P, y lineamientos de buenas prácticas ambientales para empresas contratistas podrá garantizar a la autoridad en apego a lo ordenado.

### VII.3. Conclusiones.

El proyecto tiene como objetivo obtener la autorización en materia de impacto ambiental para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales la cual realizara el saneamiento de las aguas generadas por el fraccionamiento residencial los bosques, dicha planta descargara por infiltración un **volumen de 100 a 120 litros por segundo** de aguas residual tratada y reutilizada en el riego de las áreas verdes del fraccionamiento, sobre la laguna El Gordiano.

El agua tratada en la planta, tendrá los límites permisibles de acuerdo a la normatividad para ser descargada en un bien nacional, dicha agua se **REUTILIZARA PARA EL RIEGO DE LAS ÁREAS VERDES** del fraccionamiento por lo cual esta llegara por medio de **INFILTRACIÓN** a la laguna Gordiano.

La planta de tratamiento ocupara una superficie total de **38,612.087 m<sup>2</sup> (3.861 Hectáreas)**, el tipo de vegetación que se encuentra en dicha superficie es de tipo **PASTOS CULTIVADOS**, y **VEGETACIÓN ARBÓREA**.

De la valoración de **importancia de los impactos ambientales** se obtuvo que **dos** de ellos obtuvieron valores de **-24** con lo cual se ubican en el **rango de Compatible**, dicho impactos son **Contaminación del manto freático por derrame de aguas residuales** y **Refugio de fauna nociva**, los cuales se producirán durante las **etapas de Preparación del sitio y Construcción**.

De igual forma como resultado de la valoración, se identificaron **tres** impactos de **naturaleza positiva**, uno de dichos impactos se generan durante las etapas de **Preparación del sitio y Construcción** el cual es **Derrama económica**; los otros dos tipos de impactos se producirán en la etapa de operación del proyecto y serán **Protección de la salud ambiental** y **Mejora de la calidad de vida de los habitantes**.

Los impactos de **Derrama económica** alcanzaron una valoración **positiva** de **+19** y los impactos de **Protección de la salud ambiental** y **Mejora de la calidad de vida de los habitantes** alcanzaron **+24** y **+20** respectivamente; por lo que de acuerdo a la tabla de rango y valores de importancia dichos **impactos** presentan un rango de tipo **POSITIVO** sobre el **medio**.

Con la correcta aplicación de medidas de compensación y mitigación dicho proyecto **NO PRODUCIRÁ DESEQUILIBRIOS ECOLÓGICOS** ni pondrá en riesgo la **CONTINUIDAD DE ALGUNA ESPECIE DE FLORA O FAUNA** ni causara el anexo en los listados de la Norma Oficial Mexicana Nom-059-SEMARNAT-2010 algunas especies, por lo que desde el punto de vista ambiental dicho proyecto es **FACTIBLE DE REALIZAR**.

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.**

### **VIII.1. Formato de presentación.**

Word, PDF.

#### **VIII.1.1. Planos definitivos.**

AutoCad.

#### **VIII.1.2. Fotografía.**

No aplica

#### **VIII.1.3. Video.**

No aplica.

#### **VIII.1.4. Lista de flora y fauna.**

No aplica.

### **VIII.2. Otros anexos.**

Escritura Predio Residencial Los Bosques.

## **Bibliografía.**

### **Mecánica de suelos, Ingeniera de cimentaciones y obra civil; Proyecto geotectónicos y Reestructuración S.A. de C.V. CARTOGRAFIA.**

INEGI. 1981. **Carta Hidrológica de Aguas Superficiales.** Villahermosa Escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INEGI. 1983. **Carta Geográfica.** Villahermosa E15-8. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INEGI. 1993. **Carta Edafológica.** Villahermosa E15-8. Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

INEGI. 1993. **Carta Uso y Vegetación.** Villahermosa Escala 1:1'000,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática

INEGI. 2000. **Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas.** E15-8. Villahermosa Escala 1:250,000. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática.

### **Climatología.**

Cardoso, D.M.D. 1979. **El clima de Chiapas y tabasco.** Universidad Autónoma de México. México. 99. Pp.

Gracia, E. 1981. **Modificaciones al sistema climatológico de Köppen.** Universidad Nacional Autónoma de México. 252 Pp.

### **Edafología.**

Larios, R.J. y Hernández, J. 1992. **Fisiografía, Ambientes y uso agrícola de la tierra en tabasco, México,** Universidad Autónoma de Chapingo. 125 pp.

Palma, L.D. y Cisneros, J. 1996. **Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco.** Tomo I. Gobierno del estado de Tabasco. 182. Pp.

Palma, L.D. y Cisneros, J., Trujillo A.N., Granado N.A. Serrano, J.B.1985. **Caracterización de los suelos de Tabasco, Uso Potencial y Taxonómico.** Gobierno del estado de Tabasco. 40. Pp.

### **Geología.**

Larios, R.J. y Hernández, J. 1992. **Fisiografía, Ambientes y Uso Agrícola de la tierra en Tabasco, México.** Universidad Autónoma de Chapingo. 125. Pp.

Zavala, C.J. 1988. Regionalización **Natural de la zona Petrolera de Tabasco**. INIREB. Villahermosa Tabasco. 182 Pp.

**Vegetación.**

López, M.R. 1980. **Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y Norte de Chipas**. Universidad Autónoma de Chapingo. México 121 Pp.

Magaña, A.M.A. 1995. **Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de plantas de Tabasco**. Universidad Autónoma de Tabasco. Tabasco México. 205 Pp.

**Económica.**

INEGI. 2000. **Anuario Estadístico del Estado de Tabasco**. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. 483. Pp.

Gobierno del estado de tabasco. 2003. **Enciclopedia de los municipios de México Tabasco**. Tabasco. 448. Pp.

**Normatividad.** SEMARNAP- PROFEPA. 1997. **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (Delitos Ambientales)**. Comunicación Mediana 244. Pp

SEMARNAT

SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE  
Y RECURSOS NATURALES



**Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal de la SEMARNAT en Tabasco

**Identificación del documento:** Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto "Construcción de Planta de Tratamiento de aguas Residuales fracc. Los Bosques, Nacajuca Tabasco.

**Partes o secciones Clasificadas:** hoja No. 3 y 4

**Fundamento legal y razones:** Se clasifican datos personales de personas físicas identificables, con fundamento en el artículo 113, fracción, de la LFTAIP y 116 LGTAIP, consistentes en: Dirección, Teléfono Celular, correo electrónico, del Representante Legal. Dirección, correo electrónico Teléfono Celular del Responsable Técnico.

**Firma del titular:**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be a stylized 'B' or similar character.

**Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución 444/17, de fecha 09 de octubre de 2017