

**PROYECTO INTEGRAL CONTRA INUNDACIONES EN
LA PLANICIE DE LA CUENCA DE LOS RIOS
GRIJALVA USUMACINTA**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL EN
LA MODALIDAD REGIONAL**

CAPITULO I

INFORMACIÓN GENERAL

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1. CLAVE DEL PROYECTO

2. NOMBRE DEL PROYECTO

"PROYECTO INTEGRAL CONTRA INUNDACIONES EN LA PLANICIE DE LA CUENCA DE LOS RIOS GRIJALVA – USUMACINTA"

3 . DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

3.1 SECTOR

HIDRÁULICO

3.2 SUBSECTOR

NO APLICA

3.3 TIPO DE PROYECTO

OBRAS HIDRÁULICAS PARA LA PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES

4. ESTUDIO DE RIESGO

NO APLICA

Ubicación del Proyecto.

El "Proyecto Integral para la Protección contra Inundaciones en la Planicie de la Cuenca de los Ríos Grijalva - Usumacinta" se encuentra localizado en el Estado de Tabasco , abarcando casi en

su totalidad 10 municipios en el estado de Tabasco y seis municipios de la zona norte del estado de Chiapas.

fig. 1.1 El proyecto se ubica en gran parte en el estado de Tabasco.

fig.1.2 Estado de Tabasco.

Enciclopedia de los Municipios de México TOMO 4 en CD, CEDEMUN; Secretaría de Gobernación

Entre los Municipios del Estado de Tabasco considerados en la zona de influencia del proyecto se encuentran:

Balancán	Paraíso
Cárdenas	Jalapa
Centla	Jonuta
Centro	Nacajuca
Comalcalco	
Huimanguillo	

fig.1.4 La Zona norte del estado de Chiapas está considerada en la zona de influencia
 FUENTE: INEGI. Chiapas. Censo de Población y Vivienda 1995. Resultados Definitivos.Tabulados Básicos.

Un municipio considerado en la zona de influencia del proyecto en el estado de Chiapas.



Localización de la zona de influencia del proyecto.

Coordenadas geográficas extremas	Al norte 18°39', al sur 17°15' de latitud norte; al este 91°00', al oeste 94°07' de longitud oeste.
Porcentaje territorial	El estado de Tabasco representa el 1.3% de la superficie del país.
Colindancias	Tabasco colinda al norte con el Golfo de México y Campeche; al este con Campeche y la República de Guatemala; al sur con Chiapas; al oeste con Veracruz-Llave.
FUENTE: (a)INEGI. Marco Geoestadístico, 1995. (b)INEGI-DGG.Superficie de la República Mexicana por Estados. 1991.	

Dimensiones del proyecto.

El proyecto cuenta con 24 obras en el estudio integral, 61 obras de emergencia en el perímetro de la ciudad de Villahermosa ya ejecutadas, ambos conceptos considerados en la zona de influencia. El polígono que comprende la zona de influencia refiere las siguientes coordenadas geográficas extremas 17° 10' y 18° 40' de latitud Norte y 91° 07' y 93° 50' de longitud Oeste (anexo 1.1 fig.1.5 Imagen LAND SAT Limite de la zona de estudio)

Dimensiones de las obras consideradas en el proyecto integral

SISTEMA RÍOS DE LA SIERRA	LONGITUD DE OBRA Km.		
1.- Sp1 Bordo Gaviotas	8.6	MEZCALAPA - SAMARIA	
2.- Sp1 Bordo Parrilla	7.5	12.- Mp1 Estructura de Control Río Carrizal	-
3.-Sp1 Bordo Playas del Rosario margen izquierda	15.5	13.- Mp2 Bordo Macayo	3.7
4.- Sp1 Bordo Aeropuerto	9	14.- Mp2 Bordo Margen derecha Río Carrizal	2
5.-Sp2 Estructura de Control Río Pichualco.	-	15.- Mp3 Cauce piloto Samaria – Golfo hasta el Mango y San Cipriano	5
6.- Sp3 Estructura de Control Río la Sierra	-	16.- Mp3 Cauce piloto Sam – Golfo, hasta Oxiacaque.	9.5
7.-Sp6 Bordo Astapa – Pueblo Nuevo	11.5	17.- Mp3 Bordo derecho del cauce de alivio Sam –Golfo hasta el Mango y San Cipriano	19
8.-Sp6 Bordo Jalapa - Astapa		18.-Mp3 Bordo derecho del cauce de alivio Sam – Golfo, desde el Mango y San Cipriano Hasta Oxiacaque	12
9.- Sp6 Bordo Camino San isidro		19.- Modificación de puentes Samaria I y II	-
10.- Sp6 Bordo Playas del Rosario - Huasteca		20.-Modificación de puentes Via corta, El Mango y San Cipriano	-
11.- Sp8 Bordos en margen izquierda del Río Grijalva	17	21.- Drenes Sam – Golfo M.D, hasta el Mango y San Cipriano	18
		22.- Drenes Sam – Golfo M.D. desde el Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque	15
SISTEMA CARRIZAL - MEDELLIN		I.2 DATOS GENERALES DEL	
23.-Cp1 Rectificación del Río Medellín Jolochero 1ª y 2ª parte	29		
24.- Cc2 Terminación del Dren Victoria Bordos y canales 1ª y 2ª parte	31 canal bordo m.d. 5 y m.i. 5		

PROMOVENTE. SOLICITANTE.

Nombre de la empresa u organismo solicitante:

Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Frontera Sur.

Registro Federal de Causantes. :

CNA 890116 – SF2

Nombre del representante legal:

ING. LUIS GRANADOS PACHECO

Registro federal de causantes del representante legal :

GAPL 6604037PA

Domicilio y teléfono para oír y recibir notificaciones:

**AV. 27 FEBRERO 1537 ESQUINA CALLE UNO, COL. REFORMA
VILLAHERMOSA, TABASCO C.P. 86080**

I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Nombre o Razón Social :

**COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA
OFICINA DE ESTUDIOS AMBIENTALES**

Registro Federal de Causantes:

Responsable Técnico de la elaboración del estudio:

ING. JOSÉ CARLOS SÁNCHEZ LINARES
JEFE DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA C.F.E.

Cédula Profesional:

Domicilio y teléfono para oír y recibir notificaciones:

OKLAHOMA 85 6° PISO, COLONIA NÁPOLES,
DELEGACIÓN BENITO JUÁREZ, MÉXICO, DF. C.P.03810

Teléfonos: 55 36 93 15, 52 30 93 50

Fax: 52 29 44 00 Ext. 95 16

CEDULA PROFESIONAL N° 340185

I.4 INTRODUCCIÓN

Las actividades que el hombre realiza sobre el medio natural y el uso de los recursos naturales como satisfactores permite que se cubran las necesidades de éste, pero por mínima que sea una actividad siempre se ejercerá un impacto sobre el medio geográfico y natural, en la medida en la que se obtienen mayor número de recursos y bienes las condiciones naturales se deterioran y por tanto tienen un efecto sobre las condiciones políticas, económicas y sociales del lugar, ya que ellas establecen las relaciones y formas de producción.

Cuando el medio presenta alteraciones en su estado natural, existen repercusiones y efectos de grandes alcances, en lo social, ambiental, político y económico que están claramente vinculados y se ven seriamente afectados en el desarrollo de las poblaciones.

El Estado de Tabasco, se caracteriza por ser un estado con una alta biodiversidad biológica en recursos naturales, su ubicación geográfica privilegiada, (*18° 39' y 17° 15' de latitud norte; 91° 00' y 94° 07' de longitud oeste*) es propicia para presentar un clima cálido - húmedo en el cual se desarrollan ocho tipos de vegetación, con 2,200 especies de flora, 26 clases de peces, 11 anfibios, 45 de reptiles, 58 de aves y 22 de mamíferos (*Flores, et al, 1994*).

A lo largo de la parte media y norte del estado, el clima dominante es cálido- húmedo con abundantes lluvias en verano, con temperaturas promedio de 26 °C y precipitación media anual de 2,000 mm; en la porción sur se encuentra el clima cálido- húmedo con lluvias todo el año, es la zona más lluviosa de Tabasco con una precipitación de 4,000 mm de media anual y temperatura promedio de 26 °C; en una pequeña porción del noreste, prevalece el cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura promedio de 26 °C y precipitación media anual de 1,500 mm.

En el estado de Tabasco se cuenta con ocho áreas naturales protegidas, destacando los Pantanos de Centla, considerados como la mayor extensión de humedales en el país.

La riqueza y fertilidad de sus suelos permite que las actividad agrícola y ganadera sean muy

productivas en todo el Estado.

Las localidades más importantes por su desarrollo económico y social en cada subregión son: en la subregión Centro, la ciudad de Villahermosa; en la subregión

Chontalpa figuran Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Cunduacán y La Venta; en la subregión de la Sierra sobresalen Jalapa, Tacotalpa y Teapa; en la subregión Ríos las ciudades que destacan son Tenosique de Pino Suárez y Emiliano Zapata; y en la subregión Pantanos son las localidades de: Macuspana y Frontera.

La información del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, la población total del estado es de 1 891 829 habitantes. El municipio más poblado es Centro con 520,308 habitantes y el menos poblado es el municipio de Emiliano Zapata con 26,951 habitantes.

La entidad cuenta con una importante infraestructura en comunicación terrestre, el total de carreteras es de 5,682.3 km de longitud; 315 km de vías férreas; un aeropuerto llamado C.P.A. Carlos Rovirosa Pérez que proporciona servicio nacional e internacional; dos puertos llamados Frontera y Dos Bocas clasificados como de cabotaje y altura.

La riqueza natural de esta porción de suelo mexicano no existe sólo en la superficie, sino también en el subsuelo que ofrece grandes reservas de petróleo, energético imprescindible para la producción y elemento esencial de la economía nacional.

Sin embargo, la falta de un ordenamiento territorial que regule el establecimiento de las poblaciones en los cauces naturales de los ríos es básico, el asentamiento de infraestructura de comunicación y petrolera a lo largo del estado crea barreras físicas que impiden el drenaje en la planicie del estado, que ha provocado que se incrementen los daños potenciales provocados por inundación.

Los años de 1995 y 1999, han sido un claro ejemplo de los daños ocasionados por inundaciones, los efectos, principalmente en pérdidas humanas, propagación de enfermedades epidemiológicas, daños a la infraestructura de comunicación y petrolera, grandes pérdidas en distintas actividades económicas como la agricultura y la ganadería.

Es por ello que se fomenta la realización de estudios integrales que permitan dar soluciones globales a largo plazo.

Es por tal que la Comisión Nacional de Agua CNA a través de la Gerencia Regional Frontera Sur, ha dispuesto el establecimiento de un proyecto de diversas obras de protección contra inundaciones, donde se pretende disminuir el daño ocasionado por estos eventos, cuyo objetivo es controlar los caudales de los ríos como el Grijalva y Usumacinta, para salvaguardar la integridad de las poblaciones como la

Ciudad de Villahermosa, capital del Estado, así como de otras poblaciones cercanas y de las zonas agrícolas y ganaderas que son susceptibles de inundarse, y

de forma paralela analizar la factibilidad ambiental de cada una de las obras, asegurando la conservación, preservación y restauración del ecosistema y promoviendo una política de desarrollo sustentable, en donde los diferentes actores que se encuentran en interrelación sociedad-naturaleza-economía obtengan un equilibrio adecuado y sustentable.

la Subdirección General de construcción de esta dependencia convocó a personal de la Gerencia Regional del Sureste de la propia CNA, de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y del Instituto de Ingeniería de la UNAM (I de I) a iniciar conversaciones para definir objetivos, alcances y un programa de trabajo de lo que constituye la fase inicial del estudio integral propuesto, correspondiente a cada una de las etapas de desarrollo por mencionar **Gran Visión, Prefactibilidad, y Factibilidad** de el proyecto integral.

I.5 ANTECEDENTES.

El sistema fluvial en estudio esta constituido por la planicie de los cauces de los ríos Grijalva y Usumacinta, y sus numerosos afluentes y ramales que desembocan en el Golfo de México, aunque este sistema abarca la mayor parte del Estado de Tabasco y casi la totalidad del Estado de Chiapas, es en el primero, donde los efectos de las grandes avenidas de agua han ocasionado daños muy severos por inundaciones en las zonas urbanas, comerciales, agrícolas, industriales y rurales provocando pérdidas económicas muy altas a la población.

Diversos factores meteorológicos se interrelacionan dando convergiendo en un gran problema, las inundaciones de esta región, factores como: la inconsistencia en la aplicación de programas de construcción de obras hidráulicas a largo plazo, la construcción desordenada de la infraestructura petrolera (ductos, estaciones, etc), de vías de comunicación, el crecimiento sin planeación de la mancha urbana, el asolvamiento de los ríos, en mayor medida por la deforestación de las partes altas de esta región y el cambio en el sentido de las corrientes naturales del agua, algunos provocados por los factores antes mencionados, han creado en la actualidad una problemática de grandes alcances, ya que es afectado directamente el desarrollo, en todos los ámbitos de la región.

Por lo que la planicie tabasqueña es afectada anualmente por el problema de las inundaciones y los daños potenciales que éstas ocasionan a la región, debido a que es una zona expuesta a perturbaciones ciclónicas del Golfo de México y MarCaribe, y que presentan alta precipitación pluvial proveniente del Golfo de México.

La constante presencia de escurrimientos de la Sierra Norte de Chiapas, las condiciones topográficas del terreno en el Estado de Tabasco que es prácticamente planas, alteraciones del medio físico y los problemas de deforestación entre otros. Tienen como consecuencia el acarreo de sedimentos que ocasiona el azolve de los cauces de los ríos, que además se agrava con la construcción de nuevas vías de comunicación, asentamientos humanos que interfieren con el sistema de drenaje natural de los cauces de los ríos, modificando la capacidad hidráulica de salida del agua y en donde se ha perdido su capacidad de amortiguamiento y retención de agua y humedad del lugar.

Estas circunstancias afectan particularmente a la Ciudad de Villahermosa y la Zona del Centro del Estado, en donde los últimos años, los niveles máximos de agua han

alcanzado el nivel crítico y de emergencia, en donde se han presentado inundaciones como la sucedida

en los meses de septiembre y octubre del año 1999 afectando los Municipios del Centro de Tabasco y la Ciudad de Villahermosa,

presentando pérdidas económicas considerables en los sectores comerciales, industrial, agrícola y ganadero y afectando todas las actividades de la población.

La situación más crítica se presenta cuando coinciden precipitaciones altas y abundantes en la planicie de Tabasco y la Sierra de Chiapas, aumentando los niveles de salida de agua en las zonas bajas, provocando un aumento en volumen de los cauces, esto provoca la creciente de los ríos Chilapilla, Chilapa, Usumacinta y afluentes del Grijalva, también se debe de considerar la descarga de la hidroeléctrica del Grijalva, todo esto es un complejo sistema hidrológico que desemboca en el Golfo de México que ha sido modificado históricamente.

En los últimos 40 años el crecimiento de la población y la construcción de nuevos desarrollos urbanos, industriales, agrícolas y ganaderos ha traído como consecuencia una alteración del medio físico y natural, donde la población ha salido afectada y perjudicada por las lluvias.

Por otro lado el Estado de Tabasco ha sufrido una constante transformación de su medio físico y natural, productos de sus diferentes actividades socioeconómicas ocasionando que sus ecosistemas se encuentren muy transformados y alterados, y tengan muy poca capacidad de amortiguamiento, la situación de degradación es muy severa y un ejemplo de esto son la inundaciones a que se encuentran expuestos los asentamiento humanos que han instalado en áreas de alto riesgo como son los márgenes de los ríos y zona que históricamente y naturalmente son áreas de inundación en el periodo de lluvias.

Existe una alta demanda de infraestructura básica como, agua potable, alcantarillado, servicios, drenaje, transporte, pavimentación, etc. provocada por una población en constante crecimiento y sus diferentes actividades económicas y en donde la marcha urbana construye y se instala en zonas y lugares de alto riesgo, como son los márgenes de los ríos, zonas de amortiguamiento de agua, suelos no apropiados para la construcción lo que es un riesgo muy alto para población.

Las soluciones que se han generado para esta problemática han sido insuficientes las lluvias torrenciales iniciadas el 4 de octubre de 1999, que afectaron principalmente los estados de Puebla, Oaxaca, Veracruz, Hidalgo, Tabasco y Chiapas, dejando un saldo negativo, miles de damnificados, así como diversos daños materiales.

En la cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta se registraron por lo menos cuatro fenómenos climatológicos extremos de varios días de duración, que provocaron lluvias muy intensas, casi continuas, cuya magnitud no tiene antecedentes en los últimos 47 años en esa región del sureste mexicano.

Las precipitaciones de septiembre de 1999 en territorio tabasqueño fueron 157 por ciento arriba de lo normal, y 188 por ciento superior al promedio histórico en octubre del mismo año, provocando el desbordamiento de ríos en las partes bajas de la entidad y la inundación de grandes extensiones, como fue el caso de la ciudad de Villahermosa, que resultó gravemente afectada.

La lluvia promedio en Tabasco durante septiembre fue de 535 milímetros, cuando la media de precipitación normal es de 363.5 milímetros. En tanto que en octubre el promedio acumulado fue de

676 milímetros de lluvia, casi dos veces mayor que el normal, que es de 346.4 milímetros.

Las abundantes lluvias se debieron a la combinación de una serie de eventos meteorológicos. Del primero al 18 de septiembre los pasos de las ondas tropicales 29, 31 y 32, más la afluencia de aire húmedo del Pacífico y del Atlántico, provocaron lluvias superiores a 100 milímetros durante varios días en la planicie tabasqueña y en Chiapas. Estas lluvias causaron algunas inundaciones en Villahermosa a partir del 14 de septiembre.

Por otra parte, en el mes de octubre, una fuerte afluencia de aire húmedo tropical de ambos océanos se combinó con la onda tropical No. 35, lo que provocó lluvias puntuales fuertes. A esto se sumó la depresión tropical No. 11 en el Golfo de México que afectó a la región con lluvias abundantes. Entre el 18 y el 25 del mismo mes, el frente frío número 7 interactuó con la afluencia de aire húmedo tropical lo que ocasiona fuertes lluvias en la región.

Basta mencionar que en los municipios Tacotalpa y Jalapa, ambos en el Estado de Tabasco, del primero al 8 de octubre llovió más de 1,100 milímetros, cuando la

media de precipitación para este periodo del año es de 695 y 524 milímetros, respectivamente. De igual forma, se manifestaron incrementos de 1.4 a 2.1 veces el promedio en otros municipios tabasqueños como Teapa, Cárdenas, Centro, Macuspana y Jalapa.

En la actualidad, sin considerar un evento extraordinario que pudiese provocar el derrame en la presa de Peñitas, la magnitud de las inundaciones en la planicie depende de:

- ü La magnitud e intensidad de la lluvia en la propia planicie, que es producto de las perturbaciones meteorológicas provenientes del Golfo de México.
- ü Los niveles del agua en las lagunas de inundación que se tienen antes de una avenida y que delimitan la capacidad de regulación en la propia cuenca.

Dentro de las atribuciones de la CNA está desarrollar infraestructura para la protección de la población y áreas industriales, productivas, comerciales y agrícolas en el Estado de Tabasco, uno de los principales problemas a resolver en la Región XI Frontera Sur es el de disminuir los riesgos de inundación

Desde el punto de vista social los beneficios son muy significativos e importantes para las diferentes zonas que están expuesta a inundaciones cada año, con la construcción de las siguientes obras hidráulicas, se mitigaran los efectos negativos de las inundaciones, el proyecto es compatible socialmente con el medio biológico, la restauración ecológica de estas áreas, y es factible con el objetivo de tener una recuperación de las comunidades naturales.

fig. 1.6 Zonas inundadas en el Centro de Villahermosa Zona Industrial en 1999

fig. 1.7 Zonas inundadas en el Centro de Villahermosa, Zona Industrial en 1999

fig. 1.8 Efectos de las Inundaciones en la Ciudad de Villahermosa

fig. 1.9 Afectaciones a la población

Tabla 1.1

Sector / Actividad Afectada	Costo del daño	
	Privado	Social
1. Sector Productivo		
Agricultura	164.88	164.88
Ganadería	335.69	335.69
Acuicultura	11.30	11.30
Forestal	1.97	1.97
Industria, comercio y servicios	149.80	149.80

2. Sector Infraestructura		
Carreteras	272.95	272.95
Incremento CGV	495.34	743.01
Energía CFE	15.49	15.49
PEMEX	38.93	38.93
Agua potable y alcantarillado	57.06	57.06
Vialidades urbanas	59.96	59.96
Infraestructura recreativa y comercial	20.48	20.48
3. Sector Social		
Viviendas	685.19	685.19
Escuelas	249.34	249.34
Unidades Médicas	25.33	25.33
Atención a la Emergencia	348.57	348.57
Interrupción servicio agua potable	39.04	39.04
TOTAL	2,971.32	3,218.99
<i>Fuente : Estimaciones realizadas por CFE con base en documentos diversos</i>		

En la tabla 1.1 se observan los sectores o actividades afectadas por las inundaciones de 1999, en donde los daños sociales ascendieron a aproximadamente 3, 219 millones de pesos de octubre de 2001.

El volumen de escurrimiento de los ríos Grijalva-Usumacinta es el mayor de las corrientes fluviales de México, cercano a los 100,000 millones m³/año. En la zona antes mencionada el agua es tan abundante que en ella se concentra la tercera parte de los recursos hidráulicos del país, esta característica hace a Tabasco el estado con mayor extensión de Humedales (zonas inundables) en el país, esto a su vez

permite el desarrollo de ocho tipos de vegetación como: Selva alta perennifolia, selva mediana subcaducifolia, selva baja perennifolia, sabana, manglar, popal, tular; vegetación secundaria de selva alta perennifolia y selva mediana subcaducifolia; tres tipos de vegetación inducida: pastizal cultivado e inducido, agricultura de temporal; cuatro tipos de hábitats acuáticos: lagunas, ríos, esteros y lagunas costeras.

Los diferentes hábitats dan las bases para una amplia biodiversidad; la flora de Tabasco cuenta con una lista de 2,200 especies, de las cuales 11 especies de fanerógamas y una especie de hongo están amenazadas. El estado contiene 26 clases de peces, 11 de anfibios, 45 de reptiles, 58 de aves y 22 de mamíferos (Flores, *et al*, 1994).

Cabe destacar el papel que las extensas zonas inundadas por el delta del Usumacinta y el Grijalva cumplen como hábitat invernal y transitorio para cientos de especies migratorias.

La biodiversidad del estado permite contar ocho Áreas Naturales Protegidas, destacando el área de

los Pantanos de Centla, considerada una de las reservas más grandes del país y la región de humedales más importante de América. En este ecosistema se refugian muchas especies en peligro de extinción como cocodrilos de pantano, nutrias, manatíes y algunos felinos.

Al mismo tiempo la riqueza de sus suelos fomenta el desarrollo de la actividad agrícola destacando el cultivo de maíz, plátano, naranja, caña de azúcar y cacao; en menor escala los cultivos de arroz, frijol, sorgo, sandía, chile, melón, café, coco, papaya y piña. Otra actividad económica importante en la zona, es la actividad petrolera, destacando en ella los poblados de Cactus, Dos Bocas, Mecocacán y Cárdenas.

Sin embargo, el crecimiento desordenado de los asentamientos humanos, de las vías de comunicación y de las actividades productivas, en especial de la ganadería extensiva, para la cual se deforestan grandes extensiones de selva; han modificado las condiciones naturales y en particular de los sistemas de drenaje (ríos, drenes y canales), incrementando los daños potenciales que las inundaciones pueden causar en el estado y en especial a su capital Villahermosa.

Los efectos por inundación en los años 1995 y 1999, fueron desastrosos, generando daños que fueron desde la afectación a la población (pérdidas humanas y

enfermedades epidemiológicas) hasta daños a la infraestructura y a la actividad económica (agropecuaria y pesquera y petrolera).

Es por ello que se diseñan obras para el control de inundaciones, cuyo objetivo es controlar los caudales del río Grijalva, principalmente frente a la ciudad de Villahermosa, con el fin de garantizar su seguridad, así como el de otras poblaciones cercanas y de las zonas agrícolas ganaderas que son susceptibles de inundarse. Controlando los excedentes a la capacidad de los ríos a través de los tres sistemas de obras: Mezcalapa-Samaria, Carrizal-Medellín y Ríos de la Sierra; analizando de manera paralela la factibilidad ambiental y cumpliendo con la legislación ambiental vigente. Asegurando la conservación, preservación y restauración de los ecosistemas y promoviendo una política de desarrollo sustentable, donde las interrelaciones sociedad-naturaleza-economía obtengan un equilibrio, a fin de evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente..

En 1997 y 1998 la CNA llevó a cabo, el estudio a nivel de **Prefactibilidad**. Dentro de este estudio, se contempló realizar la simulación matemática del comportamiento hidráulico de los principales ríos y lagunas que conforman la cuenca Grijalva-USUMACINTA.

Para la realización de este estudio, se recopiló y analizó la información topográfica existente de la zona de estudio, que fue proporcionado por CNA. Así mismo, se llevaron a cabo levantamientos topográficos de secciones transversales de los ríos donde no se tenía información. Debido a que la información existente proviene de diferentes fuentes y diferentes épocas, hubo necesidad de hacer revisiones a las referencias verticales de cada levantamiento topográfico, así como de aplicar las correcciones pertinentes a los datos extraídos de los mismos.

Con la información obtenida, se llevó a cabo la simulación matemática del comportamiento del sistema de escurrimientos de los ríos Mezcalapa-Samaria-Carrizal y parcialmente la de los ríos de la Sierra.

Debido a la necesidad de complementar la información topográfica de los ríos Samaria, Carrizal, Grijalva y Mezcalapa, así como de la zona lagunar en la parte baja del río Grijalva, el estudio a nivel factibilidad del proyecto integral de protección contra inundaciones se dividió en dos partes.

La primera parte del estudio, cuya descripción corresponde al presente informe, comprende la simulación matemática del comportamiento hidráulico de la subcuenca de los ríos de la Sierra, donde se cuenta con información topográfica

confiable. El estudio incluye el dimensionamiento a nivel factibilidad de las estructuras propuestas para el control de inundaciones.

Durante la realización de este estudio se llevó a cabo el levantamiento topográfico de las secciones transversales del río Tapaté, así como los levantamientos de bordos, caminos y de los principales puentes y alcantarillas que de alguna manera intervienen en el funcionamiento hidráulico de la cuenca de los ríos de la Sierra. Así mismo, se procesaron los datos de dichos levantamientos, de tal forma que se pudieran integrar al modelo matemático.

Concluidos los estudios a nivel de gran visión prefactibilidad y factibilidad de los ríos de la Sierra, se integró el estudio de factibilidad técnica de los tres sistemas que componen el Proyecto de protección contra inundaciones .

En la realización del estudio de factibilidad técnica se generó y recopiló información básica, la cual permitió conformar de la mejor manera posible la zona baja de la planicie y la zona en donde se ubican algunas de las obras de aguas arriba, y en especial de la zona cercana a la ciudad de Villahermosa, donde se proyectaron los bordos de protección (obras de emergencia) construidos durante el año 2000.

Por otro lado cabe mencionar que de las 24 obras contempladas en el esquema general de obras del Proyecto Integral en referencia una sola de estas cuenta con el proyecto ejecutivo ya que la demanda de necesidades que tiene esta obra por proteger el poblado de Macayo contra inundaciones, por estas características esta obra se ha anticipado al resto del proyecto integral.

Otro aspecto de relevancia al Proyecto Integral es la construcción de bordos de emergencia (61 obras) en la zona circundante a la ciudad de Villahermosa , estas obras fueron construidas debido a las grandes afectaciones que causaron las avenidas extraordinarias de ocurrencia en el año 1999, por lo cual fue considerada su construcción con el carácter de emergente.

I.6 OBJETIVO.

La evaluación de impacto ambiental al proyecto contra inundaciones en la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta, tiene como objetivo fundamental brindar información a los decisores que les permita conocer las consecuencias ambientales de cada una de las actividades a desarrollar.

El proceso de identificar, predecir y evaluar los impactos ambientales de una actividad y conocer su relevancia, ayudará a tener los factores necesarios para generar un criterio de evaluación, que permita definir la viabilidad, cambios y alternativas para un proyecto y optimizar su planeamiento y su eficaz resultado.

Se considera el uso de técnicas que respaldarán los resultados que se obtengan. La identificación de impactos ambientales consiste en caracterizar todos los cambios operados en el medio, se requiere que al realizar esta evaluación se determinen las importantes relaciones causa-efecto entre las actividades y los valores o elementos ambientales.

Se considerarán los factores por los cuales se puede identificar los impactos ambientales que son :

- Ü Naturaleza : tipo de cambio impuesto al ambiente debido a la actividad
- Ü Extensión espacial: área o volumen donde los cambios son detectables
- Ü Intensidad: medida del cambio ocasionado al ambiente debido a la actividad (puede medirse o estimarse por medio de número de especies o individuos afectados, concentración de algún contaminante, índices de erosión, tasas de mortalidad, etc.)
- Ü Duración: período de tiempo durante el cual los cambios serán detectables en el ambiente
- Ü Reversibilidad: posibilidad del sistema para retornar a sus condiciones ambientales iniciales, una vez que el impacto se ha producido
- Ü Retardo: Tiempo transcurrido entre el momento que las actividades se realizan y el momento en que ocurre el impacto

De igual manera se considerará la distinción entre los impactos:

- Ü Impacto Directo: es un cambio en componente ambiental que resulta de la interacción directa causa-efecto entre el ambiente expuesto y una actividad

- Ü Impacto Indirecto: es un cambio en un componente ambiental que resulta de la interacción entre el ambiente expuesto y otros impactos directos o indirectos

- Ü Impacto acumulativo: es el impacto combinado de actividades pasadas, presentes o razonablemente previsibles, estas actividades pueden superponerse en tiempo y/o espacio, y pueden ser aditivas o interactivas/ sinérgicas

Con estos criterios se pretende proporcionar a la evaluación de los impactos, realidad, certeza,

vigilancia, para determinar su interacción con el ambiente y observar su viabilidad ecológica.

El “*Proyecto integral de protección contra inundaciones en la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta*” propuesto por la CNA se ha determinado a través de varias etapas de desarrollo, por mencionar :

- *Estudio de Gran Visión*
- *Estudio de Prefactibilidad*
- *Estudio de factibilidad técnica*
- *Obras de emergencia*

Donde se han considerado la viabilidad técnica, económica y ambiental (dimensiones de las obras, áreas de afectación, beneficios directos, entre otros) de cada una de las 24 obras, estos factores han establecido los criterios necesarios para evaluar su implementación proporcionándole al proyecto de forma más real un uso más eficiente y duradero.

Las evaluaciones consideradas y las que se estén por realizar sin duda alguna forman parte de las herramientas imprescindibles, que facilitan la toma de decisiones de vital importancia para un proyecto de esta índole y de la calidad que se pretende.

El costo económico de las obras ha sido determinante, 1,802 millones de pesos para un período de retorno de 50 años, al momento de priorizar la implementación de las obras, así mismo la carencia de datos históricos de inundación y velocidades de escurrimiento determinan aspectos técnicos encaminados a optimizar la dimensión de las obras, se planteo con la necesidad de continuar con trabajos de campo que proporcionarían la certidumbre necesaria para diseñar y dimensionar el proyecto de forma confiable, de igual forma continuará el análisis de las diferentes alternativas de inversión para determinar la obra y el tamaño óptimo que maximiza la rentabilidad esperada del proyecto.

La factibilidad ambiental del proyecto es parte esencial para el desarrollo de este proyecto ya que este análisis ha determinado la integración o la eliminación de

obras en el proyecto desde su concepción original, al respecto se ha realizado la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, donde se realizó la evaluación del proyecto a nivel sistema tomando en cuenta los efectos al ambiente desde las obras propuestas en la zonas altas del Estado hasta su planicie, y el efecto sinérgico que por consecuencia se suscita.

CAPITULO II

DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA PROYECTADA

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Generalidades del Proyecto.

II.1.1 Naturaleza del Proyecto.

La zona de influencia del proyecto es afectada por fenómenos meteorológicos, (*fig.2.1*) de gran magnitud y frecuencia

Fig. 2.1 Ciclonés y eventos extraordinarios severos inciden en la cuenca de ríos Grijalva .Usumacinta.

Así mismo, el cambio del uso del suelo, la intensa deforestación y la erupción del volcán Chichonal en 1982 han incrementado la erosión de los terrenos, aumentando el aporte de sedimentos, y propiciando el asolvamiento de diversos tramos de los ríos, lo que reduce su capacidad hidráulica. (*fig.2.1*)

Los factores físicos descritos, aunados al desarrollo desordenado de los asentamientos humanos, de las vías de comunicación y de las actividades productivas, han modificado las condiciones naturales del sistema de drenaje (ríos, drenes y canales), incrementando los daños potenciales de las inundaciones por ello , durante las épocas de lluvia, se ocasionan grandes problemas, lo que hace necesario contar con una infraestructura adecuada para el drenado eficiente y el

control de las aguas desbordadas, que a su vez permita un mejor aprovechamiento, tanto del agua excedente como de los terrenos económicamente productivos.

Fig . 2.2. Algunas de las consecuencias producidas por la exhalación de cenizas del volcán Chichonal en 1982.

1.1 Naturaleza del Proyecto.

El proyecto ha realizar consiste en la construcción de 61 Obras de emergencia y de 24 Obras Hidráulicas concebidas de acuerdo al desarrollo de cada una de las etapas del Proyecto Integral contra Inundaciones (*Gran Visión, Prefactibilidad y Factibilidad*).

Las obras contempladas en el Proyecto Integral son principalmente de tres tipos

- > *Bordos*
- > *Canales*
- > *Estructuras de Control*

BORDOS

Se adoptaron tres tipos de bordo: bordo nuevo con ancho de corona de 3 m; bordo nuevo con ancho

de corona de 7 m que puede ser utilizado como camino; y bordo habilitado a partir de la sobre elevación de caminos existentes.

CANALES

Para estas obras se

consideraron tres tipos: canal con retiro de material producto de la excavación; canal con formación de bordos en ambas márgenes, utilizando el material producto de la excavación; y corte de material para rectificación de cauces.

ESTRUCTURAS DE CONTROL

Este tipo de obra tiene como función la de controlar los gastos que escurren en una sección de río a través de la operación de compuertas radiales que fueron dimensionadas, en forma preliminar, en función del tirante máximo y del número de las mismas que se requiere para cubrir la totalidad del ancho del río.

El proyecto integral presenta un esquema general de obras que por su localización geográfica esta dividido en tres sistema sistemas (*ver tabla 2.1 y fig. 2.3*)

- > *Sistema Mezcalapa Samaria*
- > *Sistema Ríos de la Sierra*
- > *Sistema Carrizal Medellín*

SISTEMA	CLAVE	NOMBRE
	<i>Mp1</i>	<i>Estructura sobre el Río Carrizal</i>
	<i>Mp2</i>	<i>Bordo Empotramiento Macayo</i>
	<i>Mp2</i>	<i>Bordo de Empotramiento Carrizal M.D.</i>
MEZCALAPA-SAMARIA	<i>Mp3</i>	<i>Cauce piloto Sam – Golfo, hasta el Mango y San Cipriano</i>
	<i>Mp3</i>	<i>Cauce piloto Sam – Golfo, hasta Oxiacaque</i>
	<i>Mp3</i>	<i>Bordo derecho del cauce alivio Samaria – Golfo, hasta el Mango y San Cipriano</i>
	<i>Mp3</i>	<i>B.D. del cauce de alivio Samaria – Golfo, desde El Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque</i>
	<i>Mp3</i>	<i>Modificación de puentes Samaria I y II</i>
	<i>Mp3</i>	<i>Modificación de puentes vía corta, el Mango y San Cipriano</i>
	<i>Mp4</i>	<i>Drenes Samaria –Golfo M.D. , Hasta el Mango y San Cipriano</i>
	<i>Mp4</i>	<i>Drenes Samaria –Golfo M.D. , desde el Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque</i>
	<i>Sp1</i>	<i>Bordo Gaviotas</i>
	<i>Sp1</i>	<i>Bordo Aeropuerto</i>
	<i>Sp1</i>	<i>Bordo Parrilla (sobreelevación camino)</i>
	<i>Sp1</i>	<i>Bordo Playas del Rosario M. I.</i>
RIOS DE LA SIERRA	<i>Sp2</i>	<i>Estructura de control sobre el Río Pichucalco</i>
	<i>Sp3</i>	<i>Estructura de control sobre el río la Sierra</i>
	<i>Sp8</i>	<i>Bordo Margen Izquierda río Grijalva</i>
	<i>Sp6</i>	<i>Bordo Astapa – Pueblo Nuevo</i>
	<i>Sp6</i>	<i>Bordo Jalapa - Astapa</i>
	<i>Sp6</i>	<i>Bordo Camino a San Isidro</i>
	<i>Sp6</i>	<i>Bordo Playas del Rosario - Huasteca</i>

**OBRAS DEL PROYECTO INTEGRAL DE PROTECCIÓN
CONTRA INUNDACIONES EN LA PLANICIE DE LOS RÍOS
GRIJALVA Y USUMACINTA**

	<i>Cp1</i>	<i>Rectificación Río Medellín – Jolochero 1ª parte</i>
	<i>Cp1</i>	<i>Rectificación Río Medellín – Jolochero 2ª parte</i>
CARRIZAL-MEDELLIN	<i>Cc2</i>	<i>Dren Victoria Bordos y Canales 2ª parte</i>
	<i>Cc2</i>	<i>Dren Victoria Bordos y Canales 1ª parte</i>

Esquema de las 24 obras propuestas en la etapa de factibilidad para el Proyecto Integral contra Inundaciones

En el esquema anterior se contabilizan un total de 26 obras, mencionando con anterioridad que el proyecto integral consta de 24, ya que 2 obras comprenden 1ª y 2ª etapa (*Cp1* y *Cc2*)

Para la descripción de cada una de las obras se presenta una ficha técnica donde se resaltan características muy específicas por mencionar:

- ü Objetivo del sistema
- ü Consideraciones generales de diseño
- ü Descripción de la obra
- ü Funcionamiento
- ü Requerimientos para su construcción
- ü Beneficios
- ü Dimensionamiento
- ü Volúmenes de obra
- ü Costo de la obra

Estructura de control del Río Carrizal

Bordo Macayo

Bordo M.D. del Río Carrizal

Cauce piloto Samaría – Golfo, hasta el Mango y San Cipriano

Cauce Samaría – Golfo Hasta Oxiacaque.

Bordo derecho del cauce de alivio Samaría –Golfo, hasta el Mango y San Cipriano

Bordo derecho del cauce de alivio Samaría –Golfo, desde el Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque.

Modificación de puentes Samaría I y II

Modificación de puentes Vía corta, El Mango y San Cipriano
Drenes Samaría – Golfo M.D. hasta el Mango y San Cipriano

Drenes Samaría – Golfo M.D. desde el Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque.

Sistema Mezcalapa - Samaría

Bordo Gaviotas

Bordo Aeropuerto

Bordo Parrilla (sobre elevación de camino)

Bordo playas del Rosario M.I.

Estructura de control sobre el Río Pichucalco

Estructura de control sobre el Río la Sierra

Bordo Margen I. Río Grijalva

Bordo Astapa – Pueblo Nuevo

Bordo Jalapa - Astapa

Bordo camino a San Isidro

Bordo playas del Rosario - Huasteca

Sistema Ríos de la Sierra

Rectificación Río Medellín – Jolochero 1ª y 2ª etapa

Dren Victoria Bordos y Canales 1ª y 2ª parte

Sistema Carrizal - Medellin

En acuerdo con los objetivos planteados en el estudio de factibilidad técnica para el Proyecto Integral, uno de los más importantes es el **jerarquizar la ejecución del proyecto de acuerdo al costo y factibilidad de su construcción y al beneficio que ofrecen dentro del sistema de regulación de avenidas.**

OBRAS DE EMERGENCIA

Las lluvias torrenciales iniciadas el 4 de octubre de 1999, que afectaron la cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta en donde se registraron por lo menos cuatro fenómenos climatológicos extremos de varios días de duración, que provocaron lluvias muy intensas, casi continuas, cuya magnitud no tiene antecedentes en los últimos 47 años en esa región del sureste mexicano.

Las precipitaciones de septiembre de 1999 en territorio tabasqueño fueron 157 por ciento arriba de lo normal, y 188 por ciento superior al promedio histórico en octubre del mismo año, provocando el desbordamiento de ríos en las partes bajas de la entidad y la inundación de grandes extensiones, como fue el caso de la ciudad de Villahermosa (*fig. 2.10*), que resultó gravemente afectada.

Figura 2.10 Malecón de la ciudad de Villahermosa gravemente afectado por las lluvia en el año de 1999

La lluvia promedio en Tabasco durante septiembre fue de 535 milímetros, cuando la media de precipitación normal es de 363.5 milímetros. En tanto que en octubre el promedio acumulado fue de 676 milímetros de lluvia, casi dos veces mayor que el normal, que es de 346.4 milímetros.

Figura 2.11

Figura 2.12

Figura 2.13

Los daños ocasionados por las lluvias se presentaron principalmente en la ciudad de Villahermosa, Tabasco

Daños en la zona afectada.

Los efectos por causa de las inundaciones se cuantifican en los siguientes rubros:

- > Pérdida de vidas humanas
- > Enfermedades epidemiológicas

- > Daños a la infraestructura urbana
- > Perdidas en el sector agropecuario y pesquero
- > Otros no cuantificables por la interrupción de la actividad productiva.
- > 17 Municipios afectados
- > 920 Localidades
- > 74, 237 Familias
- > 56, 411 Damnificados
- > años por arriba de los 2, 500 millones de pesos.

Razón por la cual se toma la decisión por parte de las autoridades competentes para la construcción de 61 obras en la periferia de la ciudad de Villahermosa, Tabasco, con carácter de emergente y para la prevención de posteriores eventos en la zona.

Se realiza un campaña de mediciones para la obtención de los hidrogramas necesarios para la recavación de los datos que servirán de insumos para la elaboración de los modelos de simulación y así diseñar las obras necesarias con las características adecuadas para la zona

En los siguientes diagramas (*Figs. 2.15, 2.16, 2.17, 2.18 y 2.19*) se presentan algunas de las características obtenidas para cada una de las opciones resultantes de los estudios antes mencionados, así como la elección final de las obras que se realizaron.

En la tabla 2.2 se presenta una relación de las 61 obras contempladas y plano de localización (*fig.2.26*).

M.D. BORDOS CORRIDOS

M.I. HASTA EL PUENTE LOS MONOS

0
0.00
0.00
0.00

M.I. Carrizal (Camino)

M.I. Medellín

19 958
1.19
0.47
5.80

M.D. Grijalva

	MÁXIMA PROMEDIO	
		0.00
		0.98
		0.93
		0.99
	ALTURA VOLUMEN (m ³)	
M.I. Carrizal (Bordos)		219 539
	TOTAL	0.00
M.D. Medellín		27 467
		1.60
		4.53
M.I. Grijalva		63 258
		1.87
		10.32
		109 156
		1.66
		18.74
M.D. Carrizal		
	LONGITUD (km) BORDO	
		0.00
		0.00
CANTIDADES DE OBRA		
Opción b		
M.D. BORDOS CORRIDOS		
M.I. HASTA EL PUENTE TIERRA COLORADA I		11 139

M.I. Carrizal (Camino)

0.52
0.36
5.21

M.I. Medellín

17 104
1.20
0.47
5.80

M.D. Grijalva

MÁXIMA
PROMEDIO

0.00
1.00
1.03
1.08

ALTURA
VOLUMEN
(m³)

M.I. Carrizal (Bordos)

256 801

TOTAL

0.00

M.D. Medellín

27 803
1.60
4.53

M.I. Grijalva

71 084
2.05
10.32
129 679

M.D. Carrizal

LONGITUD
(km)
BORDO

1.84
19.18

0.00
0.00

CANTIDADES DE OBRA
Opción c

M.D. BORDOS CORRIDOS
M.I. HASTA EL PUENTE MEDELLÍN

8 658
0.77
0.35
6.45

M.I. Carrizal (Camino)

10 869
0.96
0.69
3.71

M.I. Medellín

27 642
1.26
0.54
5.80

M.D. Grijalva

MÁXIMA
PROMEDIO

0.79
1.08
1.20
0.87

ALTURA

	VOLUMEN (m ³)	
M.I. Carrizal (Bordos)		333 973
	TOTAL	2.81
M.D. Medellín		38 737
		1.65
		4.53
M.I. Grijalva		81 502
		2.16
		11.12
		146 518
		1.96
		22.72
M.D. Carrizal	LONGITUD (km) BORDO	
		0.79
		10 467
		CANTIDADES DE OBRA
		Opción d
RECTIFICACIÓN DEL RÍO MEDELLÍN		
M.D. BORDOS CORRIDOS		
M.I. HASTA EL PUENTE LOS MONOS		61 228
		1.87
		0.97
		10.32
M.I. Carrizal (Bordos)		0
		0.00

M.I. Carrizal (Camino)

0.00

0.00

M.I. Medellín *

15 465

1.15

0.43

5.80

M.D. Grijalva

MÁXIMA
PROMEDIO

0.93

0.90

ALTURA
VOLUMEN
(m³)

346 090

TOTAL

25 846

1.56

4.53

M.I. Grijalva

104 884

1.66

18.74

M.D. Carrizal

LONGITUD
(km)
BORDO

138 667

* Volumen de corte = 809 130 m³

15.01

M.D. Medellín *

CANTIDADES DE OBRA Opción e

RECTIFICACIÓN DEL RÍO MEDELLÍN

M.D. BORDOS CORRIDOS

M.I. HASTA EL PUNTE TIERRA COLORADA I

68 315
2.03
1.04
10.316

M.I. Carrizal (Bordos)

10 129
0.48
0.29
5.211

M.I. Carrizal (Camino)

M.I. Medellín *

138 667

15.01

M.D. Medellín *

15 555
1.15
0.43
5.80

M.D. Grijalva

MÁXIMA
PROMEDIO

0.94
1.02

ALTURA
VOLUMEN
(m³)

382 113

TOTAL

25 943

1.56

4.525

M.I. Grijalva

123 504

1.82

18.736

M.D. Carrizal

LONGITUD
(km)
BORDO

* Volumen de corte = 809 130 m³

Figura 2.15

Figura 2.16

Figura 2.17

Figura 2.18

Figura 2.19

CANTIDADES DE OBRA
Opción a

A continuación se presentan en las fig. 2.20 -2.24 graficas de algunas de las construcciones de los bordos implementados en este programa de emergencia.

**CONSTRUCCIÓN
DE
BORDOS**

Figura 2.20

Figura 2.21

Figura 2.22

Figura 2.23

Figura 2.24

Figura 2.24

PUNTOS DE REGISTRO DE NIVELES

Figura 2.25

Tabla 2.2 Obras de Emergencia para Proteger a la Ciudad de Villahermosa y sus poblados aledaños

CLAVE	INICIO DE CONSTRUCCIÓN	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	OBJETIVO
TAB/002/2000	21/03/00	90 Días.	Desazolve por medio de dragado de succión en el río Samaria
TAB/003/2000	04/04/00	85 días	Construcción de un muro en la margen derecha del Carrizal
TAB/004/2000	04/04/00	90 días	Desazolve del río Medellín.
TAB/005/2000	04/04/00	60 días	Rehabilitación y construcción de bordos Puente la Pigua
TAB/006/2000	23/03/00	90 días	Construcción de un bordo de protección en la Colonia Armenia
TAB/007/2000	08/03/00	78 días	Construcción de bordo de protección en la Ciudad Industrial
TAB/008/2000	04/04/00	90 días	Construcción de bordo de protección en el río Mezcalapa
TAB/009/2000	04/04/00	90 días	Construcción de bordos de protección en el río Carrizal.
TAB/010/2000	04/04/00	90 días	Rehabilitación del Bordo de Protección Oxiacaque y Dos Ceibas
TAB/011/2000	04/04/00	90 días	Construcción de bordos perimetrales margen izquierdo Río Mezcalapa
TAB/012/2000	23/03/00	90 días	Construcción bordo margen izquierda Río Carrizal
TAB/013/2000	04/04/00	106 días	Construcción de muro en los malecones de ambas margenes del río Grijalva
TAB/014/2000	08/03/00	75 días	Construcción muro de protección margen derecha del río Carrizal Tramo glorieta de Abanicos-Puente Los Monos.
TAB/015/2000	08/03/00	78 días	Construcción de bordo y muro de protección margen derecha río Carrizal, tramo los Monos-Carcamo-Sapaet.
TAB/016/2000	23/03/00	60 días	Construcción de bordo-protección margen derecha río Carrizal, tramo La Pigua-Arco Noreste.
TAB/017/2000	04/04/00	60 días	Sobreelevación de camino margen izquierda río Grijalva, Col. Casa Blanca
TAB/018/2000	04/04/00	85 días	Construcción marginal río Carrizal Ria. Nicolas Bravo
TAB/019/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal, margen izquierda río Mezcalapa, tramo paso El Mastelero
TAB/020/2000	08/03/00	75 días	Protección marginal, margen izquierda río Carrizal, tramo Bosques de Saloyo, Mpio Nacajuca.
TAB/021/2000	04/04/00	60 días	Bordo Zapotes y perimetral aereopuerto.
TAB/022/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal margen derecha río Carrizal Col. El Espejo.
TAB/023/2000	08/03/00	78 días	Muro de protección margen derecha río Grijalva Col. La Manga
TAB/024/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal margen izquierda río Mezcalapa Col. El Panteón
TAB/025/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal margen izquierda río Carrizal Ria. Anacleto Canabal. 1era Sección
TAB/026/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal margen izquierda río Carrizal Ria. Anacleto Canabal. 2daSección
TAB/027/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal margen izquierda río Carrizal Ria. Platano y Cacao 2da Sección
TAB/028/2000	04/04/00	75 días	Protección margen derecha río Mezcalapa tramo San Manuel
TAB/029/2000	04/04/00	75 días	Protección margen izquierda río Mezcalapa tramo Centro de Convivencia
TAB/030/2000	08/03/00	78 días	Prolongación del espigón margen derecha río Mezcapala Ria. Macayo y Naranja 3era Sección
TAB/031/2000	04/04/00	60 días	Protección marginal río Usumacinta, Mpio Jonuta
TAB/032/2000	04/04/00	90 días	Bordo de protección tramo Tecolutla-Tucta-Las Lomas
TAB/033/2000	04/04/00	60 días	Protección margen izquierda río Tacotalpa
TAB/034/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal derecha río Carrizal Ria Buena Vista 4ta Sección
TAB/035/2000	04/04/00	60 días	Rehabilitación bordo San José
TAB/036/2000	23/03/00	90 días	Protección Marginal izquierda río Carrizal Col. Indeco 1era etapa

Tabla 2.3 Obras de Emergencia para Proteger a la Ciudad de Villahermosa y sus poblados aledaños (Continuación)

CLAVE	INICIO DE CONSTRUCCIÓN	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	OBJETIVO
TAB/037/2000	08/03/00	78 días	Bordo y Muro de protección margen derecha río Carrizal Col Asunción Castellanos, tramo puente Tierra Colorada- La Pigua.
TAB/038/2000	04/04/00	85 días	Protección marginal derecha río Carrizal e izquierda río Grijalva tramo Casablanca
TAB/039/2000	08/03/00	78 días	Prolongación de espigones margen izquierda y derecha río carrizal Ria Macayo y Naranjo, 3era Sección
TAB/040/2000	08/03/00	45 días	Protección marginal izquierda río Carrizal R/A Corregidora Ortiz 4ta Sección
TAB/041/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal izquierda Ria. Corregidora Ortiz 3era Sección
TAB/042/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal derecha río Grijalva Col. Gaviota Sur.
TAB/043/2000	04/04/00	75 días	Protección marginal izquierda río Carrizal Ria. González 4ta Sección.
TAB/044/2000	08/03/00	75 días	Protección marginal izquierda río Carrizal Ria. Emiliano Zapata
TAB/045/2000	04/04/00	60 días	Protección marginal derecha río Carrizal El Cedro
TAB/047/2000	08/03/00	75 días	Bordo de protección tramo Tierra Colorada I y II.
TAB/048/2000	04/04/00	89 días	Rehabilitación del bordo tramo Centro Administrativo de PEMEX-Tierra Colorada Sanmarkanda
TAB/049/2000	04/04/00	60 días	Construcción a la altura Av. Luis Donald Colosio
TAB/050/2000	04/04/00	75 días	Protección Marginal derecha río Carrizal Fracc. Carrizal.
TAB/051/2000	04/04/00	60 días	Bordo tramo Tabascoop
TAB/052/2000	04/04/00	60 días	Protección marginal derecha río Carrizal Ria González 2da Sección.
TAB/053/2000	23/03/00	90 días	Protección marginal izquierda río Carrizal tramo La Choca
TAB/054/2000	04/04/00	30 días	Bordo Gaviota Sur margen derecha río Grijalva
TAB/055/2000	04/04/00	90 días	Rehabilitación del Dique Tapón.
TAB/056/2000	23/03/00	85 días	Protección marginal derecha río Carrizal Col. Pino Suárez
TAB/057/2000	04/04/00	60 días	Protección marginal derecha río Carrizal Ria. Buena Vista 1era Sección
TAB/058/2000	04/04/00	30 días	Rehabilitación del bordo San Francisco
TAB/059/2000	04/04/00	60 días	Reparación de Espigones y recubrimiento marginal Ria. Plátano y Cacao 1era Sección
TAB/060/2000	04/04/00	60 días	Reparación de Espigones y recubrimiento marginal Ria. González 1era Sección

Plano de localización de obras de emergencia

II.1.2. Objetivos y Justificación del Proyecto.

Los objetivos que determinan la realización del Proyecto Integral contra Inundaciones son los siguientes:

- › Protección Contra Inundaciones en la planicie de los Ríos Grijalva y Usumacinta
- › Recopilar, generar y analizar la información básica, tanto topográfica como hidrométrica, necesaria para conformar el modelo de la cuenca.
- › Continuar con la simulación del comportamiento hidráulico de la Planicie, tanto en condiciones actuales como con las obras propuestas, considerando los hidrogramas de las avenidas de diseño

definidos por CNA.

- > Obtener los parámetros necesarios para reproducir las condiciones que puedan presentarse en la zona.
- > Seleccionar y dimensionar a nivel factibilidad, las estructuras propuestas para el control de inundaciones.
- > Jerarquizar la ejecución del proyecto integral de acuerdo al costo y factibilidad de su construcción y al beneficio que ofrecen dentro del sistema de regulación de avenidas.
- > Estimar los niveles del agua, al considerar las diferentes propuestas de construcción de los bordos de las ciudad de Villahermosa, que la CNA requiera, ante los diferentes escenarios hidrológicos que puedan presentarse en la cuenca, de manera simultánea con una probabilidad conjunta que corresponda a un periodo de retorno de 50 años.
- > Contribuir a la difusión interinstitucional del proyecto integral y sus alcances, de acuerdo a las necesidades que establezca la CNA.

- > Recuperación de áreas productivas
- > La afectación mínima a las áreas naturales protegidas del estado de Tabasco
- > Proteger la infraestructura en la Cd. Villahermosa, Tabasco

El Proyecto integral contra inundaciones de la planicie de la cuenca de los Ríos Grijalva y Usumacinta, Desde el punto de vista conceptual ofrece varias ventajas

- Ü La construcción de las obras no interfiere con el desarrollo urbano, actual y futuro, de la zona de Villahermosa y rural en la porción norte de la misma, si no por el contrario lo favorece al extender sus beneficios acerca de 600 Km², donde puede propiciarse el desarrollo agrícola, ganadero e industrial.
- Ü Para reducir su costo, se aprovechan obras existentes, algunas de ellas inconclusas, como el cauce de alivio Samaria y el dren Victoria
- Ü También se aprovecharán algunos tramos de caminos y carreteras ya construidos, para utilizarlos como bordos longitudinales.
- Ü Con la obras propuestas no se altera la reserva de los pantanos de Centla.
- Ü Su construcción implica técnicas de uso común en la región, y puede realizarse en diferentes frentes de trabajo independientes.

Por otro lado un aspecto importante es el contemplar el daño ambiental, ya que esta zona está considerada en el sureste mexicano como una de las zonas prioritarias de desarrollo del país de acuerdo con los planes de desarrollo federales y estatales, así como municipales, manejando así un desarrollo sustentable, conciliando estos dos aspectos de gran importancia el ambiental y el económico.

Dentro del desarrollo económico un aspecto importante que sin duda alguna ha sido afectado con la incidencia directa de las inundaciones es la actividad agropecuaria. (ver Fig. 2.27)

INCREMENTO DE SUPERFICIE AGROPECUARIA

* Valores estimados al considerar las condiciones promedio en la cuenca, y las áreas parcialmente siniestradas.

** Se conservan los patrones de cultivo y no se mejora la tecnología.

*** Se mejora la tecnología.

Fuente: SAGAR 1996

INCREMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Fig. 2.27 Uno de los grandes beneficios es el incrementar la producción agropecuaria en la zona de influencia de las inundaciones

INCREMENTO EN EL RENDIMIENTO Rendimiento (ton/ha)

Maíz
Cacao
Pastizales
Papaya
Plátano

Fig. 2.28 Fuente : Informe de Factibilidad Depto. Hidráulica, C.F.E.

Otros aspectos de gran importancia dentro de los beneficios a la zona de influencia son:

- > Aprovechar áreas protegidas para el desarrollo agrícola y ganadero
- > Evitar la ubicación descontrolada y determinar lugares seguros para nuevos asentamientos humanos
- > Consolidar el marco regulador para las vías de comunicación y otras obras de infraestructura, para que no interfieran con el drenaje natural de la cuenca

La protección a poblaciones como prioridad ha determinado, la recuperación y establecimiento de nuevas actividades económicas alternativas, sin pasar por alto el cuidado y la menor afectación al medio ambiente manejando así el concepto del desarrollo sustentable lo que presenta una gran viabilidad a la realización del proyecto integral contra inundaciones quedando con lo anterior

plenamente justificado.

1.3 Inversión Requerida.

De acuerdo con las proyecciones realizadas se estiman los costos correspondientes para cada una de las obras hidráulicas consideradas en el proyecto integral en su etapa de factibilidad en Noviembre del 2000, así como un programa de inversión a 12 años por cada uno de los tres sistemas y el proyecto integral (tabla 2.6, 2.7, 2.8, 2.9). Se presenta la inversión requerida, con la paridad al dólar debidamente referenciada ala cotización actual de la divisa norte americana. (tabla 2.4, 2.5).

Inversión.

Gran total.	\$ 1 , 735.88*
	<i>Inversión requerida para el Proyecto en su etapa de Factibilidad en Septiembre del 2002 en pesos mexicanos.</i>
	<i>*Millones de pesos</i>

Gran total.	\$ 1 , 745.948*
	<i>Inversión requerida para el Proyecto en su etapa de Factibilidad en Septiembre del 2002 en dólar americano.</i>
	<i>* USD</i>

TABLA DE INVERSIÓN POR OBRA.

SISTEMA	CLAVE	NOMBRE	
	Mp1	Estructura sobre el Rio Carrizal	68.66
	Mp2	Bordo Empotramiento Macayo	13.79
	Mp2	Bordo de Empotramiento Carrizal M.D.	5.86
MEZCALAPA-SAMARIA	Mp3	Cauce piloto Sam – Golfo, hasta el Mango y San Cipriano	37.00
	Mp3	Cauce piloto Sam – Golfo, hasta Oxiacaque	92.00
	Mp3	B.D. del cauce de alivio Samaria – Golfo, Hasta El Mango y San Cipriano	142.05
	Mp3	B.D. del cauce de alivio Samaria – Golfo, desde El Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque	59.56
	Mp3	Modificación de puentes Samaría I y II	100.00
	Mp3	Modificación de puentes via corta, el Mango y San Cipriano	10.0
	Mp4	Drenes Samaria –Golfo M.D. , Hasta el Mango y San Cipriano	62.00
	Mp4	Drenes Samaria –Golfo M.D. , desde el Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque	55.00
			645.92
	Sp1	Bordo Gaviotas	102.00
	Sp1	Bordo Aeropuerto	62.61
	Sp1	Bordo Parrilla (sobreelevación camino)	59.48

• MILLONES DE PESOS

COSTOS A SEPTIEMBRE DEL 2002, SIN IVA

Por otro lado la obra denominada en el Proyecto Integral "Mp2

	Sp1	Bordo Playas del Rosario M. I.	119.67	Macayo”
RIOS DE LA SIERRA	Sp2	Estructura de control sobre el Río Pichucalco	21.26	
	Sp3	Estructura de control sobre el río la Sierra	49.53	
	Sp8	Bordo Margen Izquierda río Grijalva	52.25	
	Sp6	Bordo Astapa – Pueblo Nuevo	4.48	
	Sp6	Bordo Jalapa - Astapa	12.31	
	Sp6	Bordo Camino a San Isidro	26.83	
	Sp6	Bordo Playas del Rosario - Huasteca	2.54	
			512.96	
	Cp1	Rectificación Río Medellín – Jolochoero 1ª parte	221.00	
	Cp1	Rectificación Río Medellín – Jolochoero 2ª parte	134.00	
CARRIZAL-MEDELLIN	Cc2	Dren Victoria Bordes y Canales 2ª parte	112.00	cuenta
	Cc2	Dren Victoria Bordes y Canales 1ª parte	110.00	con
			577.00	“Proyecto
		INVERSIÓN TOTAL *	1,735.88	Ejecutivo”
				de

la cual a continuación se realiza la siguiente descripción.

Mp2 Macayo.

ANTECEDENTES

En 1998 la Comisión Nacional del Agua (CNA) decidió efectuar estudios y proyectos de protección de fallas marginales en los ríos de la planicie Grijalva y Usumacinta. La finalidad de estos proyectos es proteger las zonas de falla con un alto grado de erosión, en especial donde peligran poblaciones o carreteras.

Dentro de estos sitios se consideró prioritario realizar el proyecto para la falla localizada en la margen derecha del río Samaria, a la altura del poblado Macayo 2da. Sección, Chiapas.

Por lo cual la citada institución se da a la tarea de realizar los convenios necesarios para realizar :

“ANTEPROYECTO Y PROYECTO EJECUTIVO DEL BORDO DE EMPOTRAMIENTO (Mp2) DE LA ESTRUCTURA DE CONTROL SOBRE EL RÍO CARRIZAL CON EL BORDO DERECHO DEL CAUCE DE ALIVIO SAMARIA-GOLFO, UBICADO EN LA MARGEN DERECHA DEL RÍO SAMARIA, A LA ALTURA DEL POBLADO DE MACAYO 2da SECCIÓN, CHIAPAS” con la finalidad de resolver el problema de erosión marginal e inundaciones en dicha comunidad (*Ver plano 2.3.1. Anexo 2.3*)

El bordo de empotramiento Mp2, servirá de apoyo a la estructura de control Mp1 (estructura sobre el río Carrizal), dará continuidad al bordo derecho del cauce de alivio Samaria - Golfo y protegerá un área susceptible de inundarse entre el río Samaria y el bordo Samaria - Zavala.

En el presente estudio se analiza la posibilidad de conjugar las obras de empotramiento Mp2 y la protección a la zona de falla marginal, puesto que las dos se ubican en la misma zona. Así, en el anteproyecto se estudió la posibilidad de diseñar una obra donde se le dé solución a los dos problemas presentados.

LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El proyecto en estudio se localiza en extremo del estado de Chiapas, aproximadamente a 10 km en línea recta al este de la ciudad de Cárdenas, Tabasco, en la margen derecha del río Samaria.

El acceso a la zona del proyecto es mediante la carretera federal 180, en el tramo Cárdenas - Villahermosa, pasando el puente Samaria donde se localiza el entronque con el bordo Samaria - Zavala, en el cual, a un kilómetro aproximadamente, se desvía el camino de acceso al poblado de Macayo.

Figura 2.29

El trazo del bordo de empotramiento inicia en el camino de acceso a la localidad de Macayo 2da. Sección, Chiapas, continúa por el mismo desviándose hasta encontrar la margen derecha del río Samaria, siguiendo de manera paralela el curso del río hacia aguas arriba para encontrarse con el mismo camino que cruza por el pueblo hasta llegar a la margen izquierda del río Carrizal, 2 kilómetros aguas abajo de su bifurcación del río Mezcalapa (ver figura 2.29).

Se realizó el anteproyecto con la información que proporcionó la CNA. Consistió en identificar alternativas de solución para el trazo del bordo y hacer la comparación costo - beneficio para identificar la alternativa que represente el mejor beneficio en la solución del proyecto.

Una vez identificada la alternativa de solución definitiva, se realizaron los estudios de ingeniería básica (Topografía, Hidrología, Geotecnia, y Hidráulica). Con estos estudios se diseñaron las obras necesarias para la construcción del bordo Mp2.

Se determinaron la geometría, dimensionamiento y ubicación de las secciones de proyecto y los diferentes materiales de construcción, con lo que se determinaron los volúmenes de proyecto.

Para la realización del presente estudio se requirió información para ubicar en planta la zona de interés, proyectar las alternativas de solución del anteproyecto, así como un levantamiento topobatimétrico del río Samaria para conocer la configuración del cauce.

En la realización del proyecto ejecutivo se conformó detalladamente la margen con falla, la batimetría del fondo del río y secciones transversales a cada 20 metros del trazo del bordo de protección al poblado de Macayo 2da. Sección.

Los trabajos de campo, en especial de Topografía y Geotecnia, se realizaron utilizando equipo sofisticado para su realización, lo que permitió obtener información confiable y precisa. Los trabajos de Hidráulica se realizaron con la utilización de equipo y programas de computo especializados.

DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Para definir el mejor trazo del bordo se plantearon tres alternativas a nivel de anteproyecto, las cuales se describen a continuación:

§ **ALTERNATIVA 1.** (Véase figura 2.30) El bordo inicia por el camino de acceso al poblado de Macayo 2da Sección, Chis., desviándose antes de la entrada al poblado para seguir por la margen derecha del

río Samaria. El trazo se introduce al cauce del río en un tramo de 800 metros de longitud y continúa por el camino que va al río Carrizal (donde se ubicará la estructura de control Mp1) aguas abajo de la bifurcación del río Mezcalapa.

Para la construcción del bordo en terreno seco se determinó una sección tipo y otra cuando el trazo se localice dentro del cauce del río.

En el ámbito de protección marginal, la alternativa 1 contempla la construcción de 10 espigones, 5 en la entrada de la curva y los otros 5 al final de la misma. En la parte central de la curva la parte del bordo que se introduce al río protege la falla.

Entre las ventajas que presenta esta alternativa es que se aprovecha el trazo del camino, cuya nivel de terreno natural, en parte, es mas alto que la rasante del proyecto del bordo, reduciendo el volumen para formar el terraplén. En cuanto a sus desventajas, destaca la necesidad de indemnizar los predios que en este trazo se encuentran entre el bordo y la margen derecha del río.

Figura 2.30

Figura 2.30.1

§ **ALTERNATIVA 2.** (Véase *Figura 2.31*) Bordo por el camino de acceso al poblado de Macayo, continuando por el pueblo dividiéndolo en dos partes, sale por la parte sureste del poblado y continúa por el camino que llega al río Carrizal (donde se ubicará la estructura de control Mp1)

aguas abajo de la bifurcación con el río Mezcalapa.

En este caso se determinó una sola sección tipo para la construcción del bordo, la sección es bordo en tierra (*Ver figura 2.31*).

La protección marginal en esta alternativa comprende la construcción de 12 espigones a todo lo largo de la curva de falla.

En esta alternativa es mayor el área a indemnizar, principalmente la parte del poblado que queda entre el bordo y el río. El nivel del terreno natural, con respecto a la rasante del proyecto, es casi el mismo, por lo que el volumen del terraplén es menor, comparado con las otras alternativas .

Figura 2.31

§ **ALTERNATIVA 3.** (*Véase figura 2.32*) Bordo por la margen derecha del río Samaria, en la zona de falla de Macayo. A la altura del poblado, el bordo sigue el trazo de la alternativa 1, en su tramo por el río, para continuar por el camino que llega al río Carrizal (donde se ubicará la estructura de control Mp1) aguas debajo de la bifurcación con el río Mezcalapa.

La protección de la zona marginal en esta alternativa se contempla en el inicio de la curva de falla, con la construcción del bordo por la margen derecha donde el talud patea hacia el fondo del río. En la parte central de la curva el bordo se introduce en el río y para la parte final de la curva se contemplan

5 espigones.

Se determinó una sección tipo para la construcción del bordo en terreno seco y otra cuando el trazo se localice dentro del río .

En esta alternativa se tienen pocas hectáreas por indemnizar puesto que el trazo del bordo corre paralelamente al río Samaria.

Figura 2.32

Figura 2.32.1

También se realizó un análisis comparativo de los costos de las alternativas, considerando los volúmenes de secciones extraídas de la topografía preliminar y por precios unitarios estimados, proporcionados por la CNA.

De este análisis se desprendió que:

Alternativa 1.- El trazo del bordo en esta alternativa afecta una gran zona de tierra que queda expuesta a inundarse, que se tendría que indemnizar.

Alternativa 2.- El trazo del bordo para esta alternativa afecta la población por que parte al pueblo en dos, lo implicaría reubicar un gran número de casas (7 hectáreas de población), e indemnizarían aproximadamente 30 hectáreas de producción debido a que quedaría una zona entre el bordo y el río, se tendría que proteger toda la margen erosionada con espigones .

Alternativa 3.- Para esta alternativa el trazo del bordo corre de manera paralela al río lo que no causa afectaciones y problemas sociales por reubicación de casas y además rescata zonas bajas que continuamente se inundaban.

Del análisis comparativo de los volúmenes de obra presentados, de cada una de las alternativas, La CNA determinó realizar el proyecto ejecutivo, para la alternativa 3.

El trazo definitivo del bordo inicia en el bordo Samaria-Zavala por el camino de acceso a la localidad de Macayo 2da. Sección, Chiapas, siguiendo por el mismo 500 metros, donde se desvía hacia la margen del río y la sigue en forma paralela. Antes de llegar a la zona de falla más crítica, el bordo se adentra en el río aproximadamente 1100 metros, sale del río siguiendo la margen del río (en este tramo de bordo, el talud del mismo patea hacia el fondo del río) hasta el extrema aguas arriba de la zona de falla, donde sigue por tierra hasta encontrar el camino de acceso hasta el río Carrizal.

DEFINICIÓN DE LAS ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN

En función de los recursos con que se cuenta, la CNA propuso que la construcción del proyecto se llevara a cabo en dos etapas, las cuales se describen a continuación:

§ **ETAPA 1.** Consiste en proteger la zona de falla marginal localizada en el poblado de Macayo 2da. Sección, Chiapas. La falla tiene una longitud aproximada de 2100 metros, inicia aproximadamente a 800 metros aguas abajo del poblado y termina a 750 metros aguas arriba del mismo. La protección de la falla marginal consistirá en la construcción de un bordo (sección dentro del río) y espigones. En esta etapa la altura del bordo llegará al nivel del terreno natural.

§ **ETAPA 2.** La segunda etapa de construcción contempla la continuación del bordo en su inicio y final, para empotrarlo con el bordo Samaria-Zavala, y hacia aguas arriba hasta el río Carrizal, donde se construirá la estructura de control Mp1 (*Ver anexo 2.3.2 Proceso constructivo de la obra*).

El bordo de Macayo (Mp2) protegerá la población contra inundaciones y junto con la construcción de la obra de control Mp1 se rescatará un área inundable de aproximadamente 470 hectáreas.

Con respecto a la información solicitada por normativa vigente con respecto insumos, personal, y algunas características propias al proyecto ejecutivo la información es la siguiente:

1. Tipo de propiedad:

Federal y particular

2.- Preparación del sitio

Desmontes, despalmes

3.- Superficie total y por afectar

4.0 y 3.06 hectareas

4.- Técnicas a emplear para la realización de los trabajos.

El desmonte y despalme se realizará con tractor.

5.- Tipo y volumen de material por remover

10,000.00 M3

6.- Sitios establecidos para la disposición de los materiales:

El producto se colocará a los lados de la zona de construcción

Excavaciones, compactaciones y/o Nivelaciones

1. Descripción de los trabajos a realizar

Bordo de empotramiento
Desmonte, desenraice, deshierre y limpia del terreno para propósitos de construcción
Despalme de material no apto para desplante de bordos
Trazo y nivelación en el área de trabajo
Excavaciones en cualquier material para la formación de trincheras
Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de roca
Obtención, acarreo en el primer kilómetro y colocación de material para filtro
Formación de bordos y terraplenes compactados, formados con material base con acarreo mayor que 500 y hasta 1000 m
Acarreo de los materiales necesarios en los kilómetros subsecuentes al primero
Suministro y colocación de geotextil
Suministro y colocación de charnelas de drenaje, incluye obra de encauzamiento de agua y rejilla
Espigones de costales de mortero (6 espigones)
Desmonte, desenraice, deshierre y limpia del terreno para propósitos de construcción
Despalme de material no apto para desplante de bordos
Suministro llenado y colocación de costales de arpilla de poliuretano (con mortero cemento-arena en proporción de 1:3), incluye obtención de acarreo en el primer kilómetro de agregados pétreos, cementante, costales y aditivo fluidizante
Acarreo de los materiales necesarios en los kilómetros subsecuentes

2. Tipo, volumen y fuente de suministro del material requerido para la nivelación del terreno.

Tipo	Volumen	Fuente de Suministro
Cemento	504.00Ton	En la fabrica de APASCO
Fluidizante	5,743.00M3	Fabricante

Arena	966.00M3	En varios bancos cercanos a la obra
Enrocamiento	54,282.00M3	En el banco de Teapa
Arcilla	108,271.00M3	En varios bancos cercanos a la obra
Geotextil	61,145.00M2	Fabricante
Material base	2,470.00M3	En varios bancos cercanos a la obra

Requerimientos de personal e insumos

Personal

a) Para cada una de las etapas, cual será el periodo con mayor número de personal contratado.

En espigones

b) Numero de trabajadores por área de trabajo (operativa, administrativa, supervisión , etc.)

Operativa	Supervisión	Administrativa
100	5	10

c) Cantidad de personal calificado y no calificado

Calificado	No Calificado
35	80

Insumos

Recursos naturales no renovables

Tipo de materiales que serán empleados en cada etapa del proyecto.

- **Agua**

Se indicara los volúmenes totales por etapa

Dado que en el lugar que se realizará la obra es en cauce donde transitan 1400 m3/seg de agua no es representativo la cantidad que se utilizará

• **Sustancias y materiales**

Relación del tipo de material empleado y cantidad que se ha calculado utilizar en cada etapa

<i>Espigones</i>		
<i>Concepto</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>
<i>Cemento</i>	<i>Ton</i>	<i>504.00</i>
<i>Fluidizante</i>	<i>Kg</i>	<i>5,743.00</i>
<i>Arena</i>	<i>m³</i>	<i>966.00</i>
<i>Bordo (primera etapa)</i>		
<i>Enrocamiento</i>	<i>m³</i>	<i>42,543.00</i>
<i>arcilla</i>	<i>m³</i>	<i>62,143.00</i>
<i>geotextil</i>	<i>m²</i>	<i>61,145.00</i>
<i>material base</i>	<i>m³</i>	<i>0.0</i>
<i>Bordo (segunda etapa)</i>		
<i>Enrocamiento</i>	<i>m³</i>	<i>6,000.0</i>
<i>arcilla</i>	<i>m³</i>	<i>11,739.00</i>
<i>geotextil</i>	<i>m²</i>	<i>13,710.00</i>
<i>material base</i>	<i>m³</i>	<i>2,470.00</i>

Combustibles

Indicar el tipo de combustible a utilizar, las cantidades requeridas, el equipo que lo requiere, cantidad que será almacenada y forma de almacenamiento, la fuente de abasto.

<i>Equipo</i>	<i>Tipo de combustible</i>	<i>Cantidad Requerida (litros)</i>	
<i>Tractor D-8</i>	<i>Diesel</i>	<i>20,000.0</i>	<i>Por la cercanía de la fuente de abasto solo se utilizaran 5 tanques de 200 litros / día de trabajo.</i>
<i>Retroexcavadora</i>	<i>Diesel</i>	<i>20,000.0</i>	
<i>Motoconformadora</i>	<i>Diesel</i>	<i>20,000.0</i>	
<i>Compactador de rodillo liso vibratorio</i>	<i>Diesel</i>	<i>15,000.0</i>	
<i>Compactador Pata de cabra</i>	<i>Diesel</i>	<i>10,000.0</i>	
<i>Volteos</i>	<i>Diesel</i>	<i>50,000.0</i>	
<i>Bomba de morteros</i>	<i>Gasolina</i>	<i>5,000.00</i>	
<i>Revolvedoras</i>	<i>Gasolina</i>	<i>10,000.00</i>	

Maquinaria y equipo

Tipo de maquinaria (Especificaciones)

<i>Cantidad de maquinas por tipo</i>	<i>Tiempo de Ocupación</i>
<i>2 Tractor D-8</i>	<i>5 meses</i>

2 Retroexcavadora	5 meses
2 Motoconformadora	5 meses
1 Compactador de rodillo liso vibratorio	5 meses
1 Compactador Pata de cabra	5 meses
20 Volteos	5 meses
4 Bomba de morteros	5 meses
8 Revolvedoras	5 meses

PROGRAMA DE OBRA

PROYECTO: BORDO DE EMPOTRAMIENTO SOBRE EL RÍO CARRIZAL CON EL BORDO IZQUIERDO DEL CAUCE DE ALIVIO SAMARIA-GOLFO A LA ALTURA DEL POBLADO DE MACAYO 2DA SECCIÓN CHIAPAS

FECHA: SEPTIEMBRE DE 1999

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN	TIEMPO EN MESES																		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
A	PROYECTO COMPLETO																				
I	BORDO DE EMPOTRAMIENTO																				
7.1.1.1	DESMONTE	2 M	x	x	x	x	X														
7.1.1.2	DESPALME	2 M			x	x	X														
7.1.1.3	TRAZO Y NIVELACIÓN	2M				x	x	x	X												
7.1.2.2	EXCAVACIONES	8M					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
7.1.3.3	ENROCAMIENTO	3 M													x	x	x	x	x	X	
7.1.3.3.1	FILTRO	3 M														x	x	x	x	x	
7.1.3.1.4	FORMACIÓN DE BORDOS	7 M					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
7.1.4.2	SOBREACARREOS 1	9M					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	
7.1.4.3	SOBREACARREOS 2	3M														x	x	x	x	x	
7.2.5.9	GEOTEXTIL	3M														x	x	x	x	x	
7.2.4.3	CHARNELAS	1M								x	x										
2	ESPIGONES DE MORTERO																				
7.1.1.1	DESMONTE	1M	x	x																	
7.1.1.2	DESPALME	1M	x	x																	
7.2.5.8	ESPIGONES	3M			x	x	x	x	x	X											
7.1.4.2	SOBREACARREOS	3M			x	x	x	x	x	x											

DURACIÓN TOTAL = 12 Meses MESES

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

En el Plan Estatal de Desarrollo se encuentra un Programa Estratégico de Gestión Ambiental el cual contiene a su vez un programa para la Gestión Integral del Agua el cual presenta una asociación positiva con el proyecto integral propuesto para la cuenca Usumacinta- Grijalva.

- ∅ Establecer la infraestructura de control de ríos para proteger centros de población y áreas productivas.

Para poder cumplir con este objetivo se realizará la siguiente acción:

- ∅ Elaborar programas preventivos y correctivos de observancia obligatoria para la construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura existente, al igual que realizar estudios y proyectos tendientes a la ejecución de las obras necesarias, tanto para el abatimiento de los rezagos como para la ampliación de la cobertura de protección.

Por lo tanto los proyectos prioritarios donde se incluye el proyecto integral son los siguientes:

- Rehabilitación y construcción de las zonas hidroagrícolas del Plan Chontalpa.
- Rehabilitación de 108,14 Kilómetros de drenes colectores.
- Ejecución de 13 acciones de obra de control de ríos para proteger 43 mil 301 hectáreas y mas de cien mil habitantes.

PLANES MUNICIPALES DE DESARROLLO 1998-2000.

El gobierno municipal contribuye de una manera directa con la sociedad promoviendo estudios previos a proyectos que reflejen la problemática ambiental y que se resuelvan en coordinación con las instituciones correspondientes.

Se analizaron los 15 Planes de Desarrollo Municipal con el fin de encontrar alguna contraposición del proyecto con algún otro proyecto ya establecido o propuesto, no presentando el proyecto de la cuenca Usumacinta- Grijalva ninguna contraposición respecto a los proyectos propuestos y el Plan municipal de desarrollo.

PROGRAMA DE AREAS NATURALES PROTEGIDAS 1995-2000.

Todas las demás áreas consideradas como áreas naturales protegidas, parques ecológicos nacionales, parques estatales y monumentos naturales, se menciona a continuación su estado actual según SEDESPA (Secretaría de desarrollo social y protección ambiental)

<i>AREAS NATURALES PROTEGIDAS DECRETADAS Y SUSCEPTIBLES DE DECRETO</i>
<i>I.- PARQUE ECOLOGICO LAGUNA LA LIMA</i>
<i>II.- PARQUE ECOLOGICO LAGUNA DEL CAMARON</i>
<i>III.- RESERVA ECOLOGICA LAGUNA DE LAS ILUSIONES</i>
<i>IV.- RESERVA ECOLOGICA PARQUE ECOLOGICO DE LA CHONTALPA</i>
<i>V.- RESERVA ECOLOGICA YU-BALCAH</i>
<i>VI.- PARQUE ESTATAL DE LA SIERRA DE TABASCO</i>
<i>VII.- MONUMENTO NATURAL GRUTAS DEL COCONA</i>
<i>VIII.- RESERVA ECOLOGICA YUMKA</i>
<i>IX.- PARQUE ESTATAL DE AGUA BLANCA</i>
<i>X.- RESERVA DE LA BIOSFERA PANTANOS DE CENTLA (FEDERAL)</i>
<i>AREAS SUSCEPTIBLES DE DECRETO</i>
<i>1.- CASCADAS DE REFORMA, MUNICIPIO DE BALANCAN</i>
<i>2.- SIERRA DE TENOSIQUE</i>
<i>3.- SIERRA DE HUIMANGUILLO</i>

Tabla 3.1 ANP decretadas y Susceptibles de decreto

Fuente : SEDESPA

PARQUE ECOLÓGICO "LAGUNA DE LA LIMA"
MUNICIPIOS DE NACAJUCA Y CENTRO, TAB. (DECRETO 08-FEB-95)

IMPORTANCIA

TOTAL: 36.279 HAS.

- **ESPACIO PARA RECREACIÓN, EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN**
- **INTERÉS PÚBLICO**
- **PROTECCIÓN DE OTRAS ÁREAS DECRETADAS**
- **UTILIDAD EN EL CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA, TAB.**

**ACCIONES REALIZADAS: INSCRITA EN EL REGISTRO PUBLICO
DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO**

PARQUE ECOLÓGICO "LAGUNA DEL CAMARÓN"
MUNICIPIO DEL CENTRO, TAB. (DECRETO 05-JUN.-93)

IMPORTANCIA

TOTAL: 70 HAS.

- **ESPACIO PARA RECREACIÓN, EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN**
- **INTERÉS PUBLICO**
- **PROTECCIÓN DE OTRAS ÁREAS DECRETADAS**
- **CONTROL DE CRECIMIENTO DE LA CIUDAD**

**ACCIONES REALIZADAS: PROGRAMA DE MANEJO
INSCRITA EN EL REGISTRO PUBLICO
DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO**

**RESERVA ECOLÓGICA "LAGUNA DE LAS ILUSIONES"
MUNICIPIO DEL CENTRO, TAB. (DECRETO 08-FEB-95)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

TOTAL: 259 - 27 - 30 HAS.

- *SIMBOLO DE LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA*
- *ESPACIO PARA RECREACIÓN, EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN*
- *INTERÉS PÚBLICO*
- *VASO REGULADOR DE LA CIUDAD DE VILLAHERMOSA*
- *REFUGIO DE NUMEROSAS ESPECIES SILVESTRES RARAS O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN COMO
MANATÍ, COCODRILO, ETC.*

VASO LAGUNAR: 229 - 31 - 85 HAS.

ZONA DE PROTECCIÓN: 29 - 95 - 45 HAS.

**PARQUE ECOLÓGICO DE LA CHONTALPA
MUNICIPIO DE CÁRDENAS, TAB. (DECRETO 08-FEB-95)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

TOTAL: 277 HAS.

- **SELVA MEDIANA PERENNIFOLIA DE CANACOITE**
- **ELEMENTOS DE FLORA Y FAUNA NATIVA, ALGUNOS EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.**

ACCIONES REALIZADAS: PLAN DE MANEJO

**RESERVA ECOLÓGICA "YU-BALCAH"
MUNICIPIO DEL TACOTALPA, TAB. (DECRETO 05-JUNIO-2000)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

TOTAL: 572 HAS.

- **CONSERVAR LOS ECOSISTEMAS DE MAYOR RIQUEZA BIOLÓGICA REPRESENTATIVOS DE LA SELVA DE PÍO Y SELVA MEDIANA DE CANACOITE.**

- **CONTRARRESTAR LA DEGRADACIÓN Y DISMINUIR LA PRESIÓN SOBRE ESTOS ECOSISTEMAS A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS SUSTENTABLES INVOLUCRANDO A LAS COMUNIDADES ALEDAÑAS Y VISITANTES.**

ZONA DE CONSERVACION: 266 HAS.

ZONA DE REFORESTACION: 62-00 HAS.

ACCIONES REALIZADAS: INSCRITA EN EL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO

**PARQUE ESTATAL DE LA SIERRA DE TABASCO
MUNICIPIOS DE TEAPA Y TACOTALPA, TAB. (DECRETO 24-FEB-88)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

TOTAL: 15,113.2 HAS.

- **GRAN VARIEDAD DE ESPECIES VEGETALES PROPIAS DE LA SELVA ALTA PERENNIFOLIA Y MEDIANA SUBPERENNIFOLIA**
- **HÁBITAT DE NUMEROSAS ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE COMO: JAGUAR, OCELOTE, TIGRILLO, SARAGUATO, MONO ARAÑA, ETC.**
- **160 ESPECIES FAUNÍSTICAS REPORTADAS**
- **RECURSOS ACUÍFEROS DE ALTA CALIDAD**
- **RECURSOS BIOTICOS APROVECHABLES COMO: USOS MEDICINALES, INVESTIGACIÓN, EDUCACIÓN AMBIENTAL, ETC.**

ACCIONES REALIZADAS: CUENTA CON PLAN DE GESTION INSCRITA EN EL REGISTRO PÚBLICO DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO

**MONUMENTO NATURAL "GRUTAS DEL COCONÁ"
MUNICIPIO DE TEAPA, TAB. (DECRETO 24-FEB-88)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

TOTAL: 442 HAS.

- **SELVA ALTA PERENNIFOLIA**
- **160 ESPECIES FLORÍSTICAS REPORTADAS**
- **NUMEROSAS ESPECIES FAUNÍSTICAS RARAS, AMENAZADAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.**
- **IMPORTANCIA TURÍSTICA (GRUTAS, PARADOR TURÍSTICO, BALNEARIO, ETC.)**

**ACCIONES REALIZADAS: PLAN RECTOR UNICO DE GESTION
ESTUDIO SOCIOECONOMICO
INSCRITA EN EL REGISTRO PUBLICO DE
LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO**

**CENTRO DE INTERPRETACIÓN DE LA NATURALEZA - YUMKA,
MUNICIPIO DEL CENTRO, TAB. (DECRETO 06-AGO-87) (AMPLIACIÓN 05-JUN.-93)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

TOTAL: 1,713.79 HAS.

- **SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA Y SISTEMA LAGUNAR**
- **HÁBITAT DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE, CONSIDERADAS COMO RARAS, AMENAZADAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN, TALES COMO JAGUAR, MANATÍ, OCELOTE, TIGRILLO, SARAGUATO, MONO ARAÑA, OSO HORMIGUERO, NUTRIA, ETC.**

• **DE GRAN IMPORTANCIA TURÍSTICA PARA EL ESTADO.**

**ACCIONES REALIZADAS: INSCRITA EN EL REGISTRO PUBLICO
DE LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO**

**PARQUE ECOLÓGICO AGUA BLANCA
MUNICIPIO DE MACUSPANA, TAB. (DECRETO 19-DIC-87)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

ZONA DE MANEJO: 1,418-00-75 HAS.

ZONA DE RECUPERACIÓN: 562-00-52 HAS.

- **GRAN VARIEDAD DE ESPECIES VEGETALES**
- **DIVERSIDAD DE ESPECIES DE FAUNA SILVESTRE**
- **REFUGIO PARA ANIDACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE AVES (MIGRATORIAS Y LOCALES)**
- **RECURSOS BIOTICOS POTENCIALMENTE APROVECHABLES (MEDICINALES, AGRÍCOLAS, PARA INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN AMBIENTAL, ETC.)**
- **50 ESPECIES FAUNÍSTICAS REPORTADAS**

TOTAL: 2,025-00-00 HAS.

**ACCIONES REALIZADAS: PLAN RECTOR UNICO DE GESTION
ESTUDIO SOCIOECONOMICO
ORDENAMIENTO ECOLOGICO DEL PARQUE
ESTATAL AGUA BLANCA (TESIS)
INSCRITA EN REGISTRO PUBLICO DE
LA PROPIEDAD Y DEL COMERCIO**

**“CASCADAS DE REFORMA”
MUNICIPIO DE BALANCAN, TAB.**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

- **ECOSISTEMAS DE SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA, MANGLAR, Y COMUNIDADES HIDRÓFITAS.**
- **DIVERSIDAD DE ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.**
- **IMPORTANTE LUGAR DE TRANSITO, ANIDACIÓN Y ALIMENTACIÓN PARA DE AVES ACUÁTICAS ENDÉMICAS Y MIGRATORIAS.**

TOTAL: 12,082.83 HAS.

**ACCIONES REALIZADAS: SUSTENTO TECNICO DE PROPUESTA DE DECRETO
CATEGORIA DE MANEJO: RESERVA ECOLOGICA
METAS: ANEXARLA AL SISTEMA DE AREAS PROTEGIDAS DE TABASCO**

**RESERVA DE LA BIOSFERA “PANTANOS DE CENTLA”
MUNICIPIOS DE CENTLA, JONUTA Y MACUSPANA, TAB. (DECRETO 06-AGO-92)**

IMPORTANCIA

SUPERFICIE

ZONA NÚCLEO I: 57,738-00-00 HAS.
ZONA NÚCLEO II: 5,857-12-50 HAS.
ZONA AMORTIGUAMIENTO : 169,111-50-00 HAS.

- **GRAN DIVERSIDAD DE ECOSISTEMAS (SELVA MEDIANA SUBPERENNIFOLIA, MANGLAR, COMUNIDADES HIDRÓFITAS Y SELVA BAJA SUBPERENNIFOLIA).**
- **CUATRO SISTEMAS TOPOMÓRFICOS (LLANURA FLUVIAL, LLANURA PALUSTRE Y LAGUNA DE AGUA DULCE, LLANURA DE BORDE DE PLAYA Y LAGUNAR COSTERO)**
- **ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN, TALES COMO: MANATÍ, COCODRILO, TORTUGA BLANCA, JAGUAR, MONOS AULLADOR Y ARAÑA, ENTRE OTROS.**
- **IMPORTANTE LUGAR DE TRANSITO, ANIDACIÓN Y ALIMENTACIÓN PARA DE AVES ACUÁTICAS ENDÉMICAS Y MIGRATORIAS.**
- **VESTÍGIOS DE LA CULTURA PREHISPANICA MAYA-CHONTAL.**

TOTAL: 302,706-62-50 HAS.

**ACCIONES REALIZADAS: LINEAMIENTOS DE OPERACIÓN
PARA LA ESTACION CENTRAL.**

AREAS PROPUESTAS PARA DECRETO

**“SIERRA DE TENOSIQUE”
MUNICIPIO DE TENOSIQUE, TAB.**

**IMPORTANCIA
SUPERFICIE**

- **GRAN SUPERFICIE CUBIERTA CON VEGETACION ORIGINAL.**
- **ECOSISTEMAS DE SELVA ALTA PERENNIFOLIA DE TIPO PRIMARIO.**
- **DIVERSIDAD DE ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.**
- **SE REPORTA LA EXISTENCIA DE CERCA DE 600 ESPECIES DE PLANTAS, INCLUYENDO TODAS SUS FORMAS BIOLÓGICAS.**

TOTAL: 3,876.28 HAS.

ACCIONES REALIZADAS: SUSTENTO TÉCNICO DE PROPUESTA DE DECRETO

CATEGORIA DE MANEJO: PARQUE ESTATAL

METAS: ANEXARLA AL SISTEMA DE ÁREAS PROTEGIDAS DE TABASCO

**“SIERRA DE HUIMANGUILLO”
MUNICIPIO DE HUIMANGUILLO, TAB.**

**IMPORTANCIA
SUPERFICIE**

- **GRAN SUPERFICIE CUBIERTA CON VEGETACION ORIGINAL.**
- **ECOSISTEMASDE SELVA ALTA PERENNIFOLIA DE TIPO PRIMARIO.**
- **DIVERSIDAD DE ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.**

TOTAL: 15,113.21 HAS.

ACCIONES REALIZADAS: SUSTENTO TECNICO DE PROPUESTA DE DECRETO

CATEGORIA DE MANEJO: PARQUE ESTATAL

METAS: ANEXARLA AL SISTEMA DE AREAS PROTEGIDAS DE TABASCO

CATEGORIA DE MANEJO: PARQUE ESTATAL

TOTAL: 15,113.21 HAS.

SUPERFICIE

ACCIONES REALIZADAS: SUSTENTO TECNICO DE PROPUESTA DE DECRETO

METAS: ANEXARLA AL SISTEMA DE AREAS PROTEGIDAS DE TABASCO

IMPORTANCIA

- **GRAN SUPERFICIE CUBIERTA CON VEGETACION ORIGINAL.**
- **ECOSISTEMASDE SELVA ALTA PERENNIFOLIA DE TIPO PRIMARIO.**
- **DIVERSIDAD DE ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS Y/O EN PELIGRO DE EXTINCIÓN.**

ORDENAMIENTOS ECOLÓGICOS REGIONALES

Los ordenamientos ecológicos son instrumentos que sirven para ordenar los asentamientos humanos, industriales y turísticos, así como de la infraestructura necesaria para su desarrollo, respetando el entorno donde se pretende ubicar todos los proyectos que de ellos emanen.

Los programas están diseñados para proteger y lograr un mejor desarrollo de las actividades económicas (agrícolas y pecuarias) así como la integridad de los suelos de la región tabasqueña.

Grado de concordancia del proyecto y los recursos naturales

Los hidrocarburos que se explotan en los municipios de Huimanguillo, Cárdenas, Nacajuca y Centro son petróleo y gas. El proyecto integral no incidirá en la extracción de estos recursos, pues no son dependientes; en cambio se puede beneficiar el acceso a zonas petroleras^[1]

Los recursos forestales se explotan en selvas alta y media. Los productos que se extraen son maderas de calidad variable. Estos recursos ocupan las zonas elevadas de los municipios Paraíso, Huimanguillo, Macuspana, Nacajuca, Cunduacán, Balancán, Cárdenas, Jonuta y Centro. El proyecto integral no incidirá en estos

recursos, ya que las precipitaciones y los escurrimientos de la llanura que proporcionan el agua para estos recursos no se ven afectados por las obras del proyecto.

Los recursos hídricos se componen de mantos acuíferos y aguas superficiales que- sirven para abastecer

a los centros de población; además de lagunares y litorales que tienen importancia económica en los municipios donde se pescan especies de peces y moluscos como medio de subsistencia.

La explotación de los recursos lagunares y litorales se realiza en Paraíso, Huimanguillo, Teapa, Macuspana, Nacajuca, Cunduacán, Cárdenas, Jalapa, Jonuta y Centro. La incidencia del proyecto en los recursos hídricos será de la siguiente manera:

En los mantos acuíferos no se afectara su recarga, en aguas superficiales no se reducirá los caudales, pues el objetivo del proyecto es sólo evitar las inundaciones en las áreas susceptibles de los centros de población.

En conclusión.

La naturaleza del proyecto no presenta alguna contraposición con los ordenamientos vigentes.

GRADO DE CONCORDANCIA DEL PROYECTO CON EL USO ACTUAL DE SUELO

Los usos actuales de suelo se destinan a las siguientes actividades: agrícola, ganadería, forestal, acuícola e industrial. Asimismo, existen áreas territoriales que son ocupados por los asentamientos humanos.

La región Grijalva tiene una superficie de 14 136.78 km², que representan el 57,72% de la superficie estatal; actualmente alcanza un alto nivel ganadero, superior al 67% del total del suelo aprovechable. Se destaca la ocupación en los municipios

Centro, Jalapa y Macuspana. Por otra parte, la agricultura cubre alrededor del 14% de la superficie aprovechable. Se dedica a cultivos de cacao, piña, frijol y maíz.^[2]

La región Usumacinta tiene una superficie de 10 524.22 km² que representan el 42,3% de la superficie total del estado. La actividad ganadera ocupa un nivel preponderante con el 73%, dedicado a la crianza de ganado vacuno. La agricultura se desarrolla en el 6.62%, con cultivos de maíz, frijol y sorgo.

En las regiones Grijalva y Usumacinta, también se encuentran áreas naturales protegidas, las cuales ocupan 343,891,63ha, que representa el 0,14% de la superficie estatal.^[3]

Finalmente, el uso de suelo destinado a los asentamientos humanos se asocia a las cabeceras municipales, las zonas urbanas del sistema Villahermosa-Cárdenas-Comalcalco-Paraíso, están limitadas por la sobre abundancia de agua, en ellas

existen poblaciones en tierras bajas donde el riesgo de inundación es alto. Estas áreas constituyen focos

de conflicto social y político.^[4]

El proyecto atenderá la necesidad de proteger el territorio para lograr un mejor desarrollo de las actividades económicas (agrícolas y pecuarias) y el desarrollo urbano de los asentamientos humanos de la región tabasqueña.

El destino del uso del suelo planteado en el plan de desarrollo estatal 1995-2000 se refiere a fortalecer los sectores agropecuario, forestal y acuícola de manera que se incentive la modernización de los sistemas productivos instalados y se fomente el establecimiento de nuevas actividades productivas. Además, se impulsarán los proyectos de inversión en estos sectores.^[5]

Los usos de suelo proyectados más notables se presentan como una estrategia de reordenamiento territorial y desarrollo regional que responde a la problemática de crecimiento poblacional en los principales centros de desarrollo. De acuerdo con las expectativas de crecimiento poblacional y el desarrollo de los centros y regiones que ofrecen mejores opciones se propone que operen como un sistema de reordenamiento territorial constituido de la siguiente manera:

Cabecera estatal Villahermosa, como centro regional de servicios

Centros subregionales prioritarios. Sistema urbano del río Seco. Cárdenas, Comalcalco y Paraíso.

Centros subregionales zonales. Teapa, Macuspana y E. Zapata

Cabeceras municipales. Centros integradores.

La planificación urbana del Estado se apresta a habilitar a Cárdenas-Comalcalco-Paraíso como un corredor urbano que permita desconcentrar demográfica y económicamente a Villahermosa. El corredor crecerá en relación con las otras subregiones en la medida en que se consolide la opción de una industria petroquímica basada en el complejo Nuevo Pemex y el puerto Dos Bocas.

En las subregionales Teapa, Mascuspana-Ciudad Pemex y Zapata, el desarrollo agropecuario se generará a partir del proyecto silvícola-industrial de Pulsar-Interfin, en la zona de los Ríos.

Uno de los problemas, que provoca el uso de suelo proyectado de forma ordenada es el fenómeno de conurbación Villahermosa-Nacajuca, donde hay ya 10 mil habitantes del otro lado del río Carrizal. También hay presiones de asentamientos humanos al noreste y sureste de la ciudad capital. La zona de influencia de Villahermosa incluye cinco centros de apoyo 10 km de la ciudad, en Macultepec-Ocuilzapotlán, Parrilla, Playas del Rosario, Pueblo Nuevo de Las Raíces y Dos Montes.

Por otra parte, el sistema urbano del Río Seco tendrá influencia en toda La Chontalpa, tierra adentro y hacia la costa, al igual que en los centros urbanos Chichicapa, Puerto Ceiba y Dos Bocas. Los Centros subregionales zonales se consolidarán al hacer capitales subregionales a Teapa, Macuspana, Ciudad Pemex y Emiliano Zapata.

Finalmente, de las 17 cabeceras municipales, Frontera, Jonuta y Huimanguillo están permanentemente limitadas en su crecimiento urbano porque están rodeadas por cuerpos de agua, áreas inundables o zonas pantanosas. No obstante, en Huimanguillo y Frontera se esperan desarrollos interesantes por los proyectos forestales y la eventual revitalización del puerto. Los Centros integradores se componen de 171 centros integradores, en la región Usumacinta hay 55 y el resto en la región Grijalva.

NORMAS Y DISPOSICIONES LEGALES

Para la autorización del Proyecto Integral, la SEMARNAT se sujetará a lo que establezcan los siguientes ordenamientos.

Normas Oficiales Mexicanas y otras disposiciones que regulen las emisiones, descargas o aprovechamiento de recursos naturales aplicables al Proyecto

LEYES

- I. Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). *Publicado* en el Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) de fecha 13 de diciembre 1996;
- II. Ley de Aguas Nacionales. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 1 de diciembre de 1992;
- III. Ley de Pesca. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 25 de junio de 1992;

- IV. Ley Federal del Mar. *Publicado* en D.O.F. de fecha 8 de enero de 1986; y
- V. Ley Forestal. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 22 de diciembre de 1992.
- VI. Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Tabasco, *Publicada Diciembre de 1997*

REGLAMENTOS

- I. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 30 de mayo de 2000;
- II. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 25 de noviembre de 1988;
- III. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 25 de noviembre de 1988;

- IV. Reglamento de la LGEEPA para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 7 de abril de 1993;
- V. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 6 de diciembre de 1982;
- VI. Reglamentos vigentes en materia de Impacto Ambiental, de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, de Residuos Peligrosos y contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido, de las Leyes del Equilibrio y Protección al ambiente de los Estados de San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz;
- VII. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 12 de enero de 1994;
- VIII. DECRETO que reforma el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.
- IX. Reglamento de la Ley de Pesca. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 21 de julio de 1992.
- X. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos ganados al Mar. *Publicado* en el D.O.F. de fecha 21 de agosto de 1991; y
- XI. Reglamento de la Ley Forestal. *Publicado* en el D.O.F. el día 25 de septiembre de 1998.
- XII. Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera**

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-117-ECOL-1998. Establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para el transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que se realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. (Publicado en el D.O.F. el día 24 noviembre 98).

Normas
Oficiales
Mexicanas (NOM)

de
Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental:

I.
Normas

II. Normas para Control de la Contaminación Atmosférica:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-045-ECOL-1996. Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. (Publicado en el D.O.F. el día 22 abril 97).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-050-ECOL-1993. Establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. (Publicado en el D.O.F. el día 22 octubre 93).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-086-ECOL-1994. Contaminación atmosférica-especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles. (Publicado en el D.O.F. el día 2 diciembre 94).

III. Normas para el Control de Emisiones de Ruido:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-080-ECOL-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. (Publicado en el D.O.F. el día 13 enero 95).

IV. Normas para Control de la Contaminación del Agua:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-ECOL-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales. (*Publicado* en el D.O.F. el día 6 enero 97). (Aclaración 30 abril 97).

V. Normas de Productos Forestales (RECNAT):

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-RECNAT-1996. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte. (*Publicado* en el D.O.F. el día 5 junio 96).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-RECNAT-1996. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de raíces y rizomas de vegetación forestal. (*Publicado* en el D.O.F. el día 24 junio 96).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-005-RECNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal. (*Publicado* en el D.O.F. el día 20 mayo 97).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-RECNAT-1997. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas. (*Publicado* en el D.O.F. el día 30 mayo 97)

NORMA Oficial Mexicana NOM-012-RECNAT-1996. Establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico. (*Publicado* en el D.O.F. el día 26 junio 96).

ACLARACIÓN A LA Norma Oficial Mexicana NOM-012-RECNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de leña para uso doméstico, *publicada* el 26 de junio de 1996.

VII. Normas para la Conservación de los Recursos naturales:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-ECOL-1994. Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. (*Publicado* en el D.O.F. el día 16 mayo 94).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-060-ECOL-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

(Publicado en el D.O.F. el día 13 mayo 94).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-061-ECOL-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en la flora y fauna silvestres por el aprovechamiento forestal. (Publicado en el D.O.F. el día 13 mayo 94).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-062-ECOL-1994. Establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos sobre la biodiversidad que se ocasionen por el cambio de uso del suelo de terrenos forestales a agropecuarios. (Publicado en el D.O.F. el día 13 mayo 94).

VIII. Normas para Control de Residuos Peligrosos:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-052-ECOL-93. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. (Publicado en el D.O.F. del día 22 octubre 93).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-083-ECOL-1996. Establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. (Publicado en el D.O.F. el día 25 noviembre 96) (Aclaración 7 marzo 97).

DISPOSICIONES INTERNACIONALES

I. Convención para la Protección de la Flora, la Fauna y las Bellezas Escénicas Naturales de los Países de América. (20-11-40).

II. Memorandum de la Primera Reunión del Comité Conjunto México-Estados Unidos de América para la Conservación de la Vida Silvestre. (17-07-75).

III. Acuerdo entre la Dirección General de Flora y Fauna Silvestres de la Sedue, de los Estados Unidos Mexicanos, y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre, del Departamento del Interior, de los Estados Unidos de América, sobre Cooperación para la Conservación y el Desarrollo de la Vida Silvestre. (09 -12- 83).

I. Convención sobre Humedales de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. (04-07-86).

V. Protocolo para Enmendar la Convención Relativa a las Zonas Húmedas de Importancia Internacional, Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. (03-12-86).

VI Convención de Ramsar para la Conservación de Humedales de Importancia Internacional. (07-92)
(La inclusión oficial de México a este Convenio fue en julio de 1986. El decreto de aprobación fue publicado en DOF en julio de 1992).

VII Convenio sobre Diversidad Biológica. (Aprobado por el Senado de México 03-12-92. Decreto de aprobación publicado en el DOF 13-01-93).

MARCO NORMATIVO AMBIENTAL DEL ESTADO DE TABASCO

- Û Decretos de áreas naturales protegidas
- Û Delitos ambientales
- Û Ley de protección ambiental del estado de Tabasco
- Û Reglamento en materia prevención y control de la contaminación de la atmosfera.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DETERIORO DE LA REGIÓN

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTOS DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

IV.1. DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La delimitación de área de estudio requiere del análisis de un conjunto de elementos que abarquen las características socioeconómicas, ambientales y ecológicas, así como sus influencias, tanto las aledañas como los cuerpos acuáticos o en las inmediaciones de la planicie costera.

Área de estudio se considera aquella extensión que propicia la seguridad de que ninguno de los impactos producidos por el proyecto quedará fuera de ella.

Área de estudio = área del proyecto + área de influencia

“ El área de estudio de evaluaciones ambientales regionales. Se debe definir en términos con sentido ambiental, por ejemplo; la cuenca de captación de un río” (Banco Mundial, Environmental Assessment Source Book, Vol. I pg.13.) .

Debido a la magnitud del proyecto integral contra inundaciones, la delimitación del área de influencia fue delimitada con base en la cuenca hidrológica del Grijalva-Usumacinta, considerando los parteaguas de las subcuencas de los Ríos La Sierra, Mezcalapa-Samaria y Carrizal-Medellín, así como aspectos geomorfológicos, comprendiendo los siguientes límites:

La Región Hidrológica No. 30 constituye una de las más importantes del país. Está ubicada hacia la zona que genéricamente se conoce como sureste y corresponde a la vertiente del golfo de México. Propiamente se encuentra constituida por el Sistema Grijalva-Usumacinta, adicionado con el río Santa Ana (Tabasco) hacia el W y el río Palizada (Campeche) hacia el E, de la amplia zona en que el mencionado sistema desemboca en el golfo de México

La forma, en que a groso modo podría considerársele, es la de un polígono de nueve lados con las colindancias siguientes:

- ***Al SW, con territorio de Guatemala, la Región Hidrológica No. 23, Costa de Chiapas, y una pequeña porción de la región Hidrológica No. 22.***
- ***Hacia el W, en dos tramos orientados uno hacia el NW y otro hacia el SW, con la Región Hidrológica No. 29, Coatzacoalcos.***
- ***Al N, con el golfo de México y la laguna de Términos.***
- ***Al E, con la Región Hidrológica No. 31, Yucatán Oeste (cuenca del río Champán).***
- ***Al NE, con la Región Hidrológica No. 31, con el territorio de Guatemala y con una pequeña porción de Belice.***
- ***Al SE, con otra pequeña porción de Belice y una línea sinuosa con territorio de Guatemala.***
- ***Finalmente, al S con el territorio de Guatemala.***

El área total de la región mide aproximadamente 128 098 km², de los cuales 44 885 km² quedan dentro de Guatemala y 83 213 km² en México.

En su mayor anchura, en sentido E-W abarca unos 563 km y en sentido de la latitud su máxima dimensión es de 467 km. Se desarrolla desde los 14°32' a los 18°43' de latitud Norte y entre los 89°02' y los 94°19' de longitud W.

DISTRIBUCION ESPACIAL DE LAS OBRAS

UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El “Proyecto Integral para la Protección contra Inundaciones en la Planicie de la Cuenca de los Ríos Grijalva – Usumacinta” se encuentra localizado en el Estado de Tabasco , abarcando casi en su totalidad los municipios en el Estado de Tabasco y seis municipios de la zona norte del estado de Chiapas.

Entre los Municipios del Estado de Tabasco considerados en la zona de influencia del proyecto se encuentran:

<i>Paraíso</i>	
<i>Cárdenas</i>	<i>Jalapa</i>
<i>Centla</i>	<i>Jonuta</i>
<i>Centro</i>	<i>Nacajuca</i>
<i>Comalcalco</i>	
<i>Huimanguillo</i>	

Un municipio considerado en la zona de influencia del proyecto en el estado de Chiapas.

Reforma

Localización de la zona de influencia del proyecto.

<i>Coordenadas geográficas extremas</i>	<i>Al norte 18°39', al sur 17°15' de latitud norte; al este 91°00', al oeste 94°07' de longitud oeste.</i>
<i>Porcentaje territorial</i>	<i>El estado de Tabasco representa el 1.3% de la superficie del país.</i>
<i>Colindancias</i>	<i>Tabasco colinda al norte con el Golfo de México y Campeche; al este con Campeche y la República de Guatemala; al sur con Chiapas; al oeste con Veracruz-Llave.</i>
<i>FUENTE: (a)INEGI. Marco Geoestadístico, 1995. (b)INEGI-DGG.Superficie de la República Mexicana por Estados. 1991.</i>	

DIMENSION DEL PROYECTO.

El polígono que comprende la zona de influencia refiere las siguientes coordenadas geográficas extremas 17° 10' y 18° 40' de latitud Norte y 91° 07' y 93° 50' de longitud Oeste (*anexo 1.1 Imagen LAND SAT Limite de la zona de estudio*)

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES , ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL;

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

En este

capitulo se analizara, en base al diagnostico ambiental realizado la tendencia del comportamiento de los procesos de deterioro del entorno del área de influencia y su dinámica natural del proyecto, así como los impactos ambientales mas significativos que el medio sufrirá al ejecutarse las obras en dicho proyecto.

ANTECEDENTES

Las condiciones fisiográficas del Estado de Tabasco permiten que la mayor parte del suelo sean áreas inundables con un suelo con características de arcillo - limoso y arcillo - arenoso, por otro lado los procesos de erosión son constantes, se manifiestan en las tramas troficas de los ecosistemas que se han ido cambiando constantemente.

La vegetación se ha modificado demasiado, se hace patente la vegetación de pastizal y de potrero, quedando pequeños manchones de selva en el estado, lo común de dichos manchones es que están asociados a vegetación secundaria de transición, los constante cambio en el medio fisico y natural tornan a los ecosistemas mas vulnerables ante cualquier cambio, su capacidad de amortiguamiento a los cambios se ha ido en decremento lo que no permite que estos se regeneren a

la velocidad y tiempo deseados modificando el microclima y el hábitat de especies animales y vegetales.

Otro aspecto importante a considerar en la contaminación de las aguas superficiales provocada por la descarga de aguas municipales provenientes de poblaciones cercanas a los márgenes de los ríos

Los municipios que se encuentran en la zona de influencia del Proyecto contra Inundaciones de los Ríos Usumacinta y Grijalva el sector agropecuario y principalmente el ganadero es el de mayor importancia y el que en los últimos años a crecido mas dinámicamente en la región cuenta con 67 % de suelo aprovechable principalmente de potrero y dedicado a la engorda y crianza de ganado, donde destacan los municipios de Centro, Jalapa y Macuspana.

Los municipios con los mayores niveles de urbanización son Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso , donde los corredores industriales cuentan con toda la infraestructura para su desarrollo y los servicios se presentan en casi todas las ramas productivas.

El Estado de Tabasco crecerá en su población de 1,938, 136 habitantes en el 2000 a 2,122,940 habitantes para el 2006 teniendo un aumento de 184,804 nuevos habitantes que demandaran servicios y áreas de desarrollo sustentables.

El crecimiento de la población se concentra en los municipios de la zona centro , los Ríos y la región de Chontalpa y en menor grado la zona de la Sierra. La tasa de crecimiento anual de la población en el Estado de Tabasco en el periodo 1990 – 2000 fue del 2.3 %, por arriba del crecimiento nacional de 1.8 % , la densidad de la población promedio por kilometro cuadrado para el año es de 132.66 por lo que el estado cuente con una mayor población que demandara servicios y zonas para el desarrollo.

Por otro lado se ha presentado un cambio en la población que concentraba primordialmente en el área rural a ser una población mas urbana y esto debido principalmente a los servicios y oportunidades de desarrollo que se cuentan, por lo que se espera un crecimiento de la población urbana en la zona de influencia del proyecto principalmente de la regiones Chontalpa y Centro representada por el sistema Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso, este desarrollo urbano obligará a tener una mayor presión sobre el medio físico y natural que en su momento se deberá de contar con un Plan Maestro de Desarrollo Urbano que norme y marque las directrices de desarrollo y crecimiento.

En este sentido la región se beneficiara con un mejor control de el aguas en el especial el sistema Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso con el control de los aguas de los ríos Grijalva y Usumacinta para evitar posibles inundaciones y daños en la población.

Una actividad provoca por su acción un cambio en mayor o menor medida al medio ambiente una actividad puede provocar emisiones, polvo ,acción mecánica sobre el sustrato, derrames de combustibles, ruido , luz, radiación electromagnética, residuos, calor, introducción de especies no autóctonas por mencionar, se debe identificar que una sola acción puede generar diferentes afectaciones: el uso de un vehículo puede causar compactación del suelo, emisiones , ruido, interferencia visual, etc.

La intensidad de las actividades juega un papel relevante si varias tienen lugar al mismo tiempo. Por tanto debe tenerse en cuenta la posibilidad de que ocurran interacciones aditivas, sinérgicas o antagónicas entre las diferentes actividades que resultarán en posibles impactos ambientales de relevancia. Confrontar actividades con factores ambientales en una matriz puede desprender información muy

valiosa, la implementación de una matriz de identificación de impactos ambientales, permite la interacción actividades – factores ambientales y como consecuencia el identificar cambios en el medio ambiente.

Algunos efectos e impactos ambientales identificados en el proyecto de protección contra inundaciones en el estado de tabasco:

EFFECTOS AMBIENTALES (O MODIFICACIONES DE PROCESOS AMBIENTALES)

FÍSICOS

- q Alteraciones de las propiedades del suelo (estructura, compactación, etc.)
- q Alteración de la topografía local
- q Alteración de la red hidrológica
- q Alteración del régimen hidrológico
- q Aumento de la erosión
- q Aumento de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua
- q Producción de rocas estériles
- q Producción de residuos sólidos
- q Dispersión de gases y polvo
- q Emisión de ruido
- q Emisión de vibraciones y sobrepresión atmosférica
- q Dispersión de efluentes líquidos
- q Variación del nivel freático
- q Aumento de fenómeno de erosión en taludes de ríos

BIÓTICOS

- q Interferencia sobre procesos biológicos en los cuerpos de agua (e.g. ciclo de nutrientes).
- q Eutrofización de cuerpos de agua
- q Bioacumulación de contaminantes
- q Fragmentación de la cobertura vegetal
- q Supresión de la cobertura vegetal

ANTRÓPICOS

- q modificación de la infraestructura de servicios
- q desplazamiento de asentamientos humanos
- q inducción de flujos migratorios
- q modificación de uso de suelo
- q aumento en el trafico de vehículos
- q aumento en la demanda de productos y servicios
- q aumento de la oferta de trabajo

**IMPACTOS AMBIENTALES
(O MODIFICACIONES DE LA CALIDAD AMBIENTAL)**

MEDIO FÍSICO

- q alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas
- q alteración del régimen de escurrimiento de las aguas subterráneas
- q alteración de la calidad del aire
- q alteración de la calidad del suelo
- q alteración de las condiciones climáticas locales

MEDIO BIÓTICO

- q alteración o destrucción de hábitats terrestres
- q alteración de hábitats acuáticos
- q reducción de la productividad primaria de los ecosistemas
- q reducción de la disponibilidad de nutrientes
- q desplazamiento de la fauna
- q pérdida de especímenes de la fauna
- q creación de nuevos ambientes
- q proliferación de vectores

MEDIO ANTRÓPICO

- q Impacto visual
- q Riesgos a la salud humana
- q Sustitución de actividades económicas
- q Incremento de la actividad comercial
- q Aumento local de precios
- q Aumento de la población
- q Sobrecarga de la infraestructura de servicios
- q Expansión de la infraestructura local y regional
- q Pérdida de patrimonio cultural
- q Pérdida de referencias espaciales a la memoria y cultura popular
- q Reducción de la diversidad cultural
- q Alteración en los modos de vida tradicionales
- q Alteración en las relaciones socio - culturales
- q Limitación de las opciones del uso de suelo
- q Demanda de mano de obra local

Descripción de la problemática y efectos de inundaciones.

El sistema Grijalva-Usumacinta pertenece a la Región Hidrológica No. 30, la más importante del país. Ubicado en el sureste de la República Mexicana, comprende parte de los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche y Oaxaca; una porción importante de sus escurrimientos proviene de la República de Guatemala. En la figura ... se muestra el aspecto general de la cuenca.

fig. 5.1 Aspecto general de la cuenca Grijalva-Usumacinta

La zona de la planicie que conforman los ríos Grijalva y Usumacinta, antes de su desembocadura al Golfo de México, está formada por ríos, arroyos y lagunas. Por su conformación topográfica, la ocurrencia de fenómenos meteorológicos locales, y grandes caudales que escurren normalmente desde sus partes altas, es una zona susceptible de ser inundada a partir de agosto y hasta el mes de febrero.

La incidencia de las inundaciones daña severamente a la población, a las actividades productivas y a la infraestructura de la región. Ello ocurre principalmente en el estado de Tabasco, entidad con un millón y medio de habitantes, donde aproximadamente el 11% de la población es afectada anualmente, principalmente en los municipios de: Jonuta, Tenosique, Balancán, Emiliano Zapata, Huimanguillo, Teapa, Jalapa, Tacotalpa, Cunduacán, Cárdenas, Paraíso, Comalcalco y Centro, en este último, existe además un riesgo potencial muy importante para la ciudad de Villahermosa y su zona conurbada.

Avenidas extremas

Los gastos máximos registrados en las estaciones hidrométricas de la cuenca Grijalva-Usumacinta durante avenidas extremas se muestran en la tabla 2.1 [6].

Subcuenca	Estación hidrométrica	Corriente	Año	Q máx. Instantáneo (m ³ /s)	Q med. Diario máximo (m ³ /s)
Río Mezcalapa	Malpaso II	Grijalva	1963	---	8 643
	Peñitas	Mezcalapa	1963	---	8 141
	Samaria	Samaria	1963	3 570	3 329
	Reforma	Mezcalapa	1956	---	1 664
	González	Carrizal	1999	1 430	---
Ríos de la sierra	Pichucalco	Pichucalco	1967	---	1 090
	Teapa	Teapa	1974/1972	2 375	1 066

	<i>Puyacatengo</i>	<i>Puyacatengo</i>	<i>1951</i>	<i>915</i>	<i>556</i>
	<i>Oxolotán</i>	<i>Oxolotán</i>	<i>1974</i>	<i>3 230</i>	<i>2 225</i>
	<i>Tapijulapa</i>	<i>Tacotalpa</i>	<i>1967</i>	<i>3 386</i>	<i>2 626</i>
	<i>Pueblo Nuevo</i>	<i>La Sierra</i>	<i>1964</i>	<i>960</i>	<i>837</i>
	<i>Gaviotas II</i>	<i>Grijalva</i>	<i>1974</i>	<i>1 297</i>	<i>1 297</i>
<i>Río Tulijá</i>	<i>Macuspana</i>	<i>Puxcatán</i>	<i>1967</i>	<i>1 305</i>	<i>1 278</i>
	<i>Salto de Agua</i>	<i>Tulijá</i>	<i>1975</i>	<i>2 565</i>	<i>2 431</i>

Tabla 5.1 Gastos máximos registrados en las estaciones hidrométricas. En la siguiente figura se muestra la ubicación de dichas estaciones hidrométricas.

figura 5.2 Ubicación de las estaciones hidrométricas de la cuenca.

Como puede observarse en la tabla 5.1, las mayores avenidas registradas en el río Mezcalapa y en el alto Grijalva (1963) ocurrieron antes de la construcción de Angostura. Si no existiese el control que ejercen las presas sobre esa porción de la cuenca, la ocurrencia de un gasto similar en la actualidad acarrearía daños de magnitudes catastróficas.

Las condiciones topográficas con terrenos prácticamente planos; problemas de deforestación en las cuencas altas con el consecuente acarreo de azolves, que además se ve agravado debido a la construcción de nuevas vías de comunicación que interfieren con el sistema de drenaje de la cuenca, a la modificación de la capacidad hidráulica de los cauces cuyo régimen ha sido alterado y en especial a la creación de asentamientos humanos en zonas de regulación natural, en los cauces de antiguas corrientes y aún en zonas federales.

Estas circunstancias afectan particularmente a la ciudad de Villahermosa y a la zona del centro del Estado, donde en los últimos años los niveles máximos alcanzados han rebasado las condiciones críticas, aún cuando los fenómenos meteorológicos no han presentado condiciones extremas.

El problema de deforestación en las partes altas de las cuencas provoca un mayor arrastre de sedimentos que reduce la capacidad hidráulica de los cauces.

La situación más crítica se presenta cuando coinciden precipitaciones altas en la planicie, niveles altos en las lagunas y la ocurrencia de avenidas en los ríos de la sierra. Otro factor que tiene menor influencia es el remanso que se presenta cuando coinciden las crecientes de los ríos Chilapa, Chilapilla y Usumacinta, afluentes del Grijalva, lo que provoca una disminución en la pendiente hidráulica y dificulta el drenaje de la planicie. A ello habría que agregar la posibilidad de una eventual descarga de los vertedores de las hidroeléctricas del Grijalva, obligada también por la coincidencia de niveles altos en los vasos y por altas precipitaciones en la cuenca alta en el estado de Chiapas.

Asimismo, la permanencia de los periodos de lluvia en la zona es otro factor relevante en la magnitud

de las inundaciones, ya que de ello depende el volumen que escurre hacia las zonas que pueden ser afectadas; cuando se saturan los suelos se impide la infiltración, y cuando las lagunas cercanas a los ríos se llenan, no es posible la regulación de los volúmenes en exceso.

Por otro lado, el cambio de uso de suelo y la deforestación, sobre todo en las partes altas de los ríos de la sierra y del Usumacinta, ha provocado incrementos en la erosión, cuyo producto se deposita en el lecho de los ríos. La pérdida de la capa vegetal de bosque y selva se puede apreciar claramente al comparar la clasificación del uso del suelo realizada por el INEGI en 1978 y el aspecto que presenta la cuenca en la imagen de satélite LANDSAT de 1993.

Las inundaciones que anualmente afectan la zona en estudio repercuten en perjuicio de los asentamientos humanos, áreas de cultivo y ganaderas, vías de comunicación, infraestructura básica de servicios, industrial, comercial y turística.

Es así que las pérdidas económicas que se registran anualmente en la zona de estudio son superiores a los 200 millones de pesos. Por otro lado, se tienen registrados datos de avenidas extraordinarias, como fue el caso de 1999 en las que se registraron pérdidas de más de 3,000 millones de pesos, equivalentes al 4 % del PIB estatal de ese año.

Las mayores afectaciones corresponden a los municipios de: Cárdenas, Centla, Centro, Comalcalco, Cunduacán, Huimanguillo, Jalapa, Jalpa de Méndez, Macuspana, Nacajuca, Paraíso, Tacotalpa y Teapa. De ellos destaca el municipio del Centro que alberga a la ciudad de Villahermosa, en la cual se concentra la mayor derrama económica del estado de Tabasco y en la que se presentan las mayores afectaciones por las inundaciones.

En el resto de los municipios las afectaciones originadas por las inundaciones se dan en comunidades rurales y superficies dedicadas a la agricultura y ganadería. Tal es el caso de las 131 000 ha con afectaciones, correspondientes a los municipios de Cárdenas, Paraíso, Comalcalco y Huimanguillo, de las cuales 79 500 ha corresponden a la subcuenca del río Tonalá. En estos municipios los cultivos que presentan grandes pérdidas son el cacao y el maíz.

Los municipios de Tenosique, Balancán, Emiliano Zapata y Jonuta, que corresponden a la subcuenca de la llanura del río Usumacinta, tienen una superficie afectada de 1 650 ha. Los cultivos afectados son plátano, frijol, maíz, papaya, así como el área de pastizales.

En relación con la subcuenca de la llanura del Grijalva, la superficie inundada es de 45,650 ha.

Los municipios afectados son Cárdenas, Nacajuca, Jalpa de Méndez, Cunduacán, Centla, Huimanguillo y Centro. Los cultivos identificados con grandes pérdidas son el cacao y el maíz.

Es importante señalar que a pesar de que el río Usumacinta es la corriente más caudalosa, la mayor parte de su desbordamiento se produce en la zona de los pantanos de Centla, declarada como reserva de la biosfera, donde de hecho se divide en diferentes ramas que forman corrientes trenzadas siendo las principales el río San Pedro y el propio Usumacinta que descarga en el río Grijalva, aguas arriba de la ciudad de Frontera, a 25 km de su desembocadura al mar.

Las variaciones de nivel y los propios desbordamientos del Usumacinta y otros afluentes dentro de la reserva de los pantanos de Centla, son un factor importante en su equilibrio ecológico.

Aguas arriba, su desbordamiento afecta a poblaciones ribereñas como Tenosique, Emiliano Zapata, Jonuta y Balancán. Las características de su curso y la magnitud de sus caudales no permiten plantear sistemas

de control de los escurrimientos o desvíos importantes; por lo que la protección a estas poblaciones se debe plantear de modo particular para cada una de ellas, y por ende evaluarse de manera independiente a las que se analizan en el presente estudio.

De acuerdo con datos de un estudio realizado por CENAPRED^[7], la población afectada por estas inundaciones ascendió a aproximadamente 313 000 habitantes. Por otro lado, el monto de los daños sociales cuantificables ascendió a aproximadamente 3 219 millones de pesos de octubre de 2001^[8], como se muestra en la tabla 2.3.

Sector / Actividad afectada	Costo del daño	
	Privado	Social
1. Sector productivo		
Agricultura	164.88	164.88
Ganadería	335.69	335.69
Acuicultura	11.30	11.30
Forestal	1.97	1.97
Industria, comercio y servicios	149.80	149.80
2. Sector infraestructura		
Carreteras	272.95	272.95
Incremento CGV	495.34	743.01
Energía (CFE)	15.49	15.49
PEMEX	38.93	38.93
Agua potable y alcantarillado	57.06	57.06
Vialidades urbanas	59.96	59.96
Inf. recreativa y comercial	20.48	20.48
3. Sector social		
Viviendas	685.19	685.19
Escuelas	249.34	249.34
Unidades Médicas	25.33	25.33
Atención a la emergencia	348.57	348.57
Molestias interrupción servicio agua potable	39.04	39.04
TOTAL	2,971.32	3,218.99
CGV: Costo Generalizado de Viaje (se refiere exclusivamente a carreteras).		

Los daños ocasionados por las inundaciones en la planicie del Río Grijalva y Usumacinta sin duda alguna repercuten gravemente en la infraestructura, economía y población, pero de igual se tienen que considerar los efectos al medio ecológico.

Se han tomado en cuenta las afectaciones ambientales, que por lo general se presentan al desarrollar proyectos como el presente, su inserción al medio ambiental actual que presenta el estado de Tabasco nos marca una prioridad al observar la gran diversidad de ecosistemas que presenta esta región, áreas naturales protegidas, 10 decretadas y 3 propuestas, así como la gran biodiversidad que se presenta, a pesar del deterioro tan importante que presenta el estado en este rubro.

Solo algunos de los factores presentados con anterioridad nos responsabilizan a identificar los impactos que se presentan de forma real para que este estudio cumpla con uno de los objetivos primordiales que ha marcado su realización, ser una herramienta de decisión.

fig. 5.3 Mancha de inundación en condiciones actuales para una avenida de 5 años de periodo de retorno. Superficie afectada por la inundación = 5479 km².

Al llevar a cabo una comparación con la fig. 5.3 de condiciones actuales de inundación y la fig 5.4 posterior de zonas rescatadas se prevé un beneficio muy importante en el ámbito social y económico

fig. 5.4 áreas rescatadas con la implementación de las obras

Condiciones sin obras 6005 km²

Condiciones con obras 5536 km²

V.1.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS

En este apartado se describe la posible conformación del medio como consecuencia de las modificaciones naturales considerando las características particulares del proyecto, así como los impactos ambientales más significativos que el medio sufrirá al ejecutarse las obras comprendidas en dicho proyecto.

La identificación que se realiza a continuación se describen en forma breve las afectaciones ocasionadas primero por elemento medio ambiental y posteriormente en una tabla por obra de forma puntual en el sitio de su implementación.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Al seleccionar cada uno de los sitios de obra, se presentarán efectos positivos significantes en los siguientes conceptos: uso potencial del suelo y su compatibilidad con otros usos de suelo, también habrá efectos socioeconómicos positivos significantes en la tenencia de la tierra, en la economía regional

Cuando se realice la limpieza y preparación del sitio de las obras, se tendrán efectos adversos poco significantes sobre el agua superficial en sus características de drenaje y sobre la tierra con los efectos de erosión. También se presentarán efectos adversos poco significantes sobre las poblaciones terrestres como son . la vegetación terrestre, la fauna de interés económico y la fauna de interés comercial.

En cuanto a los efectos estéticos, se presentarán efectos adversos poco significantes en la apariencia del aire y los elementos de composición

ACTIVIDADES GENERALES DE LA OBRA PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN. SISTEMAS EN GENERAL

En este sistema la construcción principalmente esta dada por la habilitación de vías de comunicación (carreteras y caminos) para su utilización como bordos, así como la creación de estos, los cuales servirán, según el caso, para sostener estructuras de control (compuertas) que permitirán encausar los excedentes hidráulicos del río Mezcalapa provocados por las descargas de los vertedores de las presas Peñitas y Malpaso.

Así como la construcción de drenes en la periferia de los bordos para evitar el estancamiento de agua en las zonas exteriores a los bordos derivados de la modificación de los ríos y lagunas ya que se verán interrumpidos por la construcción del cauce de alivio

MICROCLIMA.

Impacto: Ambas etapas pueden generara modificaciones a la temperatura “local”, debido a que los bordos y drenes pueden producir cambios en el intercambio horizontal del aire, pérdida de humedad e insolación del área, estos factores favorecen el cambio local de temperatura que se presenta en áreas desprovistas de árboles.

El cambio de dirección, así como la interrupción, de los escurrimientos de agua naturales provocar un cambio en el microclima que afectara al medio acuático y terrestre con sus respectivos componentes bióticos.

Carácter.- Es adverso

Duración.- El impacto es permanente debido a que las obras no serán removidas.

Magnitud.- local

Importancia.- poco significativo, ya que se agrandaran y modificaran los bordes del río samaria y sus diferentes derivaciones. El ancho de esta obra es de 4 Km , de bordo a bordo. Cabe mencionar

que porque el grado de disturbio que ya existe en las comunidades de vegetación es amplio, principalmente en la zona en donde se utilizaran las carreteras y caminos federales como bordos ya que, como obras anteriores a este proyecto ya han causado su impacto ambiental, reflejándose en una rápida generación de pastizales en la zona .

No así en la parte norte de este sistema en donde encontramos zonas de vegetación hidrófila y zonas sujetas a inundación, no obstante las dimensiones de la obra son pequeñas tomando en cuenta la magnitud de la zona con este tipo de vegetación natural .

-

AIRE

Impacto: Se generarán emisiones de gases y partículas de humo, además de ruido, debidas a la operación de equipos de combustión interna durante la etapa de construcción y del tráfico de vehículos que abastecerán de materiales así como del transporte del personal.

El aporte de compuestos tóxicos (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre) afecta temporalmente la calidad del aire.

Carácter.- Es adverso por el efecto tóxico que ejerce en el ambiente.

Duración.- Temporal , la permanencia de dichos compuestos y materiales en el aire tienen un rango que va de días a semanas, prolongándose los efectos el tiempo que dura la actividad que los produce.

Magnitud.- El grado de dispersión de los contaminantes esta en función de las condiciones meteorológicas de la región tales como los vientos y precipitaciones, sin embargo, los bajos volúmenes emitidos hacen que se dispersen rápido, por lo que se consideran locales.

Importancia.- Es poco significativo el efecto provocado por las emisiones de gases y polvos debido a que las lluvias copiosas en la zona precipitan a los contaminantes y el viento los dispersa diluyendo su importancia.

RELIEVE.

Impacto: Para la construcción de bordos, canales, alcantarillas y rectificación de cauces es necesario realizar una serie de actividades que tienen como factor común socavar el terreno de formas diversas para diferentes objetivos. Especialmente las excavaciones son las actividades que causan cambios en la estabilidad del terreno modificando el relieve.

Carácter: Es adverso ya que modifica el terreno, así como la fisonomía de los ríos

Duración: La duración del impacto es permanente por que el relieve original no se recupera, puesto que los bordos, redes de alcantarillado y canales no serán removidos.

Magnitud: Es un impacto regional, porque entre los bordos, canales y sistemas de redes se extienden por toda la cuenca.

Importancia: Es significativo por que contribuye con cambios del entorno natural actual en el paisaje

y representa una barrera física para los organismos presentes en la zona, principalmente organismos terrestres, que verán reducida su área de acción.

SUELO.

Impacto: Las labores implicadas durante la construcción de las obras, esencialmente por el desmonte, despalme, excavación y compactación aumentan la erosión, la falta de una estructura que sustente el suelo tal como lo son las raíces de las plantas los hacen más susceptibles a la pérdida de sus constituyentes minerales y orgánicos, los efectos específicos serían los siguientes:

- a) Mayor susceptibilidad a la erosión por factores de aire y precipitación fluvial.
- b) Cambios en la textura propia del suelo (arena, arcilla, limo, materia orgánica y humus).
- c) Cambios en porosidad, densidad aparente y real, debido la compactación.
- d) Cambios en su composición química principalmente en nitrógeno, fósforo y potasio, ya que la principal fuente de estos compuestos será removida y transportada por acción del viento.

Los residuos sólidos como estopas, costales de cemento, restos de madera, clavos, la creación de lodos, representan fuentes de contaminación local inducida y el fomento a la creación de basureros clandestinos que pueden conducir a cambios en las propiedades e integridad física del terreno.

Asimismo, existe la posibilidad de contaminación a los suelos en caso de derrames o fugas accidentales de combustibles, aceites ó lubricantes utilizados por la maquinaria.

Carácter: Adverso porque aumenta la erosión conforme desaparece la vegetación, pues ejerce la fuerza cinética de la lluvia directamente sobre la superficie del suelo, lo que conducen a marcar a un más la susceptibilidad a la erosión.

Duración : El efecto es temporal puesto que el proceso erosivo desencadenado tendera a revertirse al revestir los taludes exteriores con vegetación herbácea nativa así como el establecimiento de organismos arbustivos el la periferia de los bordos, con lo que en un mediano plazo se tendera a reestablecer la s características físico-químicas del suelo, debido a los procesos propios de la interacción suelo-vegetación

Magnitud: Es local

Importancia: Son poco significativos los efectos del proceso se verán revertidos en un plazo corto después de la etapa de construcción. Sin embargo será significativo en cuanto a la disposición de los residuos sólidos.

AGUA.

Impacto: Una característica del agua superficial que podría ser afectada por las actividades que generan material suelto como excavaciones, nivelaciones, cortes y terraplén son:

- a) Aumento de material sólido a los cuerpos de agua (ríos y zonas de inundación permanente)
- b) Cambios en la composición física y química, ocasionada por aporte de sólidos (erosión), tal como ph provocado por la alteración de los niveles de calcio (Ca) y sulfatos (SO₄) principalmente.
- c) cambios en las características organolépticas del agua como el color y cambios en las propiedades físicas como la transparencia.
- d) La introducción de materia vegetal a los ríos producto del desmonte, desenraicé y despalme puede provocar cambios en el ph por incremento en la actividad bacteriana en zonas donde los residuos vegetales se depositen tales como las lagunas de regulación para darle continuidad a los procesos de descomposición bacteriana.

El manejo inadecuado y la mala disposición de los residuos (líquidos y sólidos) podrían tener contacto con el agua de la zona, ocasionando alteraciones en sus características físicas y químicas disminuyendo la calidad del recurso.

Asimismo, existe el riesgo de contaminación de aguas superficiales en el caso de un derrame accidental ocurrido durante el manejo de combustibles y lubricantes que serán utilizados en el funcionamiento de la maquinaria, provocando modificaciones en las características organolépticas (color, olor y sabor) del agua

Para evitar la problemática generada en las características del agua en la presa San Manuel, se debe realizar la extracción selectiva de la vegetación superior (5-30 m) antes de inundar el vaso, es decir estableciendo las especies de valor cultural, artesanal y/o comercial. Por ejemplo se recomienda la extracción de especies Tintales (*Haematoxylum campechianum*), Magajua (*Velotia mexicana*) , Cedro (*Cedrela mexicana*), Quebracho (*Acacia pennatula*), Palomulato (*Burcera simaruva*) , Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Amates (*Ficus sp*). De igual forma, se debe realizar el desmonte a matarrasa y la quema de los residuos, ajustándose a un programa secuencial a corto plazo, realizando la extracción selectiva partiendo de las cotas más bajas hacia las más altas.

Carácter: es adverso ya que el material que llega a las corrientes superficiales puede contribuir a su azolve, además de afectar las características físico-químicas del agua. Al disminuir su calidad por introducción de hidrocarburos como aceites gasolina y aditivos se vuelve nociva para el fitoplancton y es menos apreciada por organismos que son de consumo humano directo como la Tilapia, el langostino y carpa herbívora. ya que estos hidrocarburos son absorbidos en el tejido del organismo adquiriendo éste un sabor característico al hidrocarburo.

Duración: Temporal, el aporte de sólidos disueltos cesara casi inmediatamente al terminar los trabajos de construcción.

Magnitud: Es regional

Importancia: Es no significativo por que el volumen de material terrígeno que se llega a generar y que se introduce a la corriente es reducido. Además de que la velocidad del cauce hace que la depositación en el fondo sea mínima.

Los posibles derrames de hidrocarburos también se consideran poco significativa ya que por el efecto de dilución y las características de velocidad del agua, hacen que su efecto sea reducido y de manera temporal

VEGETACIÓN Y FAUNA.

La fauna silvestre incluye a los organismos acuáticos y terrestres, vertebrados o invertebrados que se encuentran de manera libre en la cuenca.

Impacto: La diversidad de organismos presentes en un hábitat es un indicador del estado de deterioro o salud del mismo, los diferentes organismos que conforman la intrincada cadena trófica en los sistemas terrestres no solo indica quien se come a quien, sino que es un reflejo de los flujos de energía y del estado de sucesión natural en el que se encuentra, de manera que la perturbación que se puede generar en algún nivel de la cadena alimenticia o trama trófica puede modificar los hábitos de los niveles superiores, sometiendo a los organismos a presiones de selección que se vera reflejado en cambios de conducta inducidos por el estrés y por consiguiente cambios en los patrones de alimentación, reproducción anidación y relación social. (Starker,2000)

Los efectos en la flora presente en el área son severos ya que implica corte y remoción total para las maniobras de preparación del sitio. Esto tiene un efecto directo a las poblaciones de fauna presentes en ellas tales como:

- a) Reducción del área.
- b) Reducción de árboles para pernocta, anidación, alimentación y reproducción
- c) Aumento de competencia por espacio y alimentación.

Estos factores, además de la emisión de ruido, provocaran una migración de estos hacia lugares más alejados de la zona de trabajo. Es pertinente mencionar que la fauna afectada por estas acciones tenderán a retornar a su entorno de acción cuando las obras se encuentren en funcionamiento y estas no interfieran de manera permanente a este hábitat.

Carácter: Adverso

Duración: Es permanente puesto que los bordos y canales fungirán como una barrera física impidiendo el paso de organismos principalmente terrestres.

En el caso de organismos acuáticos se verán modificados en su estructura y distribución espacial ya que durante esta etapa tenderán a alejarse de la zona

Magnitud: Es regional

Importancia: Es significativa debido a que los pequeños, medianos y grandes mamíferos estarán o se verán forzados a cambiar de rutas alimenticias y de guaridas, así mismo se vera alterada la cadena trópica al verse alterados las distribuciones y densidad de organismos presa-depredador . también aumentara el riesgo de ser arrollados o cazados como consecuencia de habilitar los bordos como caminos.

MEDIDAS SOCIOECONÓMICAS.

Impacto: El impacto es benéfico, ya que la realización de las actividades durante esta etapa provoca una demanda de mano de obra, lo cual se ve reflejado en la PEA y en el nivel de ingreso medio. Esto activará la economía de la región ya que se generarían empleos indirectos al requerir mayores insumos tales como materiales, herramientas, transportes etc.

Carácter: Es benéfico ya que representa un ingreso económico para la población local.

Duración: Es temporal, teniendo un periodo no menor a 90 días.

Magnitud: Es local cuando la mano de obra se contrata en el municipio, y regional cuando se contrata en el estado.

Importancia: Poco significativa debido a que la demanda de mano de obra requerida no incrementa significativamente a la población ocupada.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La descripción de la identificación y evaluación de impactos durante la presente etapa se efectuará considerando una visión global del efecto sinérgico que ocasionará el funcionamiento de un tipo de obras implicada el sistema, debido a que sería reiterativo y disfuncional el evaluar la operatividad de las obras individualmente. La descripción de los impactos se presenta por elemento ambiental y su evaluación de los niveles de significancia, para cada sistema. Sin embargo, en las matrices se identifican y ponderan las actividades generadoras de impactos por cada grupo de obras del sistema.

SISTEMA : MEZCALAPA - SAMARIA.

Claves y Características de las obras.

OBJETIVO : Las obras propuestas permitirán el control de los excedentes del río Mezcalapa, provocados por la descarga de los vertedores de las presas Peñitas y Malpaso.

Clave	Descripción
Mp1	Estructura de control sobre el río Carrizal
Mp2	Bordo Macayo.
Mp2	Bordo de empotramiento Carrizal M.D.
Mp3	Cauce piloto Samaria – Golfo, hasta el Mango y San Cipriano
Mp3	Cauce piloto Samaria – Golfo hasta Oxiacaque.
Mp3	Modificación de puentes Samaria I y II
Mp3	Modificación de puentes vía corta, El Mango y san Cipriano
Mp3	Drenes Samaria – Golfo M.D. , hasta El Mango y San Cipriano
Mp3	Drenes Samaria – Golfo M.D. , de El Mango y San Cipriano hasta Oxiacaque

TIPO DE OBRAS:

ESTRUCTURAS DE CONTROL

Mp1 Estructura de Control sobre el río Carrizal: Limitara los escurrimientos a gastos de conservación hacia el Río Carrizal, manejables por el sistema Medellín Jolochero, menores a 850m³/s.

Elementos Ambientales Afectados

AGUA

Impacto:

La operación de las obras provocará cambios en la distribución alterando el volumen de agua proveniente de los escurrimientos, repercutiendo principalmente aguas abajo de la obra.

En el área de influencia directa la modificación principal es en una sustitución total del hábitat presente

el cual es en su mayoría pastizal-sabana seguido de zonas con vegetación hidrófila (popal y tular) Dentro del pastizal se ubican zonas de agricultura de temporal, esta vegetación actual es, sin lugar a dudas, resultado de las alteraciones provocadas por las actividades humanas, lo que a derivado en una alteraciones tales como la deforestación y la reducción de las zonas hidrófilas que originalmente se presentaban en esta zona.

Dentro del vaso de llenado de la presa se pueden dar las siguientes alteraciones

- Alteraciones en sus características organolépticas principalmente en el Ph, salinidad, y turbidez
- Aumento en la concentración de materia orgánica en descomposición producidos por la degradación del material vegetal
- Disminución del oxígeno disuelto, por aumento de la descomposición de Materia orgánica presente en cauce de los ríos.
- La nueva superficie del agua aumenta la exposición a la evaporación
- En el área de influencia directa se modificara totalmente a un hábitat acuático
- Se esperan cambios climáticos principalmente aumento de humedad en los alrededores.

Agua abajo de la presa se presentan los cauces principales de los ríos Mezcalapa y Carrizal los cuales, actualmente, presentan cambios de nivel drásticos en el volumen de agua del cauce debido a los gastos de turbinación en la presa Peñitas para la generación de electricidad en horas "pico" La variación de estos gastos da lugar a cambios bruscos de nivel en los ríos, lo que ocasiona que las márgenes se erosionen. Con el paso del tiempo la erosión tan grande provoca fallas y pérdidas en la infraestructura de caminos.

Este evento a provocado, además de la modificación de las márgenes, la reducción del cauce (asolvamiento) derivando en una mayor oposición al curso del caudal.

Además de provocar daños muy graves a los organismos acuáticos, principalmente, ya la disminución del cauce de agua de los ríos disminuye (durante las horas pico de generación de electricidad) a tal grado que, a decir de los pobladores se puede cruzar caminando el cauce ya seco.

El objetivo principal de esta presa es evitar los cambios de nivel en los ríos Mezcalapa y Carrizal, ocasionados por los gastos turbinados en la presa Peñitas.

Mp1 Estrechamiento del río Carrizal repercutirá en los cambios de régimen hidráulico será aguas abajo de la bifurcación con el río Samaria. Actual gasto en el río el Carrizal obedece a los rompidos generados en el pasado, con esta obra se pretende retornar a los gastos originales (Samaria 60% y Carrizal 40%), ya que actualmente dichos gastos están invertidos.

Carácter.- Es benéfico, ya que con estas obras se restablecerán condiciones modificadas. Se prevé un aumento de los mantos freáticos de zona circundantes a la obra lo que beneficiara a la restitución de los hábitats hidrófilos y la vegetación tolerante a zonas inundadas tales como los bosques de Tintales, los cuales han sufrido modificaciones por actividades humanas.

Además de que permitirá un cauce constante, evitando la desecación debido a la generación de electricidad en las horas denominadas pico.

En el caso de la obra Mp1 se restablecerán los gastos modificados por las avenidas extraordinarias que ocasionaron el denominado rompido de las márgenes de los ríos

Duración.- Es permanente porque las obras no serán removidas.

Magnitud.- Es regional

Importancia.- significativa, con la operación de las obras se pretende restablecer los gastos originales entre los ríos Samaria y Carrizal, anteriores a la avenida extraordinaria del año de 1999. De igual forma la presa de cambio de régimen disminuirá la variación en el nivel del río, tal variación es producida por la turbinación de las presas Peñitas y Malpaso; reduciendo así, la desestabilización de sus márgenes y contribuyendo al control de inundaciones en la planicie.

FLORA Y FAUNA.

Impacto: Los cambios bruscos en el nivel pueden alterar la dinámica de especies cuya ovoposición esta directamente relacionada con las orillas o zonas bajas (por ejemplo peces del género *Cichlasoma* y crustáceos del género *Macrobrachium*); lo que al eliminar la competencia y/o control, ocasiona el aumento inconveniente (por ejemplo el caracido *Brycon guatemalensis*) y/o disminución de otras poblaciones. La disminución de los gastos afecta también la migración y la dispersión de las poblaciones de los peces. Por lo que al tener un gasto constante se reducirá este fenómeno y tenderá a restablecer las condiciones necesarias para el establecimiento de comunidades acuáticas

Carácter.- benéfico.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional.

Importancia.- Es significativa, debido a que la flora y la fauna existente en estas zonas dejara de ser sometida a situaciones de estrés, generados por la modificación de su hábitat.

MEDIDAS:

Realizar estudios de interacción ecológica, que permita conocer los cambios específicos ocasionados a este hábitat. Se debe controlar estrictamente el vertimiento y la calidad de las aguas residuales (municipales e industriales los cuales no deben sobre pasar los límites máximos permisibles por la NOM -001-ECOL-1996 publicada en el D.O.F. 1997) en los ríos; en conjunto con las autoridades municipales correspondientes.

SUELO

Impacto: La fertilidad de los suelos no será disminuida por la reducción en los porcentajes de humedad. Específicamente en las zonas aledañas a las lagunas permanentes cuyos suelos

tienen características de tipo solonchak, los cuales al reducir los niveles de saturación de agua desarrollan altas concentraciones de sales lo cual representa un problema para cualquier tipo de manejo agrícola.

Carácter.- benéfico por que tiende a reestablecer las características originales del suelo

Duración.- Es permanente por que los escurrimientos serán controlados desde aguas arriba y en épocas de avenidas.

Magnitud.- Es regional por que modificarán las características de los suelos en las zonas aledañas a las corrientes del Sistema Mezcalapa-Samaria

Importancia.- Es significativa, considerando que las modificaciones en la composición del suelo se verán reflejada en gran parte de la subcuenca de los ríos Mezcalapa, Samaria, Carrizal

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto: El uso del suelo de la región esta destinado principalmente a la pesca artesanal y en menor escala a la actividad agropecuaria, por lo cual se prevé un impacto en el incremento de la pesca artesanal ya que los cuerpos de agua serán mayores, además de la presa que, a mediano plazo, se puede convertir en una fuente de productos de pesca. La actividad agrícola se reducirá, a cultivos resistentes a grandes cantidades de agua como el arroz, sin embargo se vera compensado con la actividad pesquera. Además se regularan los gastos hidráulicos que provocan desbordamientos e inundaciones en la planicie del estado. Esto permitirá un mejor manejo de gastos con avenidas extraordinarias evitando desastres mayores.

La infraestructura y servicios regionales se verán beneficiados por las obras

Carácter.- benéfico. Porque se protege a la población, vías de comunicación y servicios.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es regional.

Importancia.- Es significativa, ya que se cumple con el objetivo integral de las obras: la protección a poblaciones.

MEDIDAS :

Indemnizar a los habitantes afectados en la reducción de las zonas agrícolas y/o ganaderas. Asimismo se deben implementar programas para sistemas agrosilvopastoriles y acuicultura extensiva que permitan la generación de nuevas alternativas económicas. Apoyar el desarrollo de la pesca ribereña mediante financiamiento y programas técnicos.

No introducir flora y fauna exótica, favoreciendo el establecimiento de especies locales de importancia comercial.

BORDOS

Mp3 Bordos longitudinales márgen derecha del río samaria hasta El poblado El Mango y San Cipriano y posteriormente hasta Oxiacaque, con un dimensionamiento de 4 m ancho corona, con una longitud de 31 km y una altura promedio de 2.22 m. El funcionamiento de esta obra esta acompañada por los drenes laterales **Mp4**, cuya función será de encausar y evitar inundaciones debidas a la interrupción de los ríos y lagunas interferidos, en este sentido .

AGUA

-

Impacto

Los escurrimientos y la dimensión de estos se modificaran por la operación de lo bordos ya que interrumpirá derivaciones del río Samaria así como cuerpos de agua que se encuentran en la zona que se utilizara como cauce. Los escurrimientos interferidos serán encausados por los drenes laterales, los cuales, así como en canal de derivación evitaran el aumento de nivel del agua por la interrupción de los escurrimientos.

El aumento del cauce y por consiguiente del gasto hidráulico provocara una mayor evaporación de la lamina de agua, aumentara la velocidad del cauce, los niveles de los mantos freáticos aledaños a la zona de influencia de las obras tenderán a incrementarse por lo que aumentaran los cuerpos de agua (lagos y lagunas), así como la humedad de la zona.

Al inicio de la etapa de operación el cauce acarreará gastos hidráulicos turbios que contendrán gran cantidad de material disuelto lo que causara cambios en su composición. Esto será de manera temporal ya que tendera a revertirse en un corto plazo.

En las etapas de Mantenimiento solo se prevean reparaciones cuando existan evidencias de daño de algún tramo de un bordo lo cual provocaría un incremento pequeño de aporte en el cauce del río el cual., por la velocidad del cauce y el efecto de dilución, su efecto disminuirá en un plazo muy corto. Durante la operación de esta obra se pueden implementar la creación de obras de descarga de los poblados de los municipios cercanos, lo cual decrementara la calidad del agua.

Carácter Adverso ya que se verán modificados los escurrimientos y el gasto de cauce de los ríos, así como la calidad de esta de forma temporal

Duración permanente

Magnitud Regional

Importancia Poco significativa , tomando en cuenta que la dimensión de la obra es pequeña en relación con el área de influencia, además que ya en funcionamiento los drenes permitirán mantener los cuerpos de agua las zonas aledañas a la zona y evitara que se incremente el nivel de agua fuera de los bordos, por le interrupción de los escurrimientos interrumpidos.

FLORA Y FAUNA

Estos dos componentes del ecosistema están íntimamente relacionados, pudiéndose decir que la vegetación es un factor limitante para el establecimiento de la fauna.

Impacto Como ya se dijo las carreteras, ya existentes, que serán tomadas como bordos , ya han hecho su efecto al entorno (Mp3 bordos longitudinales) pudiéndose apreciar grandes zonas de pastizales y zonas dedicadas a la agricultura que han reemplazado a la vegetación de selva baja (tintales) y vegetación hidrófila principalmente .

En las obras denominadas como Mp3 su influencia estará sobre vegetación ya deteriorada , sobre todo del lado derecho en donde predomina los pastizales, zonas agrícolas, manchones de tintales y de vegetación hidrófila esta condición repercute en la fauna presente de la zona ya que abundan los pequeños mamíferos, reptiles y anfibios . El grupo animal de mayor distribución en la zona son las aves ya que tienen influencia en estos para su alimentación (tanto en pastizales, como en vegetación hidrófila), percha y pernocta (en las zonas arboladas) y su reproducción en las zonas arboladas así como en las zonas de vegetación hidrófila.

La zona de influencia con mayor impacto será la del cauce de la obra, la cual abarcará 20 m. de ancho, a lo largo de este cauce domina la cubierta agrícola, los pastizales y reductos muy pequeños de vegetación hidrófila, esto se presenta hasta la altura del sitio denominado El Mango y San Cipriano. Así mismo existe una zona muy amplia, dentro del cauce, sujeta a inundaciones. El segundo tramo del cauce (después del Mango y San Cipriano hasta el Oxiacaque) abunda la vegetación hidrófila seguido de zonas de agricultura y pastizal algunas zona de selva baja (tintales) y pequeñas zonas de mangle .

Así mismo existen zonas sujetas a inundación, al tener una barrera física (bordos) aumentará los volúmenes de agua dentro del cauce de alivio, al interrumpir los escurrimientos, lo que favorecerá la presencia de vegetación hidrófila. En tiempo de estiaje el caudal del cauce de alivio estará determinado por los gastos del río Samaria y sus diferentes derivaciones, dicho gasto permeará de una humedad suficiente para mantener la vegetación hidrófila de la zona. En época de avenidas en nivel del cauce de alivio se incrementará de manera importante el cual podrá soportar hasta un gasto de 5000 m³/s.

La fauna de esta zona caracterizada por pequeños mamíferos como roedores y edentados como el armadillo. Reptiles como la iguana diversas víboras y culebras, varias especies de tortugas , así como una casi nula presencia de cocodrilos. Dentro de los cuerpos de agua los peces con mayor presencia son el Róbalo prieto, Róbalo blanco, la Cazarrica , la Mojara y el pejelagarto(en menor cantidad). La presencia de grandes mamíferos es casi nula, aunque la literatura y reportes verbales de los pobladores suponen la presencia de venado temazate. La presencia de aves es importante que se alimentan en zonas de inundación así como en sabanas, además de las migratorias que llegan a los cuerpos de agua presentes en la zona.

Cracter adverso ya que alterará el comportamiento y distribución de las especies presente principalmente dentro del cauce de alivio.

Duración Permanente.

Magnitud Regional

Importancia. Poco significativa , ya que la incidencia directa está dado sobre la franja del cauce en donde en entorno se encuentra ya alterado, sobre todo en las obras de la primera etapa , en la zona donde se ubican las obras denominadas de la segunda etapa presentan una dominancia de

vegetación hidrófila, popales y tulares con su fauna asociada. El llenado de este cauce será paulatino lo que dará oportunidad a la fauna móvil reptiles anfibios y pequeños mamífero de buscar una nueva ubicación, cabe mencionar que el llenado total se dara solo en casos extraordinarios, por lo que se incrementara la dominancia, dentro del cauce la vegetación , hidrófila.

La vegetación a los lados, izquierdo y derecho, de los bordos al incrementarse el volumen de agua dentro del cauce, aumentaran los niveles freáticos favoreciendo a la vegetación hidrófila, la cual existe presencia lo largo de esta obra..por lo que no se vera afectado ya que no se desecara, esto favorecerá a que no existan las condiciones de terreno propicias para el asentamiento humano irregular

SUELO

Impacto en esta etapa se vera afectado ya que disminuirá el deposito de material acarreado y depositado en la planicie , lo cual al estar encausado, gran parte de la planicie no recibirá aporte de nutrientes provenientes de este material de acarreo. Esto repercutirá en la fertilidad potencial de los suelos lo que decrementara su potencial agrícola, no obstante este factor esto favorecerá al desarrollo de vegetación silvestre la cual, ya establecida, tiene mecanismos propios que permiten su permanencia en la zona

Carácter Benéfico tomando en cuenta que se tiende a restablecer las condiciones de flora nativa, ya deteriorada mucho antes del proyecto

Duración Permanente.

Magnitud Regional

Importancia significativa aunque el detrimento de la calidad de suelo para fines agrícolas, el realizar acciones tendientes a restablecer ecosistemas deteriorados tiene una importancia a nivel regional ya que contribuye a la estabilidad ecológica, muy deteriorada en la actualidad.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto el mayor efecto del impacto se vera reflejado en la vocación del suelo ya que se afectaran las zonas agrícolas y ganaderas por la implementación de esta obra

Carácter adverso

Duración Permanente.

Magnitud Regional

Importancia poco significativa ya que se contempla indemnizar a las personas afectada por la obra.

Conclusiones:

Las obras de este sistema están encaminadas a revertir los fenómenos producidos por el funcionamiento de la presa Peñitas (desestabilización de márgenes de los ríos Mezcalapa, Samaria y Carrizal), los efectos producidos por las avenidas máximas (cambio de gastos de los ríos Samaria y Carrizal).

Este sistema tiene como finalidad un adecuado funcionamiento para avenidas extraordinarias por lo que el denominado cauce de alivio servirá para evitar inundaciones en poblados y ciudades, principalmente en la ciudad de Villahermosa, además de que las descargas de las presas Peñitas y Malpaso, en eventos extraordinarios estarán mejor reguladas y se realizarán sin peligro hacia la planicie, ya que esta obra permitirá encausar estos gastos hacia el golfo con un riesgo mínimo , hacia los pobladores, la infraestructura y actividades económicas de la región.

Como ya se menciona la gran mayoría de los denominados bordos ya existen y están funcionando como carreteras o caminos por lo que las alteraciones al entorno se efectuarán antes de estas obras.

Los bordos que se construirán son los denominados bordos laterales derecho e izquierdo en las etapas 1 y 2 interrumpirán las derivaciones del río Samaria y Guasimo Principalmente . Esta obra no afectara sustancialmente el entorno debido a las dimensiones de la obra es pequeño en relación con todo el entorno, además de que se favorecerá el mantener las zonas con vegetación con menor perturbación. Estos bordos pueden funcionar como prolongación de las vías de comunicación ya existentes, en este sentido también se prevé la construcción de tres puentes uno a la altura del puente vía Corta , el segundo a la altura del puente San Cipriano e l Mango .

El funcionamiento de estas obras tendrán un beneficio directo a los pobladores ya que se reducirá en casi su totalidad el riesgo de inundaciones, el entorno biológico se vera afectado de manera mínima ya que , como ya se dijo se favorecerá el mantener la vegetación menos afectadas (hasta antes de las obras). Además de que si se llevan a cabo las medidas de mitigación propuestas los efectos al entorno se verán muy reducidos incluso permitirá iniciarse un proceso de recuperación de la flora nativa y por ende de la fauna asociada (principalmente en la vegetación hidrófila). realizando un balance global del sistema existen un mayor numero de beneficios que se derivan de este trabajo

SISTEMA : RÍOS DE LA SIERRA.

Claves y Características de las obras.

OBJETIVO : Las obras propuestas controlarán los escurrimientos, hacia la ciudad de Villahermosa, provenientes de la Sierra Norte de Chiapas.

Los gastos excedentes se derivarán hacia la zona baja del río Grijalva

Clave	Descripción
Sp1	Bordo Gaviotas
Sp1	Bordo Aeropuerto
Sp1	Bordo Parrilla (sobreelevación caminos)
Sp1	Bordo playas del Rosario M.I.
Sp2	Estructura de control sobre el Río Pichucalco

Sp3	<i>Estructura de control sobre el Río la Sierra</i>
Sp8	<i>Bordo M.I. Río Grijalva</i>
Sp6	<i>Bordo Astapa – Pueblo Nuevo</i>
Sp6	<i>Bordo Jalapa – Astapa</i>
Sp6	<i>Bordo camino San Isidro</i>
Sp6	<i>Bordo Playas del Rosario - Huasteca</i>

TIPOS DE OBRAS

Bordos.

Una constante en la proyección de los tres Sistemas para la protección contra inundaciones, es la utilización de bordos que van desde utilizar caminos existentes como base y solo se implementa una sobre elevación para habilitarlo como bordo, o su total construcción para su posterior utilización como camino.

Este sistema no es la excepción, ya que de las 11 obras que se implementarán 9 de ellas son bordos de diferentes características, esto implica ciertas ventajas :

- > Requerir solo una mínima cantidad de material, y no realizar una sobre explotación de los bancos de material de la localidad de cada una de las obras.
- > Que la infraestructura ya existente cumple con dos funciones como vía de comunicación y como obra hidráulica proporcionándole de esta manera una máxima explotación a la infraestructura creada.
- > El proteger a los asentamiento humanos.
- > El mínimo impacto al ambiente, ya que los caminos y las carreteras son barreras físicas establecidas en un periodo aproximado no menor a 15 años, esto por consecuencia minimiza el impacto al ambiente por las obras hidráulicas, ya que los impactos son dados mucho tiempo antes de la implementación de las obras hidráulicas.

Estructuras de Control.

Este tipo de obra tiene como función la de controlar los gastos que escurren en una sección de río a través de la operación de compuertas radiales que fueron dimensionadas, en forma preliminar, en función del tirante máximo y del número de las mismas que se requiere para cubrir la totalidad del ancho del río.

SELECCIÓN DEL SITIO.

Los estudios preeliminares que se realizan para este tipo de obras (estudios topográficos, campañas de mediciones de corrientes, etc.), no requieren ninguna actividad que su acción cause algún impacto al medio, mientras se desarrolla esta etapa.

PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

MICROCLIMA.

Se presenta una modificación en el microclima o clima local, ya que las carreteras y/o caminos

habilitados como bordos o viceversa según el caso, forman barreras físicas que impiden el intercambio horizontal del aire.

La velocidad de fluencia del viento va en función de la disposición y características que el suelo presente (rugosidad y pendientes principalmente).

Por esta razón en zonas de planicie con grandes extensiones, se presenta un fraccionamiento de las corrientes de aire que se presentaban anteriores a la implementación de las barreras físicas antes mencionadas.

El desmonte y deshierbe actividades propias de la preparación del sitio y construcción, conducen a cambios en la Temperatura, Insolación en la masa de aire inmediata al terreno implicado por lo cual repercute en cambios en el clima local.

A su vez resulta en efectos sinérgicos sobre la distribución espacial y temporal de la Flora y Fauna existentes en la región, debido al cambio de condiciones climáticas provocadas.

Carácter. Adverso. Debido a los cambios en las condiciones originales lo que provoca disturbios en la dinámica de la biota local.

Duración. Temporal. Ya que una vez terminado el periodo de aplicación de las actividades antes mencionadas viene un rápido periodo de regeneración de la colonia herbácea.

Magnitud. Local. Por la afectación del ambiente inmediato.

Importancia. Poco significativo, ya que como se menciona anteriormente la mayoría de impactos generados por la acción de estas barreras físicas ya han generado ciertas condiciones de deterioro por un largo lapso de tiempo, el darles un segundo uso habilitándolos como bordos, es tratar de darles la máxima explotación a su uso, el clima por la afectación local no es tan determinante a pesar de que la zona es un terreno de planicie, ya que estas regiones contienen gran cantidad de humedad, factor que ayuda a tener condiciones uniformes en las características climáticas de la región.

AIRE

Impacto.

En esta etapa de actividades, la principal afectación al medio ambiente es por acción de la generación de emisiones de gases y partículas de humo, además del ruido, ocasionados por la operación de equipos de combustión interna, así como el tránsito de vehículos de abastecimiento a la obra, transporte de personal, etc.

Contribuyendo con esta acción al detrimento de la calidad de aire.

El efecto nocivo causado por la emisión de estos contaminantes afecta solo de manera temporal ya que solo dura mientras se gesta esta etapa de preparación y construcción, otro factor que sin duda alguna ayuda a minimizar este efecto de contaminación es el factor de dilución de los contaminantes ya que al ser una zona de planicie las corrientes de aire son las responsables de dispersar los contaminantes y evitar acumulaciones importantes de contaminantes.

Carácter. Es adverso por que los gases generados durante la combustión de los equipos al estar en contacto directo con los organismos causan un efecto negativo.

Duración. Temporal, la permanencia de dichos compuestos y materiales en el aire tienen un rango que va de días a semanas, prolongándose los efectos el tiempo que dura la actividad que los produce y va íntimamente relacionado con las condiciones atmosféricas que presente la localidad afectada.

Magnitud. Regional ya que la generación de los contaminantes es puntual, se produce en el sitio de la obra, y su dispersión es regional.

Importancia. Es no significativo ya que el efecto " dilutivo " ya mencionado se ejerce por la acción de las condiciones meteorológicas de la región (precipitación y vientos) esto produce la rápida dispersión de los contaminantes. Sin perder de vista los daños ocasionados por la acumulación del contaminante.

SUELO

IMPACTO : Al retirar el sustrato herbáceo de la zona el suelo en su constitución se vuelve más susceptible a la pérdida de sus constituyentes minerales y orgánicos a causa de la falta de una estructura que lo sustente, favoreciendo con esto el efecto erosivo en los suelos.

Carácter. Adverso ya que favorece la erosión de los suelos, y existe la extensión del fenómeno en el área.

Duración. Prolongado., ya que el proceso erosivo se extiende en tiempo aún más que las actividades que le dieron origen.

Magnitud. Local por que el efecto que genera no se extiende a más de 1 Km. de distancia a la redonda.

Importancia. Es poco significativo . debido a la configuración topográfica del terreno, ya que son zonas de grandes planicies con excepción de las obras que se encuentran localizadas en la parte alta de los ríos de la Sierra (diques de Retención de azolve) y a baja erodabilidad que presentan los suelos de esta zona

SUELO.

Sin duda alguna otra forma de impactar negativamente el factor suelo es por la acción de la contaminación por residuos sólidos y líquidos, que al escurrirse o dispersarse por fuga accidental se depositan en el suelo, y una vez ahí forman parte integral de su composición química.

Carácter.

Al formar parte de la dinámica química del suelo los residuos, ocasionan cambios en la actividad microbiana e impide o daña las facultades que tiene el suelo para proporcionar a las plantas nutrimentos esenciales para su subsistencia, reduciendo así su productividad. En consecuencia el efecto que tiene en las plantas afectadas y los ciclos biológicos en donde intervienen le da un carácter negativo a su influencia.

Duración.

Temporal ya que la permanencia de los químicos ajenos al suelo se prolonga por meses mientras dura la actividad que gesta el efecto.

Magnitud.

Los efectos de la contaminación de los suelos tiende a ser local, ya que la difusión de estos contaminantes se restringe al mismo lugar del derrame.

Importancia.

El vertimiento de residuos líquidos al suelo es poco significativo ya que ocasionalmente se dan derrames en cantidades importantes, y con respecto a los residuos sólidos su recuperación y destinación final es fácil.

SUELO.

Impacto.

Al realizar las actividades de preparación del sitio se afecta directamente al paisaje original, al insertar cualquier tipo de estructura ajena al medio y/o modificar algún canal, o estructura se alterará el medio original.

Carácter.

Adverso por la modificación realizada al medio natural

Duración.

Permanente ya que el establecimiento de las obras de cualquier tipo esta considerada para un periodo de retorno de 50 años.

Magnitud.

Local ya que la modificación del medio se realiza únicamente en el lugar del establecimiento de la obra.

AGUA.

Impacto:

En el desarrollo de estas dos etapas de gestión del proyecto el impacto, la principal afectación al elemento agua como común denominador es, que al realizar los procesos de desmonte y deshierbe el material resultante en muchas ocasiones no se tiene contemplado con un sitio de deposición, dejando el material producto de la excavación, desmonte y deshierbe en el lugar del sitio de obra, ya que al ser una región donde predomina las precipitaciones, el escurrimiento hacia los cauces provoca rápidamente el incremento de material que provoca el asolvamiento de los cauces aguas debajo, reduciendo así su capacidad hidráulica.

Las estructuras Sp2 y Sp3 cuyo régimen hidráulico de los ríos Pichucalco, la Sierra y Grijalva se modificara limitando y controlando sus escurrimientos hacia las (Laguna El Camarón, La Parrilla) que reciben afluentes de estos ríos, así como en las zonas de inundación: Se preveé un aumento en la concentración de sales disueltas (carbonatos y sulfatos logran una disminución del ph por la actividad bacteriológica que pudiera incrementarse ocasionada por el vertimiento de aguas municipales con contenido de materia orgánica; Esta agua contiene sustancias muy diversas entre ellas están los detergentes arrastrados por la corriente se caracterizan por ser tensoactivos rompiendo la tensión superficial del agua, además son (ricos en fosfatos) provocan alteraciones en el sistema nervioso de los organismos, (Calva,1999) el arrastre de aguas proveniente de campos de cultivo con contenido de pesticidas y descargadas en estos sistemas naturales; pueden generar un efecto sinérgico en organismos ocasionando bioacumulación, bioconcentración en el tejido de plantas y animales y biomagnificación poniendo en peligro los niveles superiores de la cadena trófica. (Harte,1995).

Fósforo y Nitrógeno (Orgánico e Inorgánico): La introducción de materiales nutrientes de esta clase a la laguna de regulación los zapotes pone en movimiento una cadena única de sucesos, por que las aguas en reposo son esencialmente comunidades cerradas en las que los materiales alimenticios se mantienen o acumulan por circulación a través de los diferentes niveles tróficos. El incremento acumulativo de estos elementos puede convertirse extremoso en el nivel de nutrimentos (Fair,1989). Creando a lo largo del tiempo un sistema saprobio.

Carácter.- Es adverso, ya que afecta la calidad de agua original del agua , afectando la biota acuática existente.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es regional porque se modifica los gastos de la subcuenca ríos de La Sierra.

Importancia.- Es significativa

AGUA

Impacto:

De acuerdo al inadecuado manejo y disposición de residuos (sólidos y líquidos) Podrían tener contacto con el agua de la zona y contaminar este elemento afectando sus características físicas y químicas disminuyendo así su calidad.

Carácter.

Adverso. Por que la disminuir la calidad del agua puede ser nociva para los organismos que tengan contacto con ella para cumplir sus necesidades viéndose afectado su desarrollo.

Duración.

Prolongado ya que muchos de los residuos generados en esta etapa son hidrocarburos, grasas y aceites y su separación del agua es difícil.

Magnitud.

Puede ser regional , ya que al entrar en contacto tanto con aguas superficiales como subterráneas llega a superar una afectación en un área mayor de 1 Km.

Importancia.

No significativo ya que el volumen utilizado en estas etapas no es un volumen considerable.

FLORA Y FAUNA.

Impacto:

Al realizar actividades propias de la preparación del sitio al retirar de la zona de ubicación de la obra la cubierta vegetal al igual será removida la fauna menor existente en la zona afectando lugares de anidación y la dinámica propia de los organismos afectados por esta acción

Un posible proceso que se identifica es la reducción en el tirante de agua, en la laguna de regulación los Zapotes, producto del asolvamiento, como consecuencia del alto porcentaje de sedimentos transportados por los ríos desde la cuenca alta, por consiguiente la introducción de

nutrientes puede producir un enriquecimiento anómalo ya que fungirá como una trampa de detritus (materia orgánica con diferentes grados de descomposición) en el sistema. Si ambos procesos se dan de manera simultánea el azolve y el enriquecimiento extra de nutrientes a través de los años puede conducir estos embalses hacia una eutroficación siendo este proceso el paso inicial de una serie de eventos hacia la conversión a un pantano lo que conlleva a cambios sucesivos y graduales en la presencia principalmente de peces comestibles por el hombre.

Carácter. Es adverso

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional.

Importancia.- Es significativa debido a que la flora y la fauna existente en estas zonas sufren procesos de adaptación a los nuevos hábitats, siendo que la fluctuación del nivel del agua con respecto al tiempo, no es considerable.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto: La infraestructura y servicios regionales se verán beneficiados por las obras, generando así la protección contra inundaciones, a las poblaciones asentadas en la planicie.

Carácter.- Es benéfico, porque se protege a la población, vías de comunicación y servicios aumenta la calidad de vida de la población y la P.E.A..

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional porque se controlará el flujo de los escurrimientos al nivel de subcuenca ríos de La Sierra.

Importancia.- Es significativa, porque se protege con el objetivo integral de las obras: la protección a poblaciones.

BORDOS.

AGUA.

Impacto: Las obras tienen como objetivo limitar, regular y encauzar los excedentes y formar zonas de regulación por lo que se prevé: En las actividades agrícolas el uso de pesticidas es una acción común, se ha identificado que en Tabasco el uso de clordano insecticida eficaz en el control de plagas de tierra. La precipitación fluvial y el arrastre de estas tierras contaminadas en donde el clordano no se filtra en el suelo, sino que se adhiere a las partículas de tierra es desprendido y transportado hacia los ríos y posteriormente a los reservorios “**lagunas artificiales**” en donde se acumula en los sedimentos acuáticos y organismos como el langostino (*Macrobrachium acanturus*) organismo bentónico, carpa común (*Ciprinus carpio*), la cual incluye hábitos alimenticios bentofagos, alimentándose de gasterópodos, moluscos y anélidos; mojarra de agua dulce del género (*Cichlasoma*) encontrándose en la cuenca Usumacinta-Grijalva 23 formas

diferentes de las cuales 10 son endémicas (Torres,1991). La interacción entre las especies es estrecha y aunque poseen hábitos alimenticios diferentes su participación en la coexistencia establece una asociación positiva, con lo que una alteración al recurso alimenticio de una especie puede iniciar una secuencia de desequilibrios a gran escala.

El clordano como todos los pesticidas se acumula y concentra en tejido ocasionando alteraciones en el sistema nervioso de los individuos, los cambios conductuales en el organismo que nos llevaran a determinar el grado de afectación en la fisiología del individuo desde el nivel más bajo (celular, bioquímico ó fisiológico) solo podrá ser conocida a través de conocer la concentración a la cual se encuentra el tóxico en el agua y de la capacidad de compensación del organismo figura-1, así como del tiempo de exposición de los individuos al tóxico y de su capacidad sensorial para percibir el tóxico, los cambios representados en los efectos y en las respuestas del individuo indicaran el grado de deterioro ambiental mediante índices de estrés (Alcaraz,1999). Esto permitirá hacer inferencias sobre como la introducción de la sustancia puede alterar el nivel organizacional, la estructura del ecosistema y los daños a la salud humana, puesto que las especies antes mencionadas son comestibles para las poblaciones aledañas y pueblos circunvecinos; el clordano se ha clasificado como B₂ carcinogénico en animales y como probable carcinógeno en humanos.(Harte,1995).

Las zonas de regulación (Los Zapotes) y los reservorios permanentes como la laguna La Parrilla, El Camarón, El Casajal, Santa Rosa, La Lima y El Chuy, se verán afectadas además de lo anterior en los siguientes rubros.

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Aumento de la DBO el aumento estará en función de los excesos de MO, y sustancias químicas xenobióticas, utilizadas en las actividades agrícolas y urbanas vertidas a los ríos por arrastre o red de alcantarillado, los cuales serán transportados y depositados en las lagunas de regulación las cuales fungirán como trampa de detritus..

Carácter.- Es adverso porque se modifica el régimen hidráulico.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es regional porque se modifica los gastos de la subcuenca ríos de La Sierra.

Importancia.- Es poco significativa, el sistema presenta una alteración considerable antes de la ejecución de las obras.

FLORA Y FAUNA

Impacto: La diversidad acuática en las lagunas esta condicionada por la presencia de ciertos elementos, la relación N:P, es un indicador del contenido de nutrientes, las variaciones en el cociente N:P se ve reflejada en la abundancia de fitoplancton, por ejemplo, las cianofitas si se encuentran de forma abundante significa que el aporte epicontinental a aumentado, la excesiva introducción de este nutriente, el fósforo puede alterar los ciclos biogeoquímicos y modificar a través del tiempo los niveles tróficos superiores.(Alvarez,1993).

Otro posible proceso que se identifica es una reducción en el tirante de agua, en las lagunas, producto del asolvamiento, como consecuencia del alto porcentaje de sedimentos transportados por los ríos desde

la cuenca alta, por consiguiente la introducción de nutrientes puede producir un enriquecimiento anómalo del sistema.

Asimismo, la vegetación hidrófila está condicionada por la eutroficación; afectando la densidad, esto va a tener influencia y efectos sobre la fauna (aves y peces principalmente) que utilizan estas zonas para pernoctar, alimentación y reproducción.

Carácter.- Es adverso porque se afecta directamente las interacciones ecológicas de los ecosistemas.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional porque se modifican las áreas de inundación al nivel de subcuenca.

Importancia.- Es poco significativa, debido a que la flora y la fauna existente en estas zonas sufren procesos de adaptación a los nuevos hábitats, siendo que la fluctuación del nivel del agua con respecto al tiempo, no es considerable.

MEDIDAS:

Se debe controlar estrictamente el vertimiento de aguas residuales (municipales e industriales) en ríos, lagunas y zonas de inundación.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto: El uso del suelo de la región está destinado principalmente a la actividad ganadera y en menor escala a la agricultura; por lo cual se prevé un impacto en la reducción de estas actividades, ya que las zonas de regulación sustituirán las zonas agrícolas y ganaderas. De igual forma se verá afectada la tenencia de la tierra, así cuando algunas de las obras lo requieran se realizará la expropiación de propiedad privada.

Carácter.- Es adverso por la repercusión directa a la economía local.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional porque se modifican las áreas destinadas a la actividad agropecuaria a nivel de subcuenca.

Importancia.- Es significativa, porque se afecta a la Población Económicamente Activa, reduciendo sus actividades económicas prioritarias.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto: La infraestructura y servicios regionales se verán beneficiados por las obras, generando así la protección contra inundaciones, a las poblaciones asentadas en la planicie.

Carácter.- Es benéfico, porque se protege a la población, vías de comunicación y servicios.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional porque se controlará el flujo de los escurrimientos al nivel de subcuenca ríos de La Sierra.

Importancia.- Es significativa, porque se protege con el objetivo integral de las obras: la protección a poblaciones.

EVALUACIÓN REGIONAL SISTEMA RIOS DE LA SIERRA

Es pertinente de acuerdo a todos los impactos generados (de cualquier índole) y por los efectos sinergeticos presentados a través de la subcuenca realizar un análisis que presente una visión más clara de todos los componentes del medio y su afectación por el conjunto de obras consideradas en el Sistema Ríos de la Sierra .

En congruencia con lo planos generados para la distribución de la flora , fauna , carreteras y zonas de inundación observamos que en la zona denominada Ríos de la Sierra predomina la vegetación compuesta por Pastizal – Sabana (*SEDESPA ,1999*), y en zonas de la parte de la sierra colindante con el estado de Chiapas existen grandes extensiones de Selvas altas perennifolias e insipientes manchones de Tular con lirio en la zona circundante al la ciudad de Villahermosa.

Al igual se hace mención de la fauna vinculada a la distribución de la vegetación, la presencia de pequeños mamíferos, reptiles, aves y peces.

Preparación del Sitio y Construcción .

Afectaciones a la mayoría de los factores presentados en los rubros anteriores en cada una de las obras por las acciones llevadas a cabo en la etapa de preparación del sitio, no marcan un impacto de manera regional por el motivo de que las obras del Sistema ríos de la Sierra serán construidas en tiempo de forma desfasada y ninguna se construirá al mismo tiempo que otra, evitando así la generalización de las condiciones de afectación en la región en la región.

Operación.

En esta etapa de desarrollo es donde el efecto sinergetico guarda un papel preponderante ya que al modificar y rescatar algunas de las zonas de inundación existe una serie de cambios a los cuales es importante referirse.

La cantidad de agua que pasa por los cauces no será modificada ya que la mayoría de las obras están consideradas para controlar los excedentes en caso de un evento extraordinario, y las corrientes actuales que lleguen a modificarse se prevé la conservación de un gasto ecológico que no afecte la biota existente en los cauces, la implementación de zonas de regulación delimitadas por bordos donde la capacidad de captación sea alta, estas zonas habitualmente eran zonas de inundación solo que ahora su capacidad será optimizada, existirán afectaciones innegables a la dinámica del ecosistema al inundar zonas en las que no se presentaba esta condición, áreas que al no ser retirado el sustrato herbáceo los parámetros físico químicos del agua se presentarán discontinuos en lo que se gesta un proceso de adaptación de medio.

En el caso de la fauna, la distribución espacial y temporal de los organismos ya habrá sido afectada por

el establecimiento de barreras físicas (caminos y carreteras) donde la dinámica poblacional se ha afectado al desequilibrar las actividades más importantes de la fauna existente en la zona.

Hábitos migratorios zonas de reproducción , zonas de alimentación

SISTEMA : CARRIZAL - MEDELLIN

Claves y Características de las obras.

OBJETIVO : Las obras propuestas permitirán la conducción de los gastos controlados del río Carrizal y de los ríos de la sierra, así como del agua de lluvia entre el cauce de alivio y el río Grijalva.

<i>Clave</i>	<i>Descripción</i>
<i>Cp1</i>	<i>Bordo Gaviotas</i>
<i>Cp1</i>	<i>Bordo Aeropuerto</i>
<i>Cc 2</i>	<i>Bordo Parrilla (sobreelevación caminos)</i>
<i>Cc 2</i>	<i>Bordo playas del Rosario M.I.</i>

Las carreteras y Caminos construidas, con anterioridad a este proyecto, actúan como barreras físicas a los escurrimientos lo que ha generado zonas de inundación importante en este sistema, como se observa en el plano VII.3.1. han generado características de inundaciones recurrentes en temporada de lluvias.

ACTIVIDADES GENERALES DE LA OBRA PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

BORDOS

MICROCLIMA.

Impacto: la influencia de las obras se realizarán sobre terrenos dedicados, actualmente, mayoritariamente a la agricultura y la ganadería, por lo que en esta fase del proyecto los desmontes y despalmes serán mínimos, tanto por el uso de suelo como por la extensión (18 km) por lo que las alteraciones microclimáticas serán mínimas en comparación con lo ya existentes.

Carácter.- Es adverso

Duración.- temporal ya que terminará una vez que acaben estos trabajos tendrán la oportunidad de atenuarse poniendo en práctica las medidas de mitigación

Magnitud.- local

Importancia.- poco significativo, por los motivos anteriormente expuestos. y debido a las dimensiones de la obra, que son pequeñas, tomando en cuenta la magnitud de la zona y de la obra.

AIRE

Impacto: Se generarán emisiones de gases y partículas de humo, polvo además de ruido, debidas a la operación de equipos de combustión interna durante la etapa de construcción y del tráfico de vehículos que abastecerán de materiales así como del transporte del personal.

El aporte de compuestos tóxicos (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre) afecta temporalmente la calidad del aire.

Carácter.- Es adverso por el efecto tóxico que ejerce en el ambiente.

Duración.- Temporal, la permanencia de dichos compuestos y materiales en el aire tienen un rango que va de días a semanas, prolongándose los efectos el tiempo que dura la actividad que los produce.

Magnitud.- Local ya que el grado de dispersión de los contaminantes está en función de las condiciones meteorológicas de la región tales como los vientos y precipitaciones, sin embargo, los bajos volúmenes emitidos hacen que se dispersen rápido, por lo que se consideran locales.

Importancia.- No significativo el efecto provocado por las emisiones de gases y polvos debido a que las lluvias copiosas en la zona precipitan a los contaminantes y el viento los dispersa diluyendo su importancia y su posible efecto. El ruido generado por la maquinaria ahuyentará a la fauna presente en esa zona, pero este fenómeno tenderá a revertirse al finalizar estas actividades.

RELIEVE.

Impacto: Para la construcción de bordos se realizan una serie de actividades que tienen como factor común socavar el terreno, agregar material para la formación de los bordos así como unir estros al cauce principal del dren Victoria para canalizar parte de los gastos hidráulicos provenientes del río Carrizal.

Carácter: Es adverso ya que modifica el terreno

Duración: La duración del impacto es permanente por que el relieve original no se recupera, puesto que dichas obras no serán removidas

Magnitud: Es un impacto local ya que se completara un cauce ya existente(dren victoria) y se prolongara hasta el río Carrizal (18 km) por lo que la magnitud del impacto se dará en este tramo de la obra.

Importancia: No significativo. Si bien contribuye a cambios del entorno natural actual en el paisaje y representa una barrera física para los organismos presentes en la zona, principalmente organismos terrestres, que verán reducida su área de acción. Dicho entorno se encuentra alterado por las actividades humanas, dedicadas a la agricultura y ganadería principalmente, además de lo reducido de las dimensiones (en comparación de toda la obra).

SUELO.

Impacto: Las labores implicadas durante la construcción de las obras, esencialmente por el desmonte, despalme, excavación y compactación aumentan la erosión, la falta de una estructura que sustente el suelo tal como lo son las raíces de las plantas los hacen más susceptibles a la pérdida de sus constituyentes minerales y orgánicos, los efectos específicos serían los siguientes:

- e) Mayor susceptibilidad a la erosión por factores de aire y precipitación fluvial.
- f) Cambios en la textura propia del suelo (arena, arcilla, limo, materia orgánica y humus).
- g) Cambios en porosidad, densidad aparente y real, debido la compactación.
- h) Cambios en su composición química principalmente en nitrógeno, fósforo y potasio, ya que la principal fuente de estos compuestos será removida y transportada por acción del viento.

Los residuos sólidos como estopas, costales de cemento, restos de madera, clavos, la creación de lodos, representan fuentes de contaminación local inducida y el fomento a la creación de basureros clandestinos que pueden conducir a cambios en las propiedades e integridad física del terreno.

Asimismo, existe la posibilidad de contaminación a los suelos en caso de derrames o fugas accidentales de combustibles, aceites ó lubricantes utilizados por la maquinaria.

Sin embargo como ya se menciona en el tramo a desarrollar la vegetación arbórea es muy pequeña por lo que se recomienda que los individuos menores de 1.80 metros sean reubicados en sitios fuera del trazo de los bordos.

Carácter: Adverso porque aumenta la erosión conforme desaparece la vegetación, pues ejerce la fuerza cinética de la lluvia directamente sobre la superficie del suelo, lo que conducen a marcar a un más la susceptibilidad a la erosión.

Duración : El efecto es temporal puesto que el proceso erosivo desencadenado tendera a revertirse al revestir los taludes exteriores con vegetación herbáceo nativa así como el establecimiento de organismos arbustivos en la periferia de los bordos, con lo que en un mediano plazo se tendera

a reestablecer las características físico-químicas del suelo, debido a los procesos propios de la interacción suelo-vegetación

Magnitud: Es local ya que afecta directamente a la zona de 18 km de construcción de bordos

Importancia: Son poco significativos tomando en cuenta el dimensionamiento de este tramo con respecto de la obra completa, además de las modificaciones y alteraciones del suelo ya existentes, las cuales se revertirán con las medidas de mitigación

AGUA.

Impacto: El agua superficial y subterránea, en esta etapa del proyecto no se vera alterada ya que se construirá en una zona terrestre sin influencia de algún río. Esto se dará en la etapa de funcionamiento, cuando se conecte con el río Carrizal. Por lo que en esta etapa del proyecto no se presentaran impactos a los cuerpos de agua. Por tal motivo no se evaluara ni mitigara impactos en esta etapa y en este rubro.

VEGETACIÓN Y FAUNA.

La vegetación y fauna presentes en esta zona se encuentran muy deteriorados reflejado en el uso de suelo, en donde domina la agricultura y los pastizales.

La fauna de estas zonas se caracteriza por la presencia de pequeños mamíferos, roedores principalmente, reptiles y aves que tienen este sitio de acción por la cantidad de frutos y granos disponibles.

Impacto :

Las acciones en la flora presente en el área , que implica corte y remoción total para las maniobras de preparación del sitio, tiene un efecto directo a las poblaciones de fauna presentes en ellas tales como:

- a) Reducción del área.
- b) Reducción de árboles para pernocta, anidación, alimentación y reproducción
- c) Aumento de competencia por espacio y alimentación.

Estos factores, además de la emisión de ruido, provocaran una migración de estos hacia lugares más alejados de la zona de trabajo. Es pertinente mencionar que la fauna afectada por estas acciones tenderán a retornar a su entorno de acción cuando las obras se encuentren en funcionamiento y estas no interfieran de manera permanente a este hábitat.

Carácter: Adverso

Duración: Es permanente puesto que los bordos y canales fungirán como una barrera física impidiendo el paso de organismos principalmente terrestres.

Magnitud: local

Importancia: Es poco significativa. Como ya se menciona el uso de suelo agrícola que se presenta en la zona ha modificado de manera casi total la flora original y por consiguiente la fauna asociada por lo que los posibles efectos de estas obras sobre estos elementos son poco significativos, además tomando en cuenta que con las medidas de mitigación se podrán restablecer parte de las condiciones originales anteriores al proyecto

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

AGUA

Impacto

El objetivo de estas obras es conectar el Dren Victoria con el Río Carrizal para encauzar parte del caudal de este último hasta el Río los González y derivarlos hacia el golfo mediante el Canal de derivación

- a) Aumento de material sólido a los cuerpos de agua (ríos y zonas de inundación permanente)
- b) Cambios en la composición física y química, ocasionada por aporte de sólidos (erosión), tal como ph provocado por la alteración de los niveles de calcio (Ca) y sulfatos (SO₄) principalmente.
- c) cambios en las características organolépticas del agua como el color y cambios en las propiedades físicas como la transparencia.
 - e) La introducción de materia vegetal a los ríos producto del desmonte, desenraicé y despirme puede provocar cambios en el ph por incremento en la actividad bacteriana en zonas donde los residuos vegetales se depositen tales como las lagunas de regulación para darle continuidad a los procesos de descomposición bacteriana.

El manejo inadecuado y la mala disposición de los residuos (líquidos y sólidos) podrían tener contacto con el agua de la zona, ocasionando alteraciones en sus características físicas y químicas disminuyendo la calidad del recurso.

Asimismo, existe el riesgo de contaminación de aguas superficiales en el caso de un derrame accidental ocurrido durante el manejo de combustibles y lubricantes que serán utilizados en el funcionamiento de la maquinaria, provocando modificaciones en las características organolépticas (color, olor y sabor) del agua

Para evitar la problemática generada en las características del agua, se debe realizar la extracción selectiva de la vegetación superior (5-30 m) antes de inundar el vaso, es decir estableciendo las especies de valor cultural, artesanal y/o comercial. Por ejemplo se recomienda la extracción de especies Tintales (*Haematoxylum campechianum*), Magajua (*Velotia mexicana*), Cedro (*Cedrela mexicana*), Quebracho (*Acacia pennatula*), Palomulato (*Bursera simaruba*), Ramón (*Brosimum alicastrum*) y Amates (*Ficus sp*). De igual forma, se debe realizar el desmonte a matarrasa y la quema de los residuos, ajustándose a un programa secuencial a corto plazo, realizando la extracción selectiva partiendo de las cotas más bajas hacia las más altas.

Carácter: es adverso ya que el material que llega a las corrientes superficiales puede contribuir a su azolve, además de afectar las características físico-químicas del agua.

Duración: Temporal, el aporte de sólidos disueltos cesara paulatinamente al operar esta obra debido a que el caudal arrastrara los sólidos disueltos y la materia flotante que pudiese ser agregada por la construcción de la obra

Magnitud: Es regional

Importancia: Es no significativo por que el volumen de material terrígeno que se llega a generar y que se introduce a la corriente es reducido. Además de que la velocidad del cauce hace que la depositación en el fondo sea mínima.

Los posibles derrames de hidrocarburos también se considera poco significativa ya que por el efecto de dilución y las características de velocidad del agua, hacen que su efecto sea reducid.

-
- **Impacto,** La realización de las actividades durante esta etapa provocan una demanda de mano de obra, lo cual se ve reflejado en
- MEDIO SOCIOECONÓMICO. la PEA y en el nivel de ingreso medio.

Esto activara la economía de la región ya que se generarían empleos indirectos al requerir mayores insumos tales como materiales, herramientas, transportes etc.

Así mismo las poblaciones se protegerán contra inundaciones la temporada de lluvias lo que repercute por consiguiente en la protección a sus bienes inmuebles, cultivos y ganado.

Carácter: Es benéfico ya que representa un ingreso económico para la población local y ofrece protección contra los daños económicos que provocan las lluvias de manera recurrente

Duración: Permanente tomando en cuenta que el objetivo de este proyecto es proteger a las poblaciones contra los daños que causa las inundaciones por lluvia.

Importancia: Significativo ya que se verán reducidas las perdidas de bienes inmuebles, cultivos, ganado y vidas humanas. Así mismo se verán reducidas las enfermedades que acompañan a las inundaciones y que afectan a la población afectada.

FLORA Y FAUNA.

Impacto: Como se menciona anteriormente las obras implantadas fungirán como una barrera física, pudiendo ocasionar fluctuación en la densidad poblacional de los pequeños mamíferos y reptiles al cambiar las condiciones del terreno provocando alteraciones en su distribución. No obstante el tramo que tendrá influencia directa es de dimensiones pequeñas, en comparación con la obra completa, y teniendo en cuenta que la mayor parte de la obra ya existe (dren victoria)

Carácter.- Es adverso.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional.

Importancia.- Es poco significativa, ya que la fauna existente en estas zonas esta sometida a

situaciones de estrés, generados por la modificación de su hábitat. (anteriores a este proyecto) por lo que la posible afectación por esta etapa de la obra y tomando en cuenta las medidas de Mitigación, serán reducidas e incluso revertidas. Tomando en cuenta que la afectación directa se dará en los 18 kilómetros a construir, en el resto de la obra, que ya esta construida y operando, no se realizara modificación alguna.

SUELO

Impacto: las características del suelo a modificarse tendrán una influencia directa en la zona construida, ya que al tener un cauce, los mantos freáticos en las zonas aledañas a la obra se incrementaran

Carácter.- Es adverso por que modifica las características originales del suelo, pudiendo repercutir en el uso actual del suelo, que es principalmente agrícola.

Duración.- Es permanente

Magnitud.- Es local ya que modificarán las características de los suelos en las zonas aledañas a los bordos construidos

Importancia.- Es Poco significativa, considerando que las modificaciones en la composición del suelo se verá reflejada solo en esta zona, la cual es pequeña en comparación con la magnitud de la obra total.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto: El uso del suelo de la región esta destinado principalmente a la agricultura, la cual se podría tener afectaciones a esta actividad, por lo que se tendría que evaluar las nuevas características para implementar los cultivos adecuados

Carácter.- Es adverso por la repercusión directa a la actividad.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Local ya que afectara directamente a la zona de influencia de los bordos.

Importancia.- Es significativa, porque se afecta a la Población Económicamente Activa, reduciendo sus actividades económicas prioritarias.

CANALES

ACTIVIDADES GENERALES DE LA OBRA PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

MICROCLIMA.

Impacto: la influencia de las obras se realizaran directamente sobre el cauce del río con la finalidad de ampliarlo

Carácter.- Es adverso

Duración.- temporal ya que terminara una vez que acaben estos trabajos tendrán la oportunidad de atenuarse poniendo en practica las medidas de mitigación

Magnitud.- local

Importancia.- poco significativo, por los motivos anteriormente expuestos. y debido a las dimensiones de la obra, que son pequeñas, tomando en cuenta la magnitud de la zona y de la obra.

AIRE

Impacto: Se generarán emisiones de gases y partículas de humo, polvo además de ruido, debidas a la operación de equipos de combustión interna durante la etapa de construcción y del tráfico de vehículos que abastecerán de materiales así como del transporte del personal.

El aporte de compuestos tóxicos (monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre) afecta temporalmente la calidad del aire.

Carácter.- Es adverso por el efecto tóxico que ejerce en el ambiente.

Duración.- Temporal , la permanencia de dichos compuestos y materiales en el aire tienen un rango que va de días a semanas, prolongándose los efectos el tiempo que dura la actividad que los produce.

Magnitud.- Local ya que el grado de dispersión de los contaminantes esta en función de las condiciones meteorológicas de la región tales como los vientos y precipitaciones, sin embargo, los bajos volúmenes emitidos hacen que se dispersen rápido, por lo que se consideran locales.

Importancia.- No significativo el efecto provocado por las emisiones de gases y polvos debido a que las lluvias copiosas en la zona precipitan a los contaminantes y el viento los dispersa diluyendo su importancia y su posible efecto. El ruido generado por la maquinaria ahuyentara a la fauna presente en esa zona , pero este fenómeno tendra a revertirse al finalizar estas actividades.

RELIEVE.

Impacto: Se realizan una serie de actividades que tienen como factor común socavar el terreno, estas actividades tienen influencia directa sobre el cauce del río con la finalidad de tener una mayor amplitud y disminuir la lamina de agua, cabe mencionar que ningún río de la zona ha recibido tareas de desasolve por lo que a lo largo de su historia se ha reducido su amplitud por motivos de erosión y arrastre de material de las zonas altas provocados por la deforestación y cambios en el uso del suelo

Carácter: Es adverso ya que modifica el terreno correspondiente al cauce del río.

Duración: Temporal. Ya que a largo plazo, por las características propias de deposición de sedimentos tendra reducir su caudal nuevamente

Magnitud: Es un impacto regional por la extensión de la obra ,

Importancia: Poco significativo. si bien se modifica el cauce del río, debemos tomar en cuenta que dicho cauce ha sido modificado (reduciéndose) a lo largo de su historia por el aporte de material producto de la erosión. Por lo que estas actividades, si bien modifican el relieve del cauce, también removerán material acumulado por años y contribuirán a restituir el cauce modificado.

SUELO.

Impacto: el suelo afectado se ubica en la zona dedicada a la construcción del canal de derivación , a la altura de Tamulte de las Sabanas, así como en el lecho del río el cual será extraído.

La posibilidad de contaminación a los suelos en caso de derrames o fugas accidentales de combustibles, aceites ó lubricantes utilizados por la maquinaria. Por lo que se debe tener cuidado en el recambio de combustible así como el almacenamiento de este.

Carácter: Adverso ya que implica su remoción tanto del lecho del río como de la zona del canal de derivación

Duración : El efecto es temporal puesto que la dinámica propia de los ríos , los cuales reciben aporte de material sólido de las partes altas del estado tienden nuevamente a restablecer, a largo plazo, los depósitos perdidos.

Magnitud: Es regional aunque afecta principalmente al cauce del río en donde se realizan estos trabajos

Importancia: Poco significativos ya que el dragado permitirá remover material depositado por varios años y los daños provocados por estos trabajos se revertirán a alargo plazo por los motivos anteriormente explicados

Con relación al canal de derivación, su trazo afectara zonas de cultivo principalmente y terrenos sujetos a inundación y tomando en cuenta las dimensiones del canal con el dedicado a las actividades agrícolas, el canal tiene una influencia de afectación reducida en esta zona y con respecto de la obra completa.

AGUA.

Impacto: El agua superficial se vera afectada en esta etapa ya que al realizar las obras de ampliación del río, parte del material se mezclara con el cuerpo de agua, aumentando la turbidez, provocando disminución del oxígeno disuelto así como los siguientes cambios:

a) Aumento de material sólido a los cuerpos de agua

b) Cambios en la composición física y química, ocasionada por aporte de sólidos), tal como ph provocado por la alteración de los niveles de calcio (Ca) y sulfatos (SO₄) principalmente.

d) Cambios en las características organolépticas del agua como el color y cambios en las propiedades físicas como la transparencia.

Carácter: Adverso ya que implica alteración a las propiedades fisico-químicas de agua

Duración : El efecto es temporal ya que estas alteraciones tenderán a revertirse en un tiempo corto al terminar los trabajos de esta etapa

Magnitud: Es regional aunque afecta principalmente al cauce del río en donde se realizan estos trabajos

Importancia: significativos ya que derivado del dragado las características físicas y químicas del agua se verán modificadas y afectaran de manera directa a la biota del lugar sometiéndola a un estado de estrés espacio temporal

VEGETACIÓN Y FAUNA.

La vegetación y fauna que se vera afectada directamente se delimita a la que se encuentra en el lecho del río.

Impacto: La flora y fauna será sometida a estrés debido a los cambios en el medio acuático y podría verse disminuida su numero de individuos temporalmente

Carácter: Adverso

Duración: Es temporal puesto que las condiciones que causan el estrés al entorno biológico tenderán a revertirse en un tiempo corto al finalizar esta etapa de la obra

Magnitud: Regional por la magnitud de la obra sin embargo la zona de influencia estará dada directamente en el cuerpo de agua.

Importancia: Es poco significativa tomando en cuenta que las condiciones de estrés se revertirán .

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto: En esta etapa existirá demanda temporal de mano de obra , y se beneficiara a la población ya que esta encaminado a la protección de la población a si como de sus bienes.

Carácter: benéfico ya que cumple con el objetivo primordial de este trabajo

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es regional ya que beneficiara a varios poblados

Importancia.- Es significativa, ya que reducirá el riesgo de siniestralidad por inundaciones

Mitigación: al ser un efecto benéfico no se emiten acciones a este respecto, solamente se emiten dos puntos a tomarse en cuenta para casos específicos.

Se debe indemnizar a los habitantes afectados en la reducción de las zonas agrícolas y/o ganaderas. Implementar programas para implementar sistemas de policultivos y acuacultura extensiva que permitan la generación de nuevas alternativas económicas o la adecuación de estas..

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Al entrar en funcionamiento estas obras se tendrá un mayor espejo de agua , un menor tirante de agua, así como la velocidad del cauce se vera disminuido. Lo que provocara una mayor exposición solar, aumentando la evaporación del cuerpo de agua, y elevando su temperatura

AGUA

Impacto: las condiciones de turbidez y los cambios que esto provoca se verán revertidas paulatinamente

Carácter: es adverso como ya se menciona se tendrá una mayor exposición solar del cuerpo de agua y

una menor velocidad, lo que provocara una mayor evaporación

Duración: Permanente

Magnitud: Es regional

Importancia: Es no significativo ya que el volumen de agua presente y el aportado por las lluvias no se ve afectado de manera significativa por la evaporación

SUELO

Impacto: las características del suelo a modificarse tendrán una influencia directa en la zona construida, aumentando los mantos freáticos en las zonas aledañas a la obra.

Carácter.- Es adverso por que modifica las características originales del suelo, pudiendo repercutir en el uso actual del suelo, que es principalmente agrícola.

Duración.- Es permanente

Magnitud.- Regional aunque solo afecta a las zona aledañas al río rectificado

Importancia.- Es Poco significativa, considerando que las modificaciones en la composición del suelo se verá reflejada solo en esta zona, la cual es pequeña en comparación con la magnitud de la obra total.

FLORA Y FAUNA.

Impacto: Tomando en cuenta que la flora y fauna afectada se encuentra dentro del cauce del río, las características a la que se enfrentaran los organismos es a un mayor espacio y una menor velocidad de corriente así como un menor espesor de agua, la combinación de estos factores permitirán una mayor distribución espacial (mayor tamaño del río) , una mayor penetrabilidad de luz lo que repercutirá en el desarrollo de las comunidades fotosintéticas que soportan la cadena trópica

Carácter.- benéfico

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional.

Importancia.- Significativa, ya que puede incrementar la biota acuática . y la tener una menor velocidad se pueden implementar programas de pesca controlada en varias zonas del río

MEDIO SOCIOECONÓMICO

Impacto: La infraestructura y servicios regionales se verán beneficiados por las obras, generando así la protección contra inundaciones, a las poblaciones asentadas en la planicie.

Carácter.- Es benéfico, porque se protege a la población, vías de comunicación y servicios.

Duración.- Es permanente.

Magnitud.- Es Regional porque se controlará el flujo de los escurrimientos del río Carrizal-Medellín.

Importancia.- Es significativa, porque se cumple con el objetivo integral de las obras: la protección a poblaciones.

V.1.3 ESTIMACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE LOS CAMBIOS GENERADOS EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Pronóstico de inundaciones y presentación de manchas de inundación

Para definir las zonas probables de inundación durante la presencia de avenidas con diferentes periodos de retorno, se adaptó un modelo matemático a la configuración de la cuenca baja de los ríos Grijalva y Usumacinta, el cual representa el funcionamiento hidráulico de la red de ríos y lagunas de la zona de estudio.

Modelo matemático

El programa de cómputo utilizado es el ISIS Flow, desarrollado por las empresas Sir William Halcrow & Partners Ltd. y HR Wallingford Ltd. Este programa permite modelar flujos permanentes y transitorios en redes de ríos y llanuras de inundación.

El ISIS Flow resuelve la hidrodinámica del flujo empleando las ecuaciones de Saint Venant para flujos transitorios en canales abiertos. Para esto, una red de ríos es modelada descomponiéndola en

sus unidades hidráulicas más simples, secciones transversales al flujo, las cuales se consideran como unidades de modelación.

Además de los ríos y llanuras de inundación, el programa cuenta con unidades para representar una amplia variedad de estructuras hidráulicas, entre las que se encuentran: conductos, alcantarillas de secciones transversales diversas, varios tipos de compuertas, vertedores, pérdidas de carga hidráulica a través de puentes, unidades de almacenamiento, confluencias y bifurcaciones. Las fronteras del modelo se representan por medio de hidrogramas, limnigramas y curvas elevación-gasto.

Caracterización de la cuenca en condiciones actuales

El modelo matemático comprende los principales escurrimientos de la cuenca baja, que son:

- § Los ríos Mezcalapa, Samaria y Carrizal, provenientes de la cuenca alta del río Grijalva.
- § Los ríos Tepaté, Pichucalco, Teapa, Puyacatengo y La Sierra, provenientes de la sierra norte de Chiapas.
- § Los ríos Macuspana, Tulijá, Chilapa y Chilapilla, que confluyen al río Grijalva aguas abajo de la ciudad de Villahermosa, y el propio río Grijalva. Así como las aportaciones del río Usumacinta.

En la figura 5.1.3.1 se muestran los principales ríos y la ubicación de las estaciones hidrométricas.

Los registros de algunas de ellas sirvieron como puntos de frontera en el modelo.

El modelo matemático abarca desde las estaciones hidrométricas de los ríos Mezcalapa, Platanar, Pichucalco, Teapa, Puyacatengo, La Sierra, Macuspana y Salto de Agua, hasta la desembocadura de los ríos Grijalva y Los González al mar. Así como sus zonas lagunares.

En la siguiente figura se muestra el esquema del modelo matemático del sistema de escurrimientos en condiciones actuales.

Figura 5.1.3.1 Esquema del modelo matemático del sistema en condiciones actuales.

Calibración del modelo matemático

Para representar adecuadamente el funcionamiento hidráulico de la cuenca en el modelo matemático, fue necesario calibrarlo a partir de los registros de avenidas históricas, de tal manera que al transitar las avenidas se obtuvieran los niveles registrados en los diferentes sitios de medición. Las avenidas simuladas corresponden a la época de lluvias de 1997 y 1998, así como la de octubre de 1999.

Hidrogramas de diseño

Para obtener el diseño óptimo de las obras es necesario cuantificar los beneficios y afectaciones esperados para avenidas de diferentes periodos de retorno. Para obtener dichas afectaciones se simuló el funcionamiento hidráulico de la cuenca al transitar avenidas de diseño de 5, 20, 50 y 100 años de periodo de retorno.

Los hidrogramas de diseño se obtuvieron de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Información utilizada en la obtención de los hidrogramas de diseño

Para obtener los hidrogramas de diseño, se empleó una base de datos de gastos medios diarios obtenidos en las estaciones hidrométricas ubicadas en la zona de estudio. El periodo de datos de cada estación hidrométrica es el siguiente:

<i>Cuenca</i>	<i>Estación hidrométrica</i>	<i>Periodo de datos</i>
---------------	------------------------------	-------------------------

Mezcalapa	Peñitas	1948 – 1985 y 1994 – 1999
	Paredón	1964 – 1985
	Platanar	1964 – 1988
	Samaria	1944 – 1986 y 1993 – 1999
	Reforma (González)	1954 – 1984 (1985 – 1999)
La sierra	Pichucalco	1956 – 1985
	Teapa	1950 – 1984
	Puyacatengo	1950 – 1994
	Tapijulapa	1964 – 1999
Chilapilla	Macuspana	1955 – 1986
	Salto de Agua	1953 – 1994
Usumacinta	Boca del cerro	1945 – 1996

Tabla 5.1.3.1 Registro de información hidrométrica de las estaciones de la cuenca.

Es importante hacer notar que sólo las estaciones hidrométricas Peñitas, Samaria, González y Tapijulapa cuentan con información de 1999.

Debido a que no se cuenta con registros de escurrimientos del río Cumuapa, en la cuenca del río Mezcalapa, y que no se cuenta con registros de la avenida de 1999 en los ríos Platanar y Paredón, los escurrimientos por cuenca propia de estos afluentes se infirieron a partir de la diferencia de gastos, en periodos coincidentes, a la entrada y a la salida del río Mezcalapa. Para obtener esta diferencia, se consideró un tiempo de traslado de un día, debido a que únicamente se cuenta con información a nivel diario.

El escurrimiento a la entrada del río Mezcalapa se mide en la estación Peñitas, y a la salida en las estaciones Samaria y González (Reforma), aguas abajo de la bifurcación de los ríos Samaria y Carrizal.

Procedimiento para la obtención de los hidrogramas de cuencas libres

A diferencia de las técnicas habituales, en donde simplemente se “mayoraban” las avenidas históricas por medio de un factor constante, en este estudio se utilizó un procedimiento en donde los gastos máximos para diferentes duraciones se relacionan con un periodo de retorno mediante su ajuste a diferentes funciones de probabilidad. Este procedimiento permite tomar en cuenta la duración y el volumen de las avenidas de acuerdo a la probabilidad de permanencia de los escurrimientos.

De los registros de gastos medios diarios se seleccionó la avenida máxima de cada año, correspondiente al gasto máximo registrado, con una duración de 61 días, 30 días antes y 30 después de la ocurrencia del máximo, con la finalidad de obtener el comportamiento histórico durante ese periodo de datos consecutivos.

Para extender los hidrogramas a 60 días de duración se consideró un gasto base durante 15 días, del orden del gasto inicial de cada hidrograma de diseño.

En las figuras 5.1.3.2 a 5.1.3.10 se muestran los hidrogramas de diseño obtenidos para las estaciones hidrométricas del modelo matemático, además en la figura 5.1.3.11 se muestra el hidrograma de cuencas libres que corresponde a los ríos Platanar, Paredón y Cumuapa.

Figura 5.1.3.2 Hidrogramas de diseño de la E.H. Pichucalco.

Figura 5.1.3.3 Hidrogramas de diseño de la E.H. Teapa.

Figura 5.1.3.4 Hidrogramas de diseño de la E.H. Puyacatengo.

Figura 5.1.3.5 Hidrogramas de diseño de la E.H. Tapijulapa.

Figura 5.1.3.6 Hidrogramas de diseño de la E.H. Macuspana.

Figura 5.1.3.7 Hidrogramas de diseño de la E.H. Salto de agua.

Figura 5.1.3.8 Hidrogramas de diseño de la E.H. Boca del cerro.

Figura 5.1.3.9 Hidrogramas de diseño de las cuencas libres del río Mezcalapa

Hidrogramas de diseño en la estación hidrométrica Peñitas

De acuerdo a las políticas de operación del sistema hidroeléctrico del río Grijalva, el vertedor de la presa Peñitas vierte a partir de avenidas con periodo de retorno de 50 años.

Con la consideración anterior, los vertedores de Peñitas no vierten para avenidas con periodos de retorno de 5 y 20 años. Los hidrogramas correspondientes a dichos periodos de retorno se calcularon con la metodología expuesta en el inciso anterior, considerando únicamente el periodo de datos a partir de la operación de Peñitas (1994-1999).

Para obtener los hidrogramas de diseño con periodos de retorno de 50 y 100 años, el Instituto de Ingeniería de la UNAM realizó el funcionamiento del vaso de la presa Peñitas. La duración de los hidrogramas obtenidos es de 10 días. El gasto máximo de descarga para 50 años de periodo de

retorno es de 3,081 m³/s y para 100 años es de 3,187 m³/s.

Para ampliar los hidrogramas a 60 días de duración, se consideró un gasto base durante 33 días, igual a la turbinación diaria reportada por la CNA (650 m³/s durante 6 horas y 900 m³/s durante las 18 horas restantes), de tal manera que la ocurrencia del gasto máximo coincidiera con el de los hidrogramas de diseño de las otras cuencas.

Debido a que el gasto inicial de los hidrogramas de diseño de 50 y 100 años de periodo de retorno resultó menor que el gasto turbinado, y de acuerdo a la operación de Peñitas durante 1999, se consideró simular una turbinación máxima (1440 m³/s) durante 10 días al inicio del hidrograma de diseño de 50 años, y de 20 días al inicio del hidrograma de 100 años.

Los hidrogramas obtenidos para la estación Peñitas se muestran en la siguiente figura.

Figura 5.1.3.10 Hidrogramas de diseño de la estación Peñitas (Presa Peñitas).

Pronóstico de inundaciones

Para definir las zonas sujetas a inundación considerando las condiciones actuales de la cuenca, se transitaron los hidrogramas de diseño de 5, 20, 50 y 100 años de periodo de retorno con el modelo matemático correspondiente.

A partir de los niveles obtenidos en ríos y lagunas, y de acuerdo a la topografía en planta con que se cuenta, se trazaron las manchas de inundación para cada avenida de diseño (véase anexo H-1). En las figuras 2.13 a 2.16 se muestran dichas manchas de inundación que se obtuvieron para toda la región en estudio, sin embargo, debido a la escala topográfica que se utilizó para la impresión, es necesario identificar los detalles de la impresión donde se particularizan los daños mas importantes de cada sector, por ejemplo los que se registran en Villahermosa, o algunos en donde se identifique las zonas productivas (agrícolas y ganaderas) rescatadas.

Figura 5.1.3.11 Mancha de inundación en condiciones actuales para una avenida de 5 años de periodo de retorno. Superficie afectada por la inundación = 5479 km².

Figura 5.1.3.12 Mancha de inundación en condiciones actuales para una avenida de 20 años de periodo de retorno. Superficie afectada por la inundación = 5756 km².

Figura 5.1.3.13 Mancha de inundación en condiciones actuales para una avenida de 50 años de periodo de retorno. Superficie afectada por la inundación = 5904 km².

Figura 5.1.3.14 Mancha de inundación en condiciones actuales para una avenida de 100 años de periodo de retorno. Superficie afectada por la inundación = 6005 km².

GENERACIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Generación y análisis de alternativas para solucionar la problemática planteada por las inundaciones.

Descripción de efectos si no se aplican medidas para controlar las inundaciones en la zona afectada.

De los resultados mostrados en el inciso 2.2 se estima que los daños registrados en 1999 pueden volver a repetirse en la zona afectada y su magnitud puede variar en función de las avenidas que se registren. De las manchas de inundación mencionadas en el subcapítulo 2.3.3 se estimaron los daños que se presentarían en la zona de estudio si se presentaran avenidas con periodo de retorno de 5, 20, 50 y 100 años, en donde los sectores afectados mas representativos son los correspondientes a viviendas (de diferente nivel socioeconómico), zonas agrícolas, vialidades urbanas e interurbanas, planteles escolares, unidades médicas, y otros daños (entre los que destacan las zonas ganaderas, atención a la emergencia, suministro de agua potable, etc.). En el caso de viviendas, zonas agrícolas y vialidades los factores determinantes en la estimación de los daños corresponden a la duración y profundidad de la inundación.

En tabla siguiente se muestran los daños que se presentan en algunos sectores afectados por las inundaciones ante la ocurrencia de una avenida con $Tr = 100$ años en las condiciones actuales.

Cuantificación de daños provocados por las inundaciones, ante la ocurrencia de una avenida de diseño de 100 años en condiciones actuales.

Las fichas correspondientes a los daños ocasionados por avenidas de diseño con periodos de retorno de 5, 20, 50 y 100 años se muestran en el anexo 3 del presente informe.

Los datos que se mostraron en las fichas anteriores, fueron valorados en millones de pesos, de acuerdo con las siguientes metodologías:

Los beneficios que se identificaron y cuantificaron en este estudio, representan los daños evitados y que fueron ocasionados por las inundaciones en los siguientes sectores:

Viviendas

Para la cuantificación de los beneficios en viviendas (daños potenciales evitados), se creó un modelo con base en: 1) el trabajo realizado por la CNA titulado “*Integración de Parámetros para la Evaluación de Proyectos de Control de Inundaciones, para la Programación de Inversiones*” y 2) los resultados del procesamiento de las encuestas aplicadas en viviendas afectadas por las inundaciones[9].

Con la información anterior, se construyeron curvas de daños para diferentes tipos de vivienda y diferentes características de la inundación. Posteriormente, el modelo fue alimentado con los datos obtenidos de las manchas de inundación mostrados en las fichas de información que especifican los daños para los diferentes tamaños de proyecto y periodos de retorno considerados en el estudio[10].

Planteles escolares

La Secretaría de Educación del Gobierno del Estado de Tabasco, proporcionó información referente a los daños ocurridos en inundaciones anteriores en los diferentes tipos y niveles de planteles escolares. La información anterior fue complementada con las encuestas aplicadas directamente en las escuelas. Con ambas fuentes de información se desarrolló un modelo de cuantificación de daños por tipo de plantel[11].

Unidades médicas

Se desarrolló un modelo utilizando la información proporcionada por la Secretaría de Salud del Gobierno del Estado de Tabasco, referente al número y características de las unidades médicas clasificadas por niveles de atención. Asimismo, se utilizó la información obtenida mediante la aplicación de las encuestas a este tipo de instituciones, con lo cual se creó un modelo para la cuantificación de los daños en este sector[12].

Zonas agrícolas

Para la cuantificación de beneficios en zonas agrícolas, se utilizó el documento titulado “*Integración de Parámetros para la Evaluación de Proyectos de Control de Inundaciones, para la Programación de Inversiones*” publicado por la CNA, de donde se obtuvo el porcentaje de afectación a cultivos ante diferentes días de inmersión. Asimismo, se consideraron las opiniones de agricultores y expertos en la materia. Por otro lado, se obtuvo información de la Dirección de Estadística Agropecuaria de la SAGARPA, referente a la producción, precio y valor de la producción agrícola en los municipios del estado de Tabasco susceptibles de inundarse.

Con la información anterior se creó un modelo para ponderar los daños de acuerdo a las características de los cultivos y la susceptibilidad ante las características de las superficies inundadas[13].

Incremento de CGV en vialidades urbanas

Se acudió a la Dirección General de Transporte y Vialidad del Gobierno del Estado de Tabasco, de donde se obtuvo información referente a conteos vehiculares en diferentes vialidades y avenidas de la ciudad de Villahermosa. Asimismo, el Departamento de Ingeniería de Tránsito proporcionó información sobre las características físicas y geométricas, sentidos y velocidades de circulación de estas vialidades. Esta información fue complementada por los aforos vehiculares realizados durante el trabajo de campo. Con esta información y mediante el uso del modelo computacional VOC-MEX, se obtuvieron los Costos Generalizados de Viaje (CGV) de los diferentes tipos de vehículos que circulan en la ciudad

de Villahermosa, en condiciones sin y con inundación. Con la información anterior, se construyeron las funciones necesarias para evaluar los daños e introducirlas al modelo[14].

Incremento de CGV en vialidades interurbanas

Para cuantificar los daños a los usuarios de las carreteras, se acudió a la Junta Estatal de Caminos y al Centro SCT de Tabasco, de donde se obtuvo información de las características físicas y geométricas de las principales carreteras, así como su respectivo Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA). Esta información fue completada y validada con recorridos en campo. Con ello y mediante el uso del modelo computacional VOC-MEX se obtuvieron los CGV de los diferentes tipos de vehículos, en condiciones sin y con inundación.

Finalmente, esta información se completó con las “manchas de inundación” obtenidas de la modelación matemática de la planicie y se introdujo al modelo[15].

Otros beneficios

En la tabla siguiente, se muestran otros beneficios que fueron cuantificados y valorados en este estudio. Para ello, se utilizaron las cifras de daños obtenidas en el estudio realizado a nivel perfil.

Otros beneficios	Unidad	Valor (\$)
Atención a la emergencia	\$/hab. damnificado	1,180
Ganadería	\$/ha. Inundada	644
Daños a infraestructura carretera	\$/Km. Inundado	547,812
Daños infraestructura CFE	\$/ha. Inundada	3,217
Daños infraestructura PEMEX	\$/ha. Inundada	68
Daños infraestructura agua potable y alcantarillado	\$/ha. Inundada	9,259
Costos por abastecimiento de agua	\$/hab. damnificado	558
Daños a infraestructura vial urbana	\$/ha. Inundada	20,702
Daños a infraestructura recreativa y comercial urbana	\$/ha. Inundada	7,072
Daños a la industria de la construcción	\$/ha. Inundada	3,591
Daños a infraestructura y operación hotelera	\$/ha. Inundada	5,894
Daños a infraestructura y productos en central de abastos	\$/ha. Inundada	126,750
Daños a mobiliario, equipo, vehículos, inventarios e inmuebles <i>industria</i>	\$/ha. Inundada	118,974
Daños a mobiliario, equipo, vehículos, inventarios e inmuebles <i>comercio</i>	\$/ha. Inundada	9,930
Daños a mobiliario, equipo, vehículos, inventarios e inmuebles <i>servicios</i>	\$/ha. Inundada	6,465
Pérdida de utilidades	\$/ha. Inundada	5,418

Otros beneficios cuantificados

La información obtenida, se consolidó en el “Modelo para Evaluar Daños en Inundaciones” creado por IMCI, SC. En el anexo 14 se muestran los archivos para cada periodo de retorno estudiados. En la tabla siguiente se presenta un condensado de daños en millones de pesos para cada escenario.

Resumen de daños provocados por las inundaciones ante la presencia de avenidas con diferentes periodos de retorno.

Los daños correspondientes a planteles escolares, unidades médicas y otros daños se estimaron en función de la superficie total inundada indicada en las fichas de daños .

Descripción de alternativas generadas para la prevención y disminución de impactos negativos en la población.

Las posibles alternativas que permiten dar solución parcial o total al problema de las inundaciones en la zona de estudio se enumeran a continuación:

I. Mantener las condiciones actuales.

No efectuar ninguna acción estructural y no estructural.

II. Fomentar la organización y aplicación de medidas para alertar a la población.

Actualmente, diferentes organismos gubernamentales, de los niveles federal y estatal, así como la sociedad en general y otras instancias que brindan apoyo a la población durante las situaciones emergentes, cuentan con capacidad, muchas veces limitada y en ocasiones insuficiente, para brindar el apoyo requerido por la población afectada. El alertamiento oportuno de una situación de emergencia a la población es; sin duda, un factor importante para salvaguardar los bienes y en particular para proteger la vida de las personas que puedan ser afectadas por las condiciones hidrometeorológicas extremas. Para avanzar en ese sentido, la Gerencia Regional Frontera Sur de la CNA cuenta con un proyecto, elaborado en conjunto con el Instituto de la UNAM, que contempla la instalación y puesta en marcha de una red de alarma que, con base en mediciones de lluvia y escurrimientos, permita pronosticar los niveles de los ríos en la zona de Villahermosa con una anticipación de 24 a 48 horas. La adecuada operación de esta red de alarma, el pronóstico que realiza el Servicio Meteorológico Nacional y la adopción de otras medidas no estructurales sobre alertamiento y prevención permitirán contar con una alternativa que, si bien no permite el control de las avenidas, facilitaría en gran medida proteger a las poblaciones.

III. Ejecutar acciones de conservación y mantenimiento de cauces.

Esta alternativa consiste en el desazolve y limpieza de cauces con el fin de coadyuvar a la protección de asentamientos humanos y de la infraestructura urbana y rural de las zonas adyacentes a los cauces. La CNA ha llevado a cabo diversos estudios tendientes a caracterizar el comportamiento morfológico y la capacidad de transporte de sedimentos de los principales ríos de la zona, lo que permitirá definir los lugares más relevantes para llevar a cabo este tipo de acciones, así como la magnitud de las mismas. Por la observación de su actual comportamiento destacan el tramo inicial del río Samaria, desde la bifurcación del río Mezcalapa hasta el cruce con los puentes de la carretera Cárdenas-Villahermosa; el dren "Los Zapotes II" que comunica la zona lagunar conocida con este mismo nombre y el río Grijalva, aguas abajo de Villahermosa.

IV. Construcción de presas rompepicos y de regulación en las partes altas de la cuenca.

Esta alternativa implica el control de los escurrimientos antes de que estos lleguen a la zona de la planicie, por medio de la construcción de estructuras hidráulicas que, además de amortiguar las crecientes, obstruyan el paso de sedimentos que de forma natural son depositados aguas abajo, donde los ríos disminuyen su pendiente.

En la concepción y planteamiento de estos proyectos es necesario distinguir las diferentes condiciones que presentan las tres principales cuencas de aportación hacia la planicie. En primer lugar, sobre el alto río Grijalva no se contemplan almacenamientos importantes que permitan la regulación de avenidas. En la cartera de proyectos hidroeléctricos identificados por la Comisión Federal de Electricidad se incluye la presa Copainalá, ubicada entre Chicoasén y Malpaso, cuya capacidad está limitada a returbinar las descargas de Chicoasén. Aguas abajo de Peñitas, el río Mezcalapa recibe la aportación de los ríos Platanar y Comoapa que descargan sin control. Sin embargo, la mayor parte de sus escurrimientos se generan en la parte baja no existiendo lugares propicios para construir presas de almacenamiento.

En segundo término, en el extremo sur de la planicie, sobre el río Usumacinta tampoco

existen almacenamientos que regulen los escurrimientos. Los contemplados, también por la CFE, para el aprovechamiento hidroeléctrico no tienen capacidad de regulación importante y están ubicados en su mayoría en las zonas altas del estado de Chiapas. Destaca por su importancia para la generación el Proyecto Boca del Cerro, ubicado justo aguas arriba de Tenosique. Entre las diferentes dimensiones que se han estudiado para este proyecto se han descartado aquellas que inundan territorio Guatemalteco e importantes zonas arqueológicas en el estado de Chiapas; quedando como viable la alternativa denominada Boca del Cerro Nacional, que si bien sería una importante fuente de generación eléctrica para el Sureste del país, el efecto sobre la regulación de avenidas es muy reducido.

Por último en la parte alta de los ríos de la Sierra, donde tampoco existe ninguna presa de regulación, se ha estudiado la posibilidad de construir un importante número de pequeñas presas para retención de azolves y disminuir la magnitud de los gastos máximos de las avenidas. Dada la magnitud y duración de las avenidas, el efecto de regulación de estas presas no es relevante, según se demostró en el estudio de prefactibilidad técnica del proyecto integral realizado para la CNA en 1998.

Asimismo, en el estudio de evaluación social y económica a nivel perfil, realizado por esa misma dependencia, se planteó como alternativa la construcción de 5 presas aguas arriba de la zona de la planicie, en la parte serrana donde no existen afectaciones importantes a centros de población. Como resultado de este análisis se determinaron las dimensiones y costos de estos proyectos. Por su alto costo relativo, se concluyó que esta alternativa no era viable si las presas se construían sólo con la finalidad de controlar avenidas.

El proyecto que podría tener una influencia importante sobre el control de avenidas es el proyecto hidroeléctrico de la presa Itzantún, sobre el río Tapijulapa. Concebido por la CFE para generación de energía, su construcción se difirió debido a los problemas sociales que implican la inundación de grandes extensiones de terreno que son requeridas para su embalse, así como la magnitud y complejidad de la construcción de la cortina de concreto en arco de más de 200 m de altura.

V. Optimización de la operación de las presas construidas en el río Grijalva de acuerdo con sus objetivos múltiples.

Sin lugar a dudas, una adecuada operación de las presas del sistema hidroeléctrico del río Grijalva es determinante para que, sin dejar de cumplir con su objetivo para el que fueron construidas, permitan el control de las avenidas antes de que lleguen a la planicie. Una importante aportación en ese sentido es el plan de operación determinado y propuesto por el Instituto de Ingeniería de la UNAM "*Actualización de las políticas de operación del sistema de presas del río Grijalva*", Ramón Domínguez Mora -, que considera el funcionamiento en conjunto de los 4 vasos.

VI. Proyecto Integral de protección contra inundaciones de la planicie de los ríos Grijalva y Usumacinta.

En la formulación de este proyecto se consideró que, en cierta medida, existe la posibilidad de devolver el aspecto y distribución original del drenaje de esa porción de la cuenca, independizar las principales corrientes y no alterar el estado actual del equilibrio ecológico que tiene la región.

Las principales estructuras que lo conforman pretenden mantener gastos menores a los que provocan el desbordamiento de los ríos que confluyen en la zona de Villahermosa, derivando los excedentes al río Samaria y manejando superficies inundables en la parte media de la cuenca de los ríos de la Sierra.

Debido a que como resultado del estudio de evaluación a nivel perfil la construcción del proyecto completo no resultó económicamente rentable, se decidió analizar el proyecto considerando diferentes tamaños del mismo para distinguir la relación que tienen los costos y beneficios en

forma incremental; ya que se consideró que algunas de las obras más costosas proporcionan beneficios a zonas que actualmente no tienen usos productivos, donde el monto de los daños no es relevante.

Además, para descartar algunas de las obras que pueden ser sustituidas o realizadas en combinación con otras, se analizó su funcionamiento y costo de manera particular. De este análisis se definieron cuatro combinaciones o tamaños de proyecto, los cuales se describen a continuación y se muestran en las siguientes figuras:

Tamaño 1. Estructura de control del río Carrizal, Bordo Macayo, Bordo MD del río Carrizal, Bordo Gaviotas, Sobreelevación del Bordo Parrilla (sólo el tramo de la carretera) y Estructura de control del río La Sierra.

Obras que componen el tamaño de proyecto 1.

Tamaño 2. Se consideran las obras que componen el tamaño 1 y, como obras adicionales: Bordo MD del cauce de alivio, con sus drenes laterales, hasta los puentes El Mango y San Cipriano, Dren Victoria 1ª. parte y Rectificación del río Medellín 1ª parte.

Obras que componen el tamaño de proyecto 2.

Tamaño 3. Se consideran las obras que componen el tamaño 2 más las obras adicionales: Bordo nuevo Parrilla (desde la carretera hasta la Estructura de control del río Pichucalco), Bordo Playas del Rosario MI (para empotrar la Estructura de control del río Pichucalco), Estructura de control del río Pichucalco, Bordo Aeropuerto y Bordo MI del río Grijalva, aguas abajo de Villahermosa.

Obras que componen el tamaño de proyecto 3.

Tamaño 4. Se consideran las obras que componen el tamaño 3 y las obras adicionales: Bordo MD del cauce de alivio (desde los puentes El Mango y San Cipriano, hasta Oxiaaque con sus drenes laterales), Rectificación del río Medellín 2ª parte (su longitud se definirá en función de los resultados de su funcionamiento hidráulico), Dren Victoria 2ª parte (su longitud se definirá en función de los resultados de su funcionamiento hidráulico).

La viabilidad del segundo escenario dependerá de que el costo de su construcción sea menor al ahorro que se tenga en el de las estructuras aguas abajo. Por ello su evaluación económica está implícita en la del proyecto integral, descrito en el inciso anterior.

Cuantificación de probabilidad de ocurrencia de daños considerando la realización de diferentes alternativas.

Para la evaluación del proyecto integral se consideraron 4 diferentes tamaños de proyecto (véase inciso 3.2), para los cuales se llevaron a cabo simulaciones del funcionamiento hidráulico para periodos de retorno de 5, 20, 50 y 100 años, de donde se obtuvieron valores estimados de los daños para cada una de las variables determinadas en la evaluación (ver en capítulo 3.1 y anexo 3).

Estos valores son un reflejo de la magnitud del daño, ya que a medida que se incrementan o disminuyen, el costo total del daño esperado crece o decrece en función de las curvas de daños estimadas con base en los trabajos de campo y el evento registrado durante 1999 (véase anexo E-1 de la evaluación a nivel de perfil), los cuales permiten valorar los daños de cada sector o actividad productiva vulnerable a las inundaciones, durante eventos meteorológicos diferentes (véanse capítulo 3.1 y anexo 3).

Con base en los daños estimados para cada T_r , derivados de las variables de daños, se obtuvieron las curvas de probabilidad-daño, para cada tamaño de proyecto y para cada periodo de retorno.

La probabilidad se deriva del periodo de retorno, a partir de la siguiente expresión:
donde,

P = probabilidad de ocurrencia

T_r = periodo de retorno

De tal manera que, a partir del daño estimado para un T_r y su probabilidad de ocurrencia, es posible construir una curva de probabilidad-daño, cuya área bajo la curva representa el daño esperado en cada escenario.

Para la estimación de las curvas de probabilidad-daño, se realizan los siguientes supuestos:

- 1) Para una avenida de 3 años de periodo de retorno, la ciudad de Villahermosa no sufre daños provocados por el desbordamiento de ríos, por lo que los daños se consideran menores, provocados principalmente por las molestias que producen las lluvias en las zonas bajas o en la planicie, donde se encuentran las zonas productivas.
- 2) Cuando ocurren avenidas cuyos caudales máximos rebasan los $850 \text{ m}^3/\text{s}$ por el río Carrizal, o $400 \text{ m}^3/\text{s}$ por el río Grijalva provenientes de los ríos de la sierra, los daños se empiezan a generar en las colonias aledañas a la ciudad de Villahermosa que no fueron protegidas por los bordos construidos durante la emergencia de 1999 (bordos de Villahermosa).
- 3) Para avenidas con T_r mayores al de diseño, se considera que las obras pueden ser rebasadas por el nivel alcanzado por el agua y la inundación puede llegar a ser de magnitudes iguales o mayores a las que se presentarían en caso de que las obras no se hubieran construido.

Con base en estas consideraciones, en la siguiente gráfica se muestran las curvas de probabilidad-daño del proyecto integral para cada tamaño de proyecto, comparadas con la curva de probabilidad-daño de la situación sin proyecto, considerando los daños esperados para el año 2002.

La cuantificación de los daños para las condiciones con proyecto para cada uno de los tamaños de proyecto estudiados y para cada periodo de retorno se estimaron con las mismas consideraciones que para la situación sin proyecto, esta información se consolidó en el “Modelo para Evaluar Daños en Inundaciones” creado por IMCI, SC. y se muestra en el anexo 13.

Los resultados para cada aplicación del modelo se muestran en el Anexo 13 “Resumen”. En la tabla siguiente se muestra un condensado de los resultados del modelo.

Resumen de los daños ocasionados por las inundaciones, para cada tamaño de proyecto y cada periodo de retorno.

En las tablas siguientes se muestran para los tamaños de proyecto 1 al 4, respectivamente, el valor de los daños en las situaciones sin y con proyecto para los periodos de retorno considerados en este estudio. Asimismo, se muestra lo anterior gráficamente en las figuras correspondientes

Periodo de retorno	Tamaño 1		
	Situación S/P	Situación C/P	Daño evitado
5	9,936.62	7,121.58	2,815.04
20	15,779.08	10,542.31	5,236.77
50	17,781.18	12,290.20	5,490.99
100	19,502.79	14,186.98	5,315.80

Valor de los daños en las situaciones sin y con proyecto, tamaño de proyecto 1 (millones de pesos sin IVA a octubre de 2002)[16].

Curva de daños vs probabilidad de excedencia, tamaño de proyecto 1.

Periodo de retorno	Tamaño 2		
	Situación S/P	Situación C/P	Daño evitado
5	9,936.62	5,018.50	4,918.11
20	15,779.08	7,254.96	8,524.12

50	17,781.18	7,407.52	10,373.66
100	19,502.79	9,539.82	9,962.97

Valor de los daños en las situaciones sin y con proyecto, tamaño de proyecto 2 (millones de pesos sin IVA a octubre de 2002).

Curva de daños vs probabilidad de excedencia, tamaño de proyecto 2.

Periodo de retorno	Tamaño 3		
	Situación S/P	Situación C/P	Daño evitado
5	9,936.62	3,976.69	5,959.92
20	15,779.08	5,394.52	10,384.55
50	17,781.18	5,976.51	11,804.67
100	19,502.79	7,120.85	12,381.94

Valor de los daños en las situaciones sin y con proyecto, tamaño de proyecto 3 (millones de pesos sin IVA a octubre de 2002).

Curva de daños vs probabilidad de excedencia, tamaño de proyecto 3.

Periodo de retorno	Tamaño 4		
	Situación S/P	Situación C/P	Daño evitado
5	9,936.62	2,579.00	7,357.62
20	15,779.08	3,431.95	12,347.13
50	17,781.18	4,548.39	13,232.80
100	19,502.79	4,919.16	14,583.62

Valor de los daños en las situaciones sin y con proyecto, tamaño de proyecto 4 (millones de pesos sin IVA a octubre de 2002).

Curva de daños vs Probabilidad de excedencia, tamaño de proyecto 4.

El área bajo la curva de probabilidad-daño equivale al daño esperado para cada periodo de retorno en estudio y cada tamaño de proyecto, de manera que el diferencial de áreas entre la situación sin y con proyecto, en cada tamaño, expresa el beneficio esperado de las obras por daños evitados.

Esperanza matemática (Beneficios anuales)

Como no es posible conocer a priori la magnitud de los caudales, los beneficios anuales de los

diferentes tamaños de proyecto, se calcularon obteniendo la esperanza matemática de los daños evitados, mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

Donde:

D_i = Daño para el periodo de retorno i .

D_{i-1} = Daño para el periodo de retorno anterior.

ΔP = Incremento en la probabilidad asociado a cada nivel de inundación.

En la tabla siguiente puede observarse el beneficio anual para cada tamaño de proyecto y cada periodo de retorno.

Beneficio anual para cada tamaño de proyecto estudiado.

V.2 TÉCNICAS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Proceso de evaluación de impacto ambiental.

Con la finalidad de considerar los impactos ambientales como un criterio de decisión acerca de la obras, que pueden acarrear una significativa degradación de la calidad ambiental, es necesario realizar una serie de actividades consecutivas, concatenadas de manera lógica, a ese conjunto de procedimientos se le da el nombre de proceso de evaluación ambiental.

El impacto ambiental se define como “ El cambio en un parámetro ambiental, en un determinado período y en una determinada área, que resulta de una actividad dada, comparado con la situación que ocurriría si esa actividad no hubiera sido iniciada “ (Wathern, 1988).

fig.5.2.1 Concepto de impacto ambiental, según Wathern

De acuerdo con la definición de Wathern, menciona que si cierta vegetación ha si degradada por acción antrópica en el pasado pero no sufre hoy presiones de ese tipo, probablemente estará en proceso de regeneración natural, o sea, tenderá, dentro de cierto período, a volver a una situación próxima a la original o de climax

ETAPA INICIAL

PROPUESTA

¿ PUEDE CAUAR IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS?

TAL VEZ
EVALUACIÓN

INICIAL
PROCESO COMPLETO DE
EVALUACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL

ANÁLISIS DETALLADO

TÉRMINOS DE REFERENCIA

ESTUDIO DE IMPACTO
AMBIENTAL E
INFORME DE

IMPACTO AMBIENTAL
CONSULTA PÚBLICA
ANÁLISIS TÉCNICO
DECISIÓN
APROBACIÓN

ETAPA POST- APROBACIÓN

MONITOREO
GESTIÓN AMBIENTAL
AUDITORIA
MEDIDAS MITIGACIÓN

R
E
A
P
R
O
B
A
C
I
Ó
N

*DIAGNOSTICO
AMBIENTAL SIMPLE*

fig. 5.2.3 Principales actividades en la elaboración del estudio de impacto ambiental

V.3 IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

A continuación en la tabla No. 1 se enlista las obras a realizar en este proyecto y sus beneficios. En el anexo .. se presentan las tablas correspondientes alas 24 obras consideradas en el proyecto integral.

SISTEMA MEZCALAPA SAMARIA

	<i>Beneficios</i>	<i>Impactos</i>
Mp1 Estructura de control Sobre el Río Carrizal	<i>Proteger a la zona urbana y conurbada de la ciudad de Villahermosa, así como a las comunidades y zonas productivas en las riveras del río Carrizal</i>	<i>Limpieza del Terreno</i> <i>Disminución de la Calidad del Aire</i>
		<i>Erosión de Suelos</i> <i>Cambios en los Esgurrimientos Naturales de la Zona</i> <i>Afectaciones a la Vegetación y Fauna Acuática</i> <i>Cambios en los Patrones de Etológicos y Reproductivas de la Fauna Acuática y Terrestre</i>
		<i>Cortes y Nivelación</i> <i>Cambios en el Microclima</i> <i>Aumento en la Temperatura Ambiente</i> <i>Disminución de la Humedad Relativa</i>

	<p><i>Construcción de Vialidades</i> <i>Cambios en el Microclima</i> <i>Aumento en la Temperatura Ambiente</i> <i>Disminución de la Humedad Relativa</i> <i>Disminución de la Calidad del Agua</i></p> <p><i>Cambios en los Esguimientos Naturales de la Zona</i> <i>Contaminación de las Aguas Naturales por Aguas Residuales</i></p>
--	--

fig. 5.3.1 *Tabla de identificación de impactos por obra*

V.4 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Al realizar la caracterización de cada uno de los sitios donde se realizarán las obras que conforman el proyecto, el proceso que se aplicó fue el siguiente:

Fig. 5.3.2 Diagrama de evaluación de Impactos al Ambiente

A) Caracterización del medio

La caracterización del medio nos permite considerar su status, con el propósito de identificar y evaluar los impactos al medio, inherentes a las actividades del proyecto, de forma puntual, objetiva y real.

Las técnicas ya mencionadas con anterioridad como:

- ü sobreposición cartografica
- ü verificación en campo
- ü recopilación de material fotografico

toman cada uno de los factores ambientales que pudieran ser afectados .

B) Identificación de Impactos (Matriz de Identificación)

Se descarto el uso de formatos preestablecidos, para matrices de interacción proyecto – ambiente, ya que generalmente, contempla parámetros innecesarios e irrelevantes para un proyecto como el que se contempla.

Para la evaluación de los impactos se consideraron cuatro criterios de significancia:

El Carácter del impacto, es decir, si es adverso o positivo.

La importancia del impacto, tomando en cuenta 3 valores : significativo, poco significativo y no significativo, considerando si el impacto es negativo la aplicación de una medida de mitigación.

Por esta razón con los listados desarrollados se elaboró una matriz utilizando varias propuestas realizadas por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (1991), Gutierrez, P.(1980), Weitzenfeld, H (1990), Jain, R. (1977), Rav, J. (1980), Medina, J; la SARH

(1981), Voogd, (1994), Batelle – Collumbus, Mock, J; Vázquez, G. 1994. ver fig....

El listado de las actividades del proyecto constituye la columna izquierda, mientras que el listado de factores ambientales, la columna superior.

fig.5.3.3 Matriz de identificación de impactos ambientales

C) Evaluación de impactos ambientales (Matriz de evaluación)

Los Estudios Ambientales y las Manifestaciones de Impacto Ambiental son una herramienta muy importante para la toma de decisiones de los diferentes proyectos y trabajos que se deseen realizar.

Estas nos permiten realizar una caracterización del medio físico y natural y conocer los diferentes puntos críticos y de importancia donde se pueda tener una afectación al medio ambiente y sus diferentes componentes bióticos y abióticos.

En este sentido las **Matrices de Evaluación** son una parte muy importante de los Estudios Ambientales y las Manifestaciones de Impacto Ambiental ya que nos permiten evaluar los diferentes componentes naturales que interactúan con la realización de obra y la población del lugar y conocer sus afectaciones al medio natural.

Cada afectación que se tenga al medio se le pondera un valor negativo que va 0 a - 10 dependiendo del grado de afectación y por el contrario si existe una benéfico se le asigna un valor positivo que va de 0 a + 10.

Los criterios utilizados para evaluar los impactos se dividen en:

- Información : cantidad y calidad de datos que soporten la predicción
- Certeza : probabilidad de ocurrencia
- Confianza : incertidumbre con respecto a la probabilidad del impacto
- Estándares : diferencia con respecto a la norma ambiental

La suma total de afectaciones se le conoce como la Suma de Magnitudes y la suma de beneficios se le conoce como Suma de Importancia.

Para que la **Matriz de Evaluación** cumpla con las condiciones que Lawrence (1993) señala y tenga una validez científica deberá de tener las siguientes características.

- Cuantificación de los cambios en el Lugar
- Análisis Matemáticos

Con este procedimiento se previenen algunos de los problemas detectados en las matrices tales como ambigüedad e inconsistencia de los criterios de evaluación como lo indican Ecurra 1995, Bojorguez – Tapia y García 1998.

La aplicación de estos índices nos permiten evaluar el nivel de afectación al medio y sus diferentes componentes.

INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTALES

Para la obtención de la información requerida en las evaluaciones de impacto ambiental destaca la utilización de metodologías y técnicas de medición de variables ambientales, ya que con ellas es posible realizar adecuadamente una predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental en los diferentes componentes del medio ambiente.

Por esta situación se ha aplicado la utilización de ciertos factores o parámetros ambientales, los cuales tienen como característica presentar un rango de comportamientos en función de sus necesidades intrínsecas, o en función de las presiones ejercidas por las actividades humanas. Estos factores y parámetros ambientales son conocidos con el nombre de indicadores ambientales y sus análisis conjuntos se denominan índices ambientales

El desarrollo a nivel mundial de los indicadores se ha dirigido hacia la consecución de tres objetivos ambientales para lograr el desarrollo sostenible.

- ü Garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos
- ü Conservar la integridad de los ecosistemas
- ü Proteger la salud humana y el bienestar de la población

El medio ambiente está compuesto por 5 componentes ambientales:

- ü Subsuelo
- ü Agua
- ü Aire
- ü Flora y Fauna
- ü Socioeconómico

Cada componente se divide a su vez en diferentes factores ambientales

- ü Litología
- ü Procesos dinámicos
- ü Calidad del agua
- ü Calidad del aire
- ü Nivel de vida

Las características o condiciones de tales factores son los indicadores ambientales, y es una expresión que puede ser medida de manera cuantitativa y otras de manera cualitativa.

Estableciendo los indicadores para cada factor y para cada componente, las unidades de medida quedan automáticamente definidas y delimitadas en virtud de la definición del propio indicador.

De esta manera se cumplen las condiciones que Lawrence (1993) como un procedimiento científico válido y se previenen problemas detectados en las MIA de nuestro país

Estos valores se someten a un **Análisis Matemático** para calcular los siguientes índices como lo indica

La Gerencia de Protección Ambiental de la Comisión Federal de Electricidad en el documento

Seminario para el Análisis de las Guías para la Manifestación de Impacto Ambiental.

- **Índice Básico ($0.11 < MED_{ij} < 1$)**

Nos permite evaluar la intensidad de afectación del área de impacto, la área de afectación y el tiempo de efecto.

- **Índice Complementario ($0 < SAC_{ij} < 1$)**

Nos permite evaluar los efectos sinérgicos, los efectos acumulativos, oposición de los actores sociales y medidas de mitigación.

- **Índice de Impacto ($0 < I_{ij} < 1$)**

Esta dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios y los impactos se incrementan cuando existe sinergia, acumulación y controversia.

- **Significancia de los Impactos ($0 < S_{ij} < 75$)**

El daño al medio considerando las medidas de mitigación.

Escala ordinal utilizada para evaluar los criterios de evaluación de los impactos, divididos estos en dos parte los que son negativos que causaran alguna afectación al medio en sus diferentes componentes y los que son positivos que tendrán medidas de mitigación para corregir los daños posibles a los medios en sus diferentes componentes considerados en estas matrices de afectación.

CRITERIOS DE MAGNITUD DE EVALUACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL

VALOR	CRITERIO NEGATIVO
0	NULO
-1	DE NULO A MUY BAJO
-2	MUY BAJO
-3	BAJO
-4	BAJO A MODERADO
-5	MODERADO
-6	MODERADO A ALTO
-7	ALTO
-8	MUY ALTO
-9	EXTREMADAMENTE ALTOS

CRITERIOS DE IMPORTANCIA DE EVALUACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MATRICES
DE IMPACTO AMBIENTAL

VALOR	CRITERIO POSITIVOS
0	NULO
1	DE NULO A MUY BAJO
2	MUY BAJO
3	BAJO
4	BAJO A MODERADO
5	MODERADO
6	MODERADO A ALTO
7	ALTO
8	MUY ALTO
9	EXTREMADAMENTE POSITIVOS
10	MUY BENÉFICO

Los criterios utilizados para evaluar los impactos se dividieron en:

- Información
- Certeza
- Confianza
- Estándares

Para que la Matriz de Afectación cumpla con la condiciones que Lawrence (1993) señala para un procedimiento científicamente validado: la rastreabilidad de los datos, la cuantificación de los cambios y la inclusión de métodos matemáticos válidos. Con este procedimiento se previenen algunos de los problemas detectados en la matrices tales como ambigüedad e inconsistencia de los criterios de evaluación (Ezcurra 1995, Bojorguez - Tapia y Garcia 1998)

A continuación se aplicaron los siguientes Índices:

Calculo del Índice Básico

$$MED_{ij} = 1/27 (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

M_{ij} = Magnitud

E_{ij} = Extensión Especial

D_{ij} = Duración

$$0.11 < = MED_{ij} < = 1$$

Calculo Índice Complementario

$$SACij = 1/27 (Sij + Aij + Cij)$$

Sij = Efectos Sinérgicos

Aij = Efectos Acumulativos

Cij = Controversia Significativa

$$0 < = SACij = < 1$$

Calculo de Índice de Impacto

$$(1 - SACij)$$

$$Iij = (MEDij)$$

Los impactos se incrementan cuando existe algunos de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia). El impacto (*Iij*)

Esta dado por la combinación de los criterios complementarios.

Calculo de Significancia de Impactos

$$Sij = Iij * [1 - 1/9 (T ij)]$$

La importancia de un impacto se incremento cuando los criterios complementarios están cuando ausentes el impacto queda definido solamente por los criterios básicos. La significancia *Sij* final de un impacto debe tomar en consideración las medidas de mitigación *T ij*

A continuación se presentan las diferentes matrices de ponderación obra a realizar

Mp2 Bordo Macayo Matriz de Evaluación Impactos Ambientales		Limpieza del Terreno	Cortes y Nivelación	Construcción de Vialidades	Movimientos de Materiales	Disposición de Aguas Residuales	Trabajos de Reforestación	Limpieza de la Obra	Concentración de la Población	Suma Total de Magnitud	Suma Total de Importancia
Atmósfera	Microclima	-2	0	0	0	0	+2	0	0	-2	+2
	Calidad del Aire	0	-1	0	0	0	+2	0	0	-1	+2
	Humedad Relativa	0	0	0	-2	0	+3	0	0	-1	+3
	Temperatura Ambiente	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0

En el anexo 5.3.1 se presentan las 24 matrices correspondientes a

Precipitación		-1	-1	-1	-2	-1	0	0	0	-5	0
Suelos	Suelo	-2	0	-2	-1	-2	+3	-2	-2	-9	+3
	Erosión	-2	-3	-2	-1	-4	+3	0	0	-6	+9
Hidrología	Orografía	-2	-3	-4	0	-2	+2	-2	-2	-13	+2
	Escurremientos	-1	-2	0	0	-5	+3	0	0	-8	+3
	Calidad de las Aguas	-1	0	-1	0	-2	0	0	0	-2	0
Vegetación	Selvas	0	0	0	-1	-2	+2	0	0	-3	+2
	Pastizales	-1	-1	-1	-1	-2	+2	0	0	-6	+2
	Vegetación Secundaria	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-2	-7	0
	Zonas o Reservas de Importancia Ecológica	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-8	+3
Fauna	Fauna Terrestre	-1	-2	-1	-2	-2	+3	-2	-2	-10	+3
	Fauna Acuática	-2	-2	0	-2	-2	+3	+1	+1	-6	+2
Población	Densidad	-1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
	P.E.A.	-1	-1	+2	0	0	0	+2	+2	-2	+6
	Tenencia de la Tierra	-3	-1	0	+3	-1	0	+3	+3	-4	+9
Serv	Transporte y Comunicación	+2	+3	+3	0	-1	+2	+3	+3	-1	+16
	Infraestructura Básica	+4	+4	+3	+2	-1	+1	0	0	-1	+10
	Vivienda	+2	+2	+3	0	-2	+2	0	0	-2	+9
	Centros Educativos y de Salud	+2	+2	0	-3	0	+2	+2	+2	-3	+10
Actividades Económicas	Agricultura	+4	-1	0	+3	0	0	+2	+2	-1	+11
	Ganadería	+1	-1	+2	+3	0	0	0	0	-1	+6
	Pesca	0	0	+2	0	0	0	0	-2	-2	+2
	Comercio	0	0	+2	0	0	0	-2	0	-2	+2
	Industria	-1	0	0	+2	0	0	0	0	-1	+2
	Servicios	-2	0	0	+2	0	0	0	0	-2	+2
										-121	+117

las obras consideradas en el proyecto

Resultado de la aplicación de los índices en las matrices de ponderación en el proyecto integral para la protección contra inundaciones de la planicie de los Ríos Grijalva y Usumacinta

SISTEMA MEZCALAPA SAMARIA

NOMBRE DE LA OBRA	CALCULO DEL ÍNDICE BÁSICO 0.11 < MEDij < 1	ÍNDICE COMPLEMENTARIO 0 < SACij < 1	CALCULO DEL ÍNDICE DE IMPACTO 0 < Ii j < 1	CALCULO DE SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO 0 < Sij < 100
Mp1 ESTRUCTURA DE CONTROL SOBRE EL RÍO CARRIZAL	0.47	0.20	0.54	- 10.54
Mp2 BORDO MACAYO	0.88	0.54	0.94	- 11.28

Mp2 BORDO EMPOTRAMIENTO CARRIZAL M.D.	0.88	0.54	0.94	- 11.28
Mp3 CAUCE PILOTO SAMARIA GOLFO DE MÉXICO	0.52	0.22	0.73	- 17.11
Mp3 BORDO M.D. SAMARIA GOLFO DE MÉXICO	0.40	0.79	0.82	- 13.75
Mp3 MODIFICACIÓN DE PUENTES SAMARÍA I Y II	0.32	0.71	0.79	-13.50
Mp3 MODIFICACIÓN DE PUENTES VÍA CORTA, EL MANGO Y SAN CIPRIANO	0.21			

Mp4 DRENES LATERALES DEL CAUCE DE ALIVIO	0.28	0.49	0.52	- 7.33

SISTEMA RÍOS DE LA SIERRA

NOMBRE DE LA OBRA	CALCULO DEL ÍNDICE BÁSICO $0.11 < MED_{ij} < 1$	ÍNDICE COMPLEMENTARIO $0 < SAC_{ij} < 1$	CALCULO DEL ÍNDICE DE IMPACTO $0 < I_{ij} < 1$	CALCULO DE SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO $0 < S_{ij} < - 100$
Sp1 BORDO GAVIOTAS	0.22	0.34	0.36	- 4.75
Sp1 BORDO AEROPUERTO	0.29	0.26	0.40	- 7.37
Sp1 BORDO PARRILLA	0.50	0.29	0.41	- 6.69
Sp1 BORDOS PLAYAS DEL ROSARIO MARGEN IZQUIERDO	0.58	0.50	0.76	- 9.1
Sp2 OBRA DE CONTROL EN EL RÍO PICHUCALCO	0.25	0.24	0.34	- 6.61
Sp3 OBRA DE CONTROL EN EL RÍO LA SIERRA	0.23	0.21	0.31	- 6.40

					Sp 8 BORDOS EN MARGENE IZQUIERDO DEL RIO GRIJALVA	0.20	0.52	0.46	- 15.54
Sp6 BORDO ASTAPA- PUEBLO NUEVO JALAPA-ASTAPA CAMINO SAN ISIDRO PLAYAS DEL ROSARIO - HUASTECA	0.28	0.49	0.52	- 7.33					

SISTEMA CARRIZAL MEDELLIN

SISTEMA CARRIZAL MEDELLIN					NOMBRE DE LA OBRA	CALCULO DEL ÍNDICE BÁSICO $0.11 < MED_{ij} < 1$	ÍNDICE COMPLEMENTARIO $0 < SAC_{ij} < 1$	CALCULO DEL ÍNDICE DE IMPACTO $0 < I_{ij} < 1$	CALCULO DE SIGNIFICANCÍA DEL IMPACTO $0 < S_{ij} < - 100$
					Cp1 RECTIFICACIÓN DE RÍO MEDELLÍN JOLOCHERO 1ª Y 2ª PARTE	0.12	0.38	0.23	- 4.01
					Cc2 Dren Victoria Bordos y canales 1ª y 2ª PARTE	0.58	0.50	0.76	- 9.1

Delimitación de áreas

Área del proyecto.

La ubicación físico - espacial de las obras en el proyecto, esta considerada como la superficie en la cual

se realizan estrictamente las construcciones de dichas obras

Área de estudio.

Se considera que el área de estudio debe abarcar por lo menos el área del proyecto y de influencia. Para este proyecto en particular se considero la superficie que comprenden las cuencas hidrológicas de los Ríos de la Sierra, Mezcalapa Samaria y Carrizal Medellín.

Área de influencia.

Para determinar el área de influencia se ubicaron los impactos identificados para cada uno de los factores ambientales en el área de estudio, con ello se pudo determinar que aquellos impactos potenciales que se presentaban en el clima, suelo, y flora se restringían al área del proyecto y en ocasiones se extendían a una franja de 200 metros alrededor de ella. En relación con la fauna, se espera que esta se aleje de manera temporal de 300 a 700 metros, del área del proyecto durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al ruido y a la actividad humana.

En el caso del factor ambiental agua el área de influencia abarca una superficie potencial mucho mayor debido a que las corrientes actúan como medio de transporte para los contaminantes, por ello se considero que se extendía a toda la superficie de la subcuencas hidrológicas involucradas. Debido a la extensión de las subcuencas, las áreas de influencia de los otros factores ambientales quedaron incluidas dentro de ellas.

A continuación se describen las metodologías empleadas para la realización de presente trabajo, así como una breve descripción del fundamento de éstas.

DESCRIPCIÓN AMBIENTAL

El estado de Tabasco, está ubicado en el sureste de la República Mexicana, entre las coordenadas geográficas 18° 39' y 17° 15' de latitud norte; 91° 00' y 94° 07' de longitud oeste. Colinda al norte con el Golfo de México y Campeche; al este con Campeche y la República de Guatemala; al sur con Chiapas y al oeste con Veracruz-Llave. Abarca una superficie de 24 747 km² representa 1.3% del total del país y se sitúa en el vigésimo cuarto lugar nacional en cuanto a extensión; se divide en dos grandes regiones: Grijalva y Usumacinta; en 5 subregiones: Centro, Chontalpa, Sierra, Ríos y Pantanos; y 17 municipios.

Las localidades más importantes por su desarrollo económico y social en cada subregión son: en la subregión Centro, la ciudad de Villahermosa; en la subregión Chontalpa figuran Cárdenas, Comalcalco, Huimanguillo, Cunduacán y La Venta; en la subregión de la Sierra sobresalen Jalapa, Tacotalpa y Teapa; en la subregión Ríos las ciudades que destacan son Tenosique de Pino Suárez y Emiliano Zapata; y en la subregión Pantanos son las localidades de: Macuspana y Frontera.

En el año 2000, según los Tabulados Básicos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, la población total del estado es de 1 891 829 habitantes. El municipio más poblado es Centro con 520 308 habitantes y el menos poblado es el municipio de Emiliano Zapata con 26 951 habitantes.

La entidad cuenta con una importante infraestructura en comunicación terrestre, el total de carreteras es de 5 682.3 km de longitud; 315 km de vías férreas; un aeropuerto llamado C.P.A. Carlos Rovirosa Pérez que proporciona servicio nacional e internacional; dos puertos llamados Frontera y Dos Bocas

clasificados como de cabotaje y altura.

Respecto a la fisiografía la entidad forma parte de dos provincias: Llanura Costera del Golfo Sur y Sierras de Chiapas y Guatemala. El relieve en la primera está formado principalmente por llanuras, excepto al sur en los límites de la provincia en donde comienzan topofomas de lomeríos y sierras bajas con elevaciones máximas de 250 metros sobre el nivel del mar; en la segunda dominan las sierras, que se prolongan al norte del estado de Chiapas; las máximas elevaciones se localizan en la sierra Nava con una altitud de 1 620 metros, es la máxima altura en el estado; otras elevaciones importantes se encuentran en las sierras Madrigal y Tapijulapa con una altitud de 900 metros, la sierra Puana y el cerro La Ventana con 560 msnm.

A lo largo de la parte media y norte del estado, el clima dominante es el cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, con temperaturas promedio de 26°C y precipitación media anual de 2 000 mm; en la porción sur se distribuye el cálido húmedo con lluvias todo el año, es la zona más lluviosa de Tabasco con 4 000 mm de precipitación media anual y temperaturas promedio de 26°C; en una pequeña porción del noreste, prevalece el cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperaturas promedio de 26°C y precipitación media anual de 1 500 mm.

Con respecto a los materiales litológicos de Tabasco, los tipos de suelo aluvial, lacustre y litoral datan del Cuaternario y son los que cubren mayor extensión; las rocas sedimentarias como calizas y secuencias de lutita-arenisca de edad cretácica son las más antiguas.

La alta precipitación en el estado, origina que se incremente el flujo de los ríos como el Mezcalapa-Grijalva, Usumacinta, Tepetitán-Chilapa, San Pedro, San Pedro y San Pablo, Puxcatán, Tancochapa-Tonalá y entre otros. Al igual que el volumen de lagunas como: El Carmen, Machona, Mecoacán, Santa Anita, El Viento, Ismate-Chilapilla, El Rosario y otras.

En cuanto a suelos, el Gleysol es el sustrato que domina en la entidad, se distribuye por las llanuras inundables del centro del estado, en la Chontalpa, Comalcalco, Cunduacán y Jonuta; en menor porción se encuentra el Acrisol, por los alrededores de Pedregal 1ª Sección, Tumbuluchal, Mérida y Guarumo; le sigue el Vertisol, el cual se localiza en los poblados, El Águila, Benito Juárez, San Isidro, Ignacio Manuel Altamirano y otros más; con igual presencia se sitúa el Cambisol, encontrándose en lomeríos, valles y llanuras de la entidad.

La vegetación típica de Tabasco es la que se desarrolla en zonas inundables de agua salobre donde crecen manglares, y en agua dulce crece vegetación acuática con dominancia de popales o tulares; en terrenos donde existe poco drenaje se dan relictos de sabana, la cual ha disminuido drásticamente con la implementación de áreas ganaderas; otra asociación florística de relevancia es la selva, que en su mayor parte ha sido talada para dar paso a actividades agrícolas y ganaderas.

La riqueza natural de esta porción de suelo mexicano no existe sólo en la superficie, sino también en el subsuelo que ofrece grandes reservas de petróleo, energético imprescindible para la producción y elemento esencial de la economía nacional.

V.1 VEGETACIÓN

La abundante vegetación del estado, es producto de la interacción de factores físicos y ambientales como el suelo, orografía, geología y clima.

Debido a la influencia marítima del Golfo de México y al escaso relieve, las lluvias son intensas; la cantidad de precipitación anual supera los 1 500 mm, y se incrementa hacia Teapa y las sierras de Tapijulapa y Madrigal, donde se registran hasta 4 000 mm; por otro lado, las temperaturas son elevadas y uniformes a lo largo del año por lo que muy rara vez se presentan heladas, de modo que el desarrollo de la vegetación se ve favorecido por estas condiciones tan propicias para albergar formaciones vegetales exuberantes, florísticamente muy ricas y complejas, desde las selvas altas perennifolias, hasta las medianas subperennifolias. En gran parte del estado existen lagos, lagunas, pantanos y terrenos bajos inundables con agua dulce; sitios donde se desarrolla vegetación acuática con cierta dominancia de popal y tular. Paralelo a la costa y bordeando esteros y lagunas de aguas salobres, crece la comunidad florística denominada manglar. Otros tipos de vegetación del trópico húmedo tabasqueño se encuentran más condicionados a características edáficas, como es el caso de la selva baja perennifolia, que prospera en suelos sujetos a inundación permanente, otro ejemplo es la sabana, que crece sobre suelos que poseen una capa impermeable que les proporciona mal drenaje, estos suelos se inundan en época de lluvias y durante el período seco se agrietan y endurecen al perder humedad. En extensiones pequeñas y aisladas se presenta la selva baja subperennifolia y en mucho menor proporción el palmar.

El impacto ejercido por las actividades humanas en la mayor parte de los terrenos que originalmente sustentaban selva alta perennifolia y selva mediana subperennifolia ha sido muy intenso, pues en la mayoría de los lugares de la amplia llanura costera la vegetación natural ha sido sustituida para dar lugar sobre todo al establecimiento de praderas cultivadas y en menor grado a agricultura de temporal. (Ver fig. 5.1)

En las zonas lacustres y pantanosas de la llanura donde prospera la vegetación acuática, el deterioro del medio ambiente también ha sido significativo, pues en el estado se han drenado y desecado grandes superficies con el fin de incorporarlos a la agricultura, a pesar de que las condiciones del suelo no son del todo favorables para esta actividad y estas obras se han establecido propiciando graves daños a los ecosistemas naturales. (Ver fig.5.2.)

Actualmente la presencia de la selva alta perennifolia se limita a las sierras y lomeríos del sur de la entidad, prospera sobre laderas con suelos, arcillosos, ácidos, con fertilidad baja y limitados en profundidad por lechos rocosos. La condición que presenta esta selva es de carácter secundario debido a la explotación forestal selectiva e irracional y a la agricultura nómada que se establece mediante el desmonte y quema de la vegetación y afecta buena parte

Fig.5.1 Situación actual vegetación, fotografía aérea del sitio, sobrevuelo cd. Villahermosa, Tabasco. septiembre 2002, CFE Ofna. Estudios Ambientales

Fig.5.4 Situación actual vegetación, fotografía aérea del sitio, sobrevuelo cd. Villahermosa, Tabasco. septiembre 2002, CFE Ofna. Estudios Ambientales

de las extensiones selváticas, de manera tal que en la actualidad sobreviven sólo algunos manchones muy aislados de vegetación original. En las áreas donde aún se conserva la cubierta natural, se realiza un aprovechamiento forestal de baja intensidad debido a la escasa superficie aprovechable y la gran variedad de especies arboladas, de las cuales son muy pocas las que poseen demanda en el mercado.

Las sabanas y pastizales inducidos, son utilizados en su mayoría como agostadero para ganado bovino, pero debido a que sus especies no son de buena calidad, se han introducido pastos cultivados como: estrella africana, alemán, pangola, jaragua y otros.

Las zonas de lagunas costeras y esteros donde prospera el manglar, son importantes económicamente, la madera es empleada para la construcción y sus taninos (substancias extraídas de la corteza del mangle) en la curtiduría. Por otra parte, los suelos inundables no salinos, abiertos a la agricultura de temporal, se destinan principalmente a la siembra de caña de azúcar y arroz.

Con menor superficie existen también en la entidad, la selva baja subperennifolia, la selva baja perennifolia, la selva mediana subperennifolia y el palmar.

Selvas

Selva alta perennifolia

Comunidad vegetal muy densa y compleja, dominada por árboles altos mayores de 40 m, es el tipo de vegetación más exuberante y variada en especies de todo el planeta, porque prospera en lugares donde la temperatura y las lluvias no ofrecen limitación alguna para su crecimiento, sin embargo constituye a su vez parte del ecosistema más complejo, frágil y que ha ido desapareciendo con mayor velocidad en nuestro país.

En el estado de Tabasco estas poblaciones se desarrollan bajo la influencia de climas cálido húmedos y más del 75% de las especies conservan el follaje durante todo el año. Se distribuye principalmente en las sierras de Tenosique en el extremo oriental de la entidad, en gran parte del sureste de Teapa y al suroeste de Chontalpa. En su mayoría la selva presenta disturbio, se localiza en altitudes que varían de 100 a 600 m, su desarrollo coincide con el clima cálido húmedo con lluvias todo el año, con temperaturas medias anuales de 24 a 26°C y donde la diferencia entre la media del mes más frío y el mes más caliente no es muy significativa; las precipitaciones son abundantes a lo largo del año, en rangos que van desde 2 500 a 4 000 mm.

Este tipo de vegetación ha sufrido fuertes alteraciones debido a las actividades humanas, pues las condiciones favorables de humedad hacen atractivos a muchos de estos terrenos para desarrollar prácticas agrícolas o ganaderas, de manera tal, que la superficie original de distribución de la selva alta perennifolia ha disminuido drásticamente. En la actualidad cubre sólo 3.51% de la superficie del estado y debido al constante disturbio más de 70% de ésta se encuentra en un estadio secundario de desarrollo (etapa sucesional temprana y tardía) y sólo se conservan algunos relictos con vegetación natural en los lugares más apartados e inaccesibles de las sierras tabasqueñas.

La existencia de la selva alta perennifolia en el estado, está muy relacionada con sierras y lomeríos de origen sedimentario, principalmente rocas calizas, lutitas, areniscas y conglomerados; crece sobre suelos jóvenes de escasa profundidad tipo Litosol y Rendzina, también lo hace sobre suelos maduros de carácter ácido y pobres en nutrientes, tipo Luvisol y Acrisol, en las partes más bajas la selva alta prospera en suelos profundos, ricos en arcillas y con drenaje deficiente tipo Vertisol y sujetos a inundaciones frecuentes, como el Gleysol.

La estructura de la selva alta perennifolia es muy compleja, debido a una muy alta densidad de elementos arbóreos que frecuentemente se entrelazan entre sí y en donde son abundantes también las plantas trepadoras, epifitas y lianas. La variación florística es muy diversa y existe el dominio de diferentes especies en este tipo de vegetación, dependiendo del grado de alteración que presenta y de las condiciones ambientales que se conjugar en cada sitio seleccionado.

Los elementos más frecuentes en el estrato arbóreo superior a 30 m, en las escasas comunidades primarias y poco perturbadas en el estado, son *Terminalia amazonia* (canshán), *Brosimum alicastrum* (ramón) *Bursera simaruba* (mulato), y *Dialium guianense* (guapaque); pero también están presentes *Swietenia macrophylla* (caoba), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Pouteria zapota* (zapote mamey), *Calophyllum brasiliense* (barí), *Pouteria unilocularis* (zapotillo), *Ficus* sp. (amate), *Cedrela odorata* (cedro), *Vatairea lundellii* (tinco), *Guatteria anomala* (zopo), *Aspidosperma megalocarpon* (bayo).

En el estrato intermedio, inferior a 35 m de altura, existen los siguientes árboles: *Brosimum*

alicastrum (ramón), *Dialium guianense* (guapaque), *Terminalia amazonia* (canshán), *Bursera simaruba* (mulato), *Nectandra* sp. (laurelillo), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Schizolobium parahybum* (picho), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Quararibea funebris* (molinillo), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Hymenaea courbaril* (paquillo), *Spondias mombin* (jobo), *Ormosia* sp. (caracolillo), *Calophyllum brasiliense* (barí), *Licania platypus* (cabeza de mico), *Brosimum* aff. *terrabanum*, *Vatairea lundellii* (amargoso), *Pseudobombax ellipticum* (amapola), *Cedrela odorata* (cedro), *Guarea glabra* (cedrillo), *Pouteria campechiana* (zapote) y *Poulsenia armata*.

En el estrato arbóreo de más de 15 m e inferior a 20 se encuentran entre otros: *Sweetia panamensis* (chakté), *Bucida buceras* (pukté), *Tabebuia rosea* (maculi), *Ceiba pentandra* (ceiba), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Alseis yucatanensis* (tabaquillo), *Bravaisia integerrima* (cintopie), *Adelia barbinervis* (limoncillo), *Pithecellobium* sp. (quiebrahacha), *Schelea liebmannii* (corozo), *Roystonea* sp. (palma real), *Nectandra* sp. (laurelillo), *Pouteria* sp. (zapote), *Inga* sp. (selele), *Pouteria unilocularis* (sakal, hash), *Spondias mombin* (jobo), *Piscidia communis* (jabin), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), *Sickingia salvadorensis* (chacahuante), *Pimenta dioica* (pimiento de la sierra), *Belotia mexicana* (majahua, palenkamo), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Haematoxylum campechianum* (palo tinto), *Nectandra ambigens* y *Rinorea guatemalensis*, (botoncillo).

En el estrato de 6 a 12 m se encuentran: *Sabal mexicana* (palma, guano redondo), *Haematoxylum campechianum* (palo tinto), *Pithecellobium lanceolatum* (tucuy), *Nectandra* sp., *Tabernaemontana litoralis* (cintillo), *Faramea occidentalis* (huesillo), *Coccoloba* sp., *Rollinia jimenezii* (anonilla), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), *Brongniartia* sp., *Scheelea liebmannii*, *Hampea* sp., (majagua), *Cupania dentata* (chuc'cho), *Inga* sp. (selele), *Parathesis serrulata*, *Anona* sp., *Alvaradoa amorphoides* (chispilin), *Trema micrantha* (cuero de vieja), *Belotia mexicana* (majahua), *Vatairea lundellii* (tinco) y *Erythrina glauca* (mote), entre otras.

En el estrato inferior a 5 m destacan: *Randia standleyana*, *Xylosma flexuosum*, *Louteridium mexicanum*, *Piper sanctum* (momo), *Cupania dentata* (chuc'cho), *Guazuma ulmifolia* (guácima), *Rondeletia stachyoidea*, *Parathesis serrulata*, *Piper* sp. (cordoncillo) y *Geonoma mexicana*.

En las comunidades secundarias de selva alta perennifolia, se reportan las siguientes especies en el estrato superior cercano a 30 m de altura: *Terminalia amazonia* (amarillo), *Cordia alliodora* (vara prieta), *Spondias mombin* (jobo), *Calophyllum brasiliense* (barí), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Cedrela odorata* (cedro), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Bursera simaruba* (chaká).

El estrato entre 15 y 20 m está formado por: *Inga* sp. (selele), *Gliricidia sepium* (cocoite), *Cupania dentata* (chichón), *Ficus* sp. (matapalos), *Guazuma ulmifolia* (guácima), *Pouteria sapota* (zapote), *Bursera simaruba* (mulato), *Poulsenia armata*, *Caesalpinia* sp. (hormiguero), *Pleuranthodendron mexicanum*, *Erythrina* sp., *Adelia barbinervis* (cunshan), *Manilkara zapota* (chicozapote).

El estrato entre 10 y 14 m con frecuencia está integrado por: *Piper tuberculatum* (cordoncillo), *Piper auritum* (momo), *Hampea* sp. (majahua, chihité), *Brosimum alicastrum* (ramón), *Dialium guianense* (gusch), *Schizolobium parahybum* (cucte), *Boehmeria* sp., *Dendropanax arboreus*, *Faramea* sp., *Zanthoxylum* sp., *Vatairea lundellii*, *Alchornea latifolia* (sitío), *Heliocarpus donnell-smithii* (majahua), *Coccoloba schiedeana* (tocó), *Eugenia axillaris*, *Bucida buceras* (pukté), *Jacquinia aurantiaca*, *Litsea* sp. (capulincillo cimarrón), *Miconia argentea*, *Chrysophyllum mexicanum* (manzano), *Schoepfia schreberi* (caimito cimarrón), *Rollinia jimenezii* (anonilla), *Poulsenia armata* (quichilamba), *Sideroxylon* sp. (zapotillo), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), *Quararibea funebris* (molinillo), *Luehea speciosa*

(achotillo), *Guazuma ulmifolia* (guácima) y *Piscidia* spp. (jabin), entre otros.

Forman parte del estrato entre 2 y 8 m de altura: *Solanum* sp., *Eupatorium* sp., *Rinorea guatemalensis*, *Tabernaemontana citrifolia*, *Psychotria cuspidata*, *Guarea* sp., *Araisia escallonoides*, *Cupania dentata*, *Nectandra* sp., *Sickingia salvadorensis*, *Erythrina* sp., *Parathesis serrulata* (tancacao), *Cocoloba schiedeana* (cho'co), *Pterocarpus* sp., *Miconia impetioilaris*, *Alseis yucatanensis* (cujsité), *Cassia* sp., *Psidium guajava* (guayaba silvestre), *Cyperus surinamensis* (chintudillo), *Croton* sp., *Verbesina* aff. *liebmannii*, *Psidium sartorianum*, *Vernonia aschenborniana*, *Ceiba pentandra* (ceiba), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), *Lysiloma acapulcensis*, *Jacobina umbrosa* (monteliso), *Alchornea latifolia* (almendrillo), *Waltheria americana* (barrenillo), *Gliricidia sepium* (cocoite), *Inga fissicalyx*, *Heliocarpus appendiculatus* (majahua), *Trema micrantha* (cuero de vieja), *Piper sanctum* (momo), *Mantingia calabura*, *Cordia collococca* (nopo), *Salvia* sp. (ceniche), *Conostegia xalapensis* (sabanillo), *Casearia dolichophylla* (laurel), *Pseudolephantopus spicatus*, *Geonoma mexicana* (shate), *Chamaedorea* sp., etc.

En el estrato herbáceo inferior a un metro se encuentran las siguientes especies: *Mimosa pudica* (dormilona), *Panicum* sp., *Cassia* sp., *Pennisetum purpureum* (gigante), *Panicum hirticaule*, *Pteridium aquilinum*, *Heliconia bihai* (tonoy), *Stachytarpheta jamaicensis*, *Asterohyptis stellulata* y *Verbesina* aff. *liebmannii*, entre muchas más.

En los municipios de Tacotalpa, Teapa, Tenosique, sur de Huimanguillo y Macuspana, la selva presenta un estrato arbóreo superior a los 30 m de altura, con una gran diversidad de especies entre las que destacan: *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cedrela mexicana* (cedro rojo), *Sterculia mexicana* (castaño), *Sweetia panamensis* (chakté), *Tabebuia rosea* (maculi), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Spondias mombin* (jobo) y *Calophyllum brasiliense* (barí); a menudo es difícil determinar cuál es la especie que realmente domina, este estrato no forma un techo cerrado, existen algunas eminencias más o menos aisladas, como por ejemplo *Brosimum alicastrum* (ramón) o *Terminalia amazonia* (canshán). El estrato que le sigue es de 15 a 20 m con *Spondias mombin* (jobo), *Cedrela odorata* (cedro), *Bucida buceras* (pukté) y el último estrato de aproximadamente 6 m, con presencia de *Sabal mexicana* (guano redondo), *Pithecellobium lanceolatum* (tucuy), *Haematoxylum campechianum* (palo tinto) y *Nectandra* sp. entre otras.

Más del 80% de las comunidades vegetales que se distribuyen al sur del poblado Chontalpa, Macuspana, Teapa, José Rovirosa y Vicente Guerrero se encuentran en fase secundaria de desarrollo, tanto arbórea como arbustiva, sólo quedan áreas sin perturbación en zonas muy pequeñas y aisladas. Los estratos observados en una de estas áreas con vegetación secundaria son dos: el primero de 10 a 15 m con *Rollinia jimenezii* (anonilla), *Poulsenia armata* (quichilamba), *Sideroxylon* sp. (zapotillo), *Nectandra* sp. (laurelillo), *Pouteria* sp. (zapote) y el segundo estrato de 4 a 12 m con: *Inga fissicalyx* (guatope), *Heliocarpus appendiculatus* (majahua), *Piper sanctum* (momo), *Cordia collococca* (nopo), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), entre otros.

Gran parte del desarrollo de la selva alta perennifolia al sur de Tenosique, se presenta en cañones y sierras en un estadio secundario, tanto arbóreo como arbustivo debido a la explotación de los elementos de importancia comercial; algunas especies que dominan en estas áreas perturbadas son: el primer estrato de 20 a 25 m con *Calophyllum brasiliense* (barí), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Cedrela odorata* (cedro), *Bursera simaruba* (chaká); el segundo estrato de 15 m está conformado por *Heliocarpus donnell-smithii* (majahua), *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), *Quararibea funebris* (molinillo), *Piscidia communis* (jabin); y el tercer estrato lo componen elementos hasta de 2 m de altura, donde dominan: *Piper auritum* (momo), *Piper* sp. (cordoncillo) y *Geonoma mexicana* (shate). También al sur de Tenosique,

pero en lugares donde la vegetación está más conservada, el estrato superior es mayor de 40 m y se presentan -entre otras- las siguientes especies: *Brosimum alicastrum* (ramón o ash), *Dialium guianense* (guapaque), *Manilkara zapota* (chicozapote), *Terminalia amazonia* (canshán), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cedrela odorata* (cedro).

Las actividades humanas han propiciado un intenso y acelerado deterioro sobre la selva alta perennifolia y en las últimas décadas se ha acentuado con la eliminación de la mayor parte de la vegetación original. En tiempos recientes ha cobrado auge en estas zonas el establecimiento de pastizales, por lo que se acostumbra desmontar y quemar la vegetación para la siembra de gramíneas, el resultado de estas prácticas, es la desaparición de la cubierta original y como consecuencia, el área se convierte en un mosaico constituido por una serie de formaciones vegetales de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo, llamadas comúnmente “acahuales”.

La explotación forestal de esta selva es baja, debido sobre todo a la reducida extensión que ocupa, a la condición secundaria que presenta la mayor parte de ella, y a pesar de lo exuberante de este tipo de vegetación, en realidad son pocas las especies cuya madera tiene demanda en el mercado, como el cedro y la caoba; respecto a otras especies arbóreas que constituyen la selva alta no se conocen bien sus propiedades y posibles usos de su madera. Por otro lado, los costos de explotación son elevados si se comparan con los de los bosques de pino, debido al aislamiento de los elementos aprovechables, a los bejucos que entrelazan varios árboles y dificultan su caída, a la inaccesibilidad del terreno y a las condiciones climáticas desfavorables para el hombre.

Selva mediana subperennifolia

Este tipo de vegetación presenta características intermedias en su fisonomía y requerimientos climáticos entre las selvas perennifolias (siempre verdes) y las caducifolias (con hojas caedizas durante una temporada del año), se compone de un gran número de especies en los diferentes estratos que posee. Esta comunidad abarca 0.91% de la superficie estatal, se localiza principalmente al centro y oriente de la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños, esto es al sur y oriente de Villa el Triunfo, norte de Emiliano Zapata y norte de Balancán en la zona limítrofe con el estado de Campeche; prospera sobre llanuras y lomeríos que poseen suelos de tipo Gleysol sujetos a inundaciones, suelos maduros y ácidos tipo Luvisol y Acrisol y suelos ricos en arcillas como Vertisol; el rango altitudinal donde se presenta este biotipo es entre 200 y 350 msnm, crece bajo la influencia de climas cálidos húmedos con abundantes lluvias de verano y cálido subhúmedos con lluvias de verano.

Aproximadamente 30% de los árboles dominantes pierden sus hojas en un período hasta de 3 meses durante la época más seca del año (marzo, abril y mayo) y su altura generalmente no rebasa 30 m. Al igual que la selva alta perennifolia, grandes extensiones ocupadas originalmente por selva mediana subperennifolia han sido destruidas; en la actualidad la mayor parte de lo que queda de ella se presenta como vegetación secundaria arbórea (etapa sucesional tardía).

Algunas de las especies que conforman este tipo de vegetación, que constituyen parte del estrato superior de 21 a 30 m son: *Bursera simaruba* (chaká), *Vitex gaumeri* (ya'axnik), *Lonchocarpus* sp. (kanatzin), *Cedrela odorata* (cedro) y *Guettarda combsii* (tasta'ab); en el estrato medio de 11 a 20 m,

se encuentran *Luehea speciosa* (guácima de montaña), *Cochlospermum vitifolium* (pochote), y *Cecropia obtusifolia* (guarumbo), entre otras y, en el inferior de 4 a 10 m, *Cochlospermum vitifolium* (pochote), *Trema micrantha* (capulín) y *Acacia cornigera* (cornezuelo).

Selva baja perennifolia

La presencia de esta forma biológica está determinada por condiciones edáficas, en condiciones de inundación permanente, crece en climas cálidos húmedos y subhúmedos, el estrato superior está formado por árboles bajos con alturas variables de 3 a 15 m. La mayoría de los elementos que la caracterizan son perennifolios, aunque presentan unas pocas especies que tiran la hoja durante algún período del año. Abarca aproximadamente 1.28% del estado.

La selva baja perennifolia se encuentra en forma de pequeños manchones por casi toda la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños. Las condiciones climáticas en las que se presenta son similares a las descritas para la selva alta perennifolia y la mediana subperennifolia. Se desarrolla sobre suelos relativamente profundos y con hidromorfismo como Gleysol, arcillosos tipo Vertisol y Fluvisol, todos ellos inundables en el período de lluvias y que pueden llegar a secarse totalmente durante la época de estiaje.

La selva baja perennifolia se encuentra siempre en hondonadas o bajos de reducida extensión de la llanura costera y la gran llanura aluvial, pero debido a la frecuencia con que se presentan pueden cubrir en conjunto áreas considerables. Los suelos poseen drenaje deficiente, con una lámina de agua poco profunda en época de lluvias. Está asociada con la vegetación sabanoide, encontrándose también en sitios periódicamente inundados dentro del área de distribución de la selva alta perennifolia o mediana subperennifolia. Entre los principales componentes sobresalen en el primer estrato de 6 a 15 m: *Pachira aquatica* (zapote de agua), en el segundo estrato de 2 m con *Thalia geniculata* (quento) y *Cyperus giganteus*; el último estrato inferior a 1 m está dominado por *Acrostichum aureum*.

Selva baja subperennifolia

Asociaciones vegetales conocidas como “tintales” debido al dominio de *Haematoxylum campechianum* (tinto), usado mucho en épocas pasadas para la obtención de tinte de la madera; abarca 0.77% de la superficie del estado, se caracteriza porque entre 25 y 50% de los elementos que la forman pierden la hoja en época de secas, con especies arbóreas cuyo porte no alcanza más de 12 m. Se desarrolla bajo la influencia de climas cálido húmedo y subhúmedo, sobre suelos profundos con drenaje deficiente, que se inundan en la época de lluvias y permanecen secos durante el período de menor incidencia de lluvias, se le encuentra cubriendo extensiones muy pequeñas al sureste del estado, principalmente en hondonadas llamadas bajos, bordeando lagunas o sobre parte de las márgenes del río San Pedro, generalmente forman asociaciones casi puras.

Es una población relativamente rica en epifitas y trepadoras, los principales componentes por estrato son: en el superior de hasta 9 m *Haematoxylum campechianum* (tinto colorado), *Lonchocarpus hondurensis* (gusano) y *Bucida buceras* (pukté); en el estrato de 3 m *Hampea macrocarpa* (majahua), *Jacquinia* sp. y en el estrato inferior a 1 m *Serjania* sp.

Pastizales

Pastizal inducido

Comunidad dominada por gramíneas que surge cuando se elimina la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmontes de cualquier tipo de vegetación, también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Cubre aproximadamente 1.28% de la superficie estatal. Se desarrolla bajo la influencia de muy variados tipos climáticos. En esta región se encuentra en climas cálidos húmedos con abundantes lluvias de verano, con precipitaciones que van de 2 000 a 2 500 mm anuales, sobre suelos profundos de textura fina tipo Gleysol, Vertisol y con alto contenido de sales tipo Solonchak, que durante la época más lluviosa del año permanecen inundados;

Este tipo de vegetación se localiza en las márgenes del río Usumacinta, alrededor de las ciudades de Villahermosa y Emiliano Zapata, en los poblados Chicozapote, El Porvenir, Benito Juárez y Nicolás Bravo, entre otros. Generalmente se encuentra asociado con agricultura de temporal, pastizal cultivado, tular-popal, manglar y selva mediana subperennifolia. Está formado por especies herbáceas que llegan a medir hasta dos metros de altura, sobresalen: *Pennisetum nervosum* (camalote), *Hyparrhenia rufa* (jaragua), *Paspalum notatum* (zacate bahía o remolino), *Panicum maximum* (zacate guinea) y *Axonopus compressus* (zacate amargoso); distribuidos de manera dispersa entre el pastizal existen elementos arbustivos de *Acacia cornigera* (cornezuelo).

Otros tipos de vegetación

Sabana

Vegetación compuesta principalmente por gramíneas y ciperáceas, acompañadas de especies arbóreas dispersas, se desarrolla sobre terrenos planos con suelos que poseen drenaje deficiente y nivel freático superficial, se inundan en época de lluvias y se endurecen y agrietan cuando secos, por lo regular son profundos y ricos en arcillas como Vertisol y Gleysol. La existencia de muchas sabanas parece ser la presencia del efecto combinado del suelo y del fuego y en muchos casos al efecto del fuego exclusivamente (Beard, 1953, en Rzedowski). Este tipo de vegetación ocupa cerca de 4.40% de la superficie en el estado.

Se localiza en la porción este y oeste de la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños, principalmente en los alrededores de Balancán, Estación Chontalpa, Limones, Mosquitero y Francisco Martínez Gaytán y en una pequeña franja hacia las Sierras del Norte de Chiapas. La sabana crece en altitudes menores a los 100 m bajo la influencia de climas cálidos húmedos, con precipitaciones de 2 000 a 2 500 mm anuales, con un período menor a 4 meses secos al año, la temperatura media anual es de 26°C.

Fisionómicamente esta formación vegetal se encuentra dominada por gramíneas, aunque existe un estrato de árboles bajos de 3 a 8 m de altura, espaciados o agrupados a manera de islotes, tolerantes a la presencia de fuegos periódicos. Las especies arbóreas más frecuentes son: *Byrsonima crassifolia* (nanche), *Curatella americana* (tachicón), *Crescentia cujete* (güiro) y *Crescentia alata*; también son comunes *Coccoloba barbadensis*, *Paurotis wrightii* (tasiste), *Conostegia xalapensis*, *Quercus* spp., *Haematoxylum brasiletto* (palo brasil) y matorrales de *Acacia cornigera* (cornezuelo).

Las gramíneas son altas, de 80 a 100 cm y ásperas, a menudo crecen en macollos densos cuyas partes inferiores quedan protegidas del fuego, entre ellas sobresalen: *Paspalum notatum* (grama amarga), *Paspalum pectinatum* (grama), *Andropogon virginicus*, *Aristida* sp. (lanza), *Eragrostis cilianensis* (zacate borreguero) y *Setaria geniculata* (zacate amargo). Otras herbáceas comunes son: *Typha latifolia*, *Digitaria* sp., *D. sanguinalis*, *Sporobolus indicus* (pajón de sabana), *Cyperus* spp., y

Rhynchospora rugosa, *R. hirsuta*, y *R. schiedeana*, además de numerosas especies de leguminosas y compuestas que a diferencia de las primeras, no juegan un papel importante en la biomasa de este tipo de vegetación.

En la actualidad, la ganadería con base en los pastos nativos e introducidos ha reducido espacios a la sabana, además muchas áreas se han desmontado para el establecimiento de cultivos como arroz, piña, mango y cítricos.

Manglar

Vegetación arbórea muy cerrada con alturas hasta de 25 m, a veces crece en forma arbustiva densa; con raíces parcialmente aéreas en forma de zancos, presenta como característica fisonómica más notable el tipo de adaptación de sistemas radiculares y neumatóforos, que tienen funciones de fijación en terreno lodoso y de captación de oxígeno directamente del aire. Otras características de los mangles son: la alta presión osmótica de sus tejidos y el fenómeno de viviparidad, pues los embriones se desarrollan en el fruto que se encuentra adherido al árbol, de manera que la germinación se lleva a cabo fuera del medio salino. Crece en zonas bajas y fangosas de los litorales, en esteros y lagunas costeras; siempre bajo la influencia de agua salobre, pero no se establece en lugares rocosos o arenosos, ni en zonas sometidas a oleaje fuerte.

El manglar abarca 2.27% de la superficie tabasqueña, se distribuye en la parte posterior del cordón litoral, bordeando las lagunas de El Carmen, Machona, Mecocacán, Redonda, Santa Anita y otras más que se extienden paralelas a la costa y que tienen conexión con el mar.

Fisonómicamente los manglares son pobres, pues los principales y casi únicos componentes de esta vegetación son: *Rhizophora mangle* (mangle rojo) considerado como pionero entre los límites terrestre y marino, el cual se encuentra en condiciones de mayor inmersión del suelo y mayor salinidad; eventualmente se presenta intercalado con éste, *Laguncularia racemosa* (mangle blanco). *Avicennia germinans* (mangle negro) se desarrolla en sitios cenagosos y con menores niveles de salinidad que las especies anteriores y *Conocarpus erecta* (mangle prieto), que prospera en terrenos emergidos con salinidad baja, o bien en terrenos inundables pero con aguas muy poco salobres, a distancias considerables de la orilla del mar. Desde el punto de vista económico, las raíces del mangle sirven de sustrato a ostras y a muchos organismos acuáticos, la madera del mangle rojo se utiliza para la construcción y obtención de carbón; asimismo la corteza del mangle blanco y prieto son ricas en taninos, los cuales se emplean en la curtiduría.

Popal-tular

La asociación vegetal popal-tular abarca 19.6% de la superficie estatal, ocupa grandes extensiones de la llanura costera inundable ubicada al noreste de Villahermosa, también en las cercanías de Frontera, La Venta y Paraíso, se extiende en forma casi paralela al cordón litoral, además de algunas áreas aisladas entre los ríos Puxcatán, Tacotalpa y Pichucalco. El desarrollo de esas comunidades hidrófitas está condicionado fundamentalmente por la presencia de zonas pantanosas y de inundación poco profundas, originadas por la abundante precipitación, en el orden de 2 000 a 3 000 mm anuales, característico del clima cálido húmedo imperante en esta zona del país, crecen sobre terrenos bajos e inundables con suelos arcillosos y drenaje lento, como Gleysol, Solonchak gléyico y Vertisol pélico.

El popal tiene una fisonomía muy característica, lo conforman plantas herbáceas de 1 a 3 m de altura, con hojas grandes y anchas de color verde claro que sobresalen del agua y constituyen una masa muy compacta, la cual apenas deja entrever el pantano sobre el que se encuentra. Los elementos del popal son el quento, también llamado popote u hojilla (*Thalia geniculata*), y algunas especies de *Galathea* y *Heliconia*, que forman agrupaciones puras y mezcladas; se encuentran además: *Eichhornia crassipes* (jacinto), *Pistia stratiotes* (lechuga acuática) y otras.

La vegetación de tular está conformada por monocotiledóneas de 1 a 3 m de alto, enraizadas a los fondos poco profundos de donde sobresalen los tallos, las asociaciones más frecuentes están dominadas por *Typha latifolia* (tule o espadaña) y *Cyperus giganteus* (molinillo).

La actividad que se realiza en los tulares es la ganadería sobre pastos nativos como: *Paspalum vaginatum* (grama de agua), *Paspalum fasciculatum* (camalote) y *Eragrostis reptans* (pan caliente), entre otros; lo mismo que para ciperáceas como *Cyperus articulatus* (chintul) y zacates introducidos como *Echinochloa polystachya* (alemán) y *Cynodon plectostachyum* (estrella africana).

Estos agostaderos se encuentran bastante dispersos, ya que su establecimiento depende de la presencia de áreas emergidas, cuando menos temporalmente. Desde el punto de vista agrícola, los campesinos aprovechan la humedad presente en las orillas del popal-tular durante la temporada más seca del año para sembrar maíz, del cual se obtienen buenos rendimientos.

Palmar

Los elementos de palma en la entidad se encuentran presentes en diferentes tipos de vegetación, en ocasiones formando islotes, pero rara vez dominan en superficies extensas. En la entidad los palmares están constituidos por *Paurotis wrightii* (tasiste) y los espacios dominados por ésta se conocen como tasistales. A la escala de trabajo, la única comunidad de palmar cartografiable, se localiza hacia la porción noroeste del estado, al poniente de la Laguna El Carmen; prospera sobre terrenos llanos, bajos e inundables, donde existen además elementos dispersos de mangle, principalmente *Conocarpus erecta* (botoncillo) y en el estrato herbáceo inferior a 1 m domina entre varias especies: *Cyperus* sp.

Miranda (1958, en Rzedowski) menciona que los palmares de *Paurotis wrightii* se encuentran en algunas localidades de Tabasco y del sureste de Veracruz-Llave. Se observan en forma aislada en las orillas de las lagunas pantanosas y arroyos de corriente lenta, con frecuencia en lugares permanente o periódicamente inundados y resisten a condiciones de elevada salinidad. A veces *P. wrightii* forma parte de las sabanas y en medio de éstas puede formar islotes de palmar. Su altura más frecuente es de 2 a 5 m y la comunidad es más bien abierta. se presenta en altitudes entre 0 y 200 m y el clima correspondiente es caluroso y húmedo a semihúmedo.

Áreas protegidas

Pantanos de Centla

Dentro de las áreas protegidas se encuentra la reserva de los Pantanos de Centla en el municipio del mismo nombre, considerada la zona ecológica más importante del sureste, donde se puede

contemplar vegetación formada por mangle rojo, negro y blanco; además de una rica y exuberante vegetación acuática con dominancia de tular y popal.

Parque Ecológico Yumká

En el municipio de Centro existe un parque ecológico denominado Yumká, el cual cuenta con una superficie de 1 713.1 ha, donde la mayor extensión corresponde a gramíneas y en menor proporción a áreas con vegetación acuática.

Otras áreas naturales

Otras áreas naturales protegidas en el estado de Tabasco son dos parques estatales, uno en Tacotalpa con una extensión de 15 113 ha y el otro en Macuspana con 2 025 ha.

V.2 SUELOS

Gran parte de los suelos en el estado tuvieron su origen con la depositación de aluviones, causada 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.

El relieve plano o ligeramente ondulado, la depositación de materiales finos de baja permeabilidad, las abundantes lluvias y los numerosos ríos, propician que el manto freático se encuentre muy cerca de la superficie, o bien, que ocurra una completa inundación de la misma. El drenaje imperfecto y las inundaciones han dado lugar al proceso conocido como gleyzación, que es la reducción o ausencia de oxígeno, la cual ocasiona la formación de colores gris azulado o gris verdoso en el suelo, que corresponden al paso del hierro férrico a hierro ferroso; así también, aumenta la acidez, pero ésta disminuye con la profundidad, pues las sales solubles tienden a ser trasladadas de la parte superior a la inferior del perfil.

En muchas áreas por deficiencia de drenaje o por influencia marina se da un proceso de acumulación de sales; asimismo, la acumulación de materia orgánica propicia el oscurecimiento o melanización de la capa superficial del suelo.

En los lomeríos se presentan los procesos de migración y acumulación de arcillas para la formación de un horizonte B argílico; pero también se ha dado la pérdida de nutrientes por el lavado que origina suelos ácidos; así como el proceso de haploidización, por el cual se mezclan o trastornan los horizontes.

La mayoría de los suelos son jóvenes y de origen aluvial, ocupan más de 85% del total del estado, entre ellos se encuentran los gleysoles, vertisoles, cambisoles, regosoles y fluvisoles; los suelos maduros como los acrisoles y luvisoles, sólo abarcan 9.82%. Las condiciones físicas ya mencionadas han propiciado que más de 92% de los suelos sean profundos, que 2.69% sean menores de 50 cm de profundidad, pues están limitados por roca o por una capa de caliche, y una mínima porción, menores de 10 cm de profundidad.

De los suelos profundos, 11.12% se encuentran en la llanura costera inundable y presentan acumulación de sales; mientras que 2.65%, que se localizan en los alrededores de las lagunas costeras, tienen alto contenido de sodio, características químicas que limitan fuertemente el desarrollo de los cultivos.

En general, los suelos son de moderada a alta fertilidad, pero en algunas porciones donde existen limitantes químicas y de saturación de bases, la fertilidad es baja.

En orden de importancia, por la extensión que ocupan, se encuentran los siguientes tipos de suelos: gleysoles, acrisoles, vertisoles, cambisoles, luvisoles, regosoles, fluvisoles, rendzinas, solonchaks, litosoles, feozems y andosoles.

Unidades de Suelos

Gleysoles

Suelos muy escasamente drenados, desarrollados y profundos (mayores de 1.0 m), que están formados por depósitos de sedimentos transportados por los ríos más caudalosos del país hacia las partes más bajas del estado; densos y con numerosas manchas de diferentes colores: grisáceas, verdosas, azulosas, amarillentas y rojizas, que son producto del proceso de gleyzación que se lleva a cabo por los fenómenos fisicoquímicos de oxidación y reducción, debido a que el nivel freático se encuentra muy cerca de la superficie (a menos de 50 cm de profundidad) la mayor parte del año, y durante la época de lluvias llega hasta la superficie por lo cual quedan inundados.

Existen cuatro tipos de gleysoles, que ocupan más de 50% del área estatal, los cuales son en orden predominante: Gleysol vértico, Gleysol éutrico, Gleysol mólico y Gleysol dístico.

El Gleysol vértico presenta en todos sus horizontes A y C el proceso de gleyzación, y se les denomina horizontes gléyicos. Sus características diferenciadoras son: la presencia de grietas mayores de 1 cm de ancho en la época de secas dentro de los 50 cm superficiales, debido a que contiene más de 35% de arcilla expandible; el contenido de nutrientes (calcio, magnesio, potasio y sodio) es alto (porcentaje de saturación de bases mayor de 50); y la clase textural en todo su espesor es fina (más de 35% de arcilla). Se distribuye principalmente en la gran llanura aluvial y llanura con inundación de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, donde el material parental que le da origen es aluvión de textura fina; en ambas llanuras es el suelo dominante, donde se encuentra asociado con Gleysol mólico, Gleysol éutrico y Fluvisol gléyico. Sustenta principalmente pastizales cultivados e inducidos; sin embargo, también existen áreas con selvas (alta perennifolia, mediana subperennifolia, baja perennifolia y baja subcaducifolia); y en menor escala, áreas dedicadas a la agricultura de temporal con cultivos anuales que requieren de humedad alta, como el arroz.

El Gleysol éutrico se caracteriza por presentar un horizonte superficial de un espesor promedio de 18 cm, de color gris claro, bajo contenido de materia orgánica (menor de 1%), denominado horizonte A ócrico; y enseguida de éste se encuentran horizontes C gléyicos. Tiene alto contenido de nutrientes para las plantas dentro de los 50 cm superficiales; con clase textural media (más de 18% de arcilla y 65% de arena) en los 30 cm superficiales y, en el resto de su espesor, es fina.

En la llanura costera de inundación está asociado con Gleysol mólico, Solonchak gléyico y Fluvisol gléyico. Es originado por materiales palustres arcillosos con altos contenidos de materia orgánica

en descomposición, de tal manera que presenta un olor fétido; la acumulación de este material se lleva a cabo en las partes más bajas que se encuentran inundadas la mayor parte del año, excepto en la época seca del año; además contienen cantidades significativas de sales solubles (conductividad eléctrica de 4 a 16 mmhos/cm). El clima donde se ubica es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La condición de inundación casi permanente sólo permite el crecimiento de vegetación acuática como popal-tular, y en algunas áreas, sabana, selvas (mediana subperennifolia y baja caducifolia) muy alteradas, y pastizales cultivados e inducidos. En la llanura aluvial presenta casi las mismas características ambientales, excepto que en ésta no hay acumulación significativa de sales (conductividad eléctrica de 1 a 4 mmhos/cm). Este tipo de suelo tiene una fertilidad que varía de moderada a alta, sin embargo las limitantes más severas para su uso y manejo son la inundación durante un largo periodo del año, la concentración moderada de sales solubles (4 a 16 mmhos/cm) en la llanura inundable y el drenaje interno muy escasamente drenado.

El Gleysol mólico presenta superficialmente un horizonte mólico, que se caracteriza por tener un espesor promedio de 18 cm, estructura desarrollada en forma de bloques subangulares, de color oscuro y consistencia friable, contenido de materia orgánica mayor de 1% y alto contenido de nutrientes. La clase textural en los 30 cm superficiales es media, y en el resto de su espesor es fina. Se localiza en pequeñas áreas muy locales de la gran llanura aluvial y de la llanura costera de inundación, razón por la cual no es el suelo dominante en estas llanuras y se encuentra asociado con Gleysol éutrico y Gleysol vértico. Se originó de materiales aluviales y palustres de textura media. En estas áreas el clima dominante es cálido húmedo con lluvias abundantes en verano, donde crecen selvas (alta perennifolia, mediana subperennifolia) y pastizales cultivados e inducidos. La fertilidad para el uso agrícola varía de moderada a alta, mas sin embargo, la limitante más severa para su uso y manejo son el nivel freático que existe dentro de los 50 cm superficiales, así como también el drenaje interno muy escasamente drenado.

El Gleysol dístico, en cuanto a su ubicación, es muy semejante al Gleysol vértico pues está localizado sobre la gran llanura aluvial constituida por sedimentos de textura fina (más de 35% de arcilla), donde prevalece el clima cálido húmedo con lluvias todo el año. La característica lluviosa de estas áreas provoca el intenso lavado del suelo, y en consecuencia, la pérdida de los nutrientes (saturación de bases menor de 50%), que se refleja en su pH muy ácido (menor de 5.5). Este tipo de suelo se encuentra asociado con Gleysol vértico y Fluvisol gléyico, y sustenta principalmente pastizales cultivados e inducidos, y en menor extensión, sabana y selva alta perennifolia. Su fertilidad al uso agrícola es muy baja debido al contenido bajo de nutrientes, y las limitantes más severas para el uso y manejo de él son el nivel freático dentro de los 50 cm superficiales, la textura fina y el drenaje interno muy escasamente drenado.

A continuación se da la descripción de las características físicas tomadas en campo, así como las obtenidas en el laboratorio, de un perfil de Gleysol

Perfil representativo para: Gleysol éutrico
Ubicación fisiográfica:

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur
Subprovincia: Llanuras y Pantanos Tabasqueños
Sistema de topoformas: Lomerío

Horizonte Ap

Profundidad 0-10 cm. Color gris muy oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma irregular. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arcilloso. Consistencia friable en húmedo. Adhesividad moderada y plasticidad fuerte. Estructura de forma masiva. Raíces muy finas, finas y medias abundantes, raíces gruesas escasas. Actividad animal: lombrices de tierra. Drenaje interno: moderadamente drenado. Denominación del horizonte: Ocrico.

Horizonte C1g

Profundidad 10-38 cm. Color pardo en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma irregular. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arcilloso. Consistencia firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Estructura de forma masiva. Nódulos negros de manganeso, medianos, esféricos, frecuentes, duros, dispersos y de reacción nula al HCl. Manchas de color amarillo-naranja, abundantes, medianas, de contraste destacado y bordes abruptos. Raíces muy finas abundantes, raíces finas y medias frecuentes. Actividad animal: lombrices de tierra. Drenaje interno: moderadamente drenado. Denominación del horizonte: Gléyico.

Horizonte C2g

Profundidad 38-125 cm. Color gris pardo claro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Estructura de forma masiva. Nódulos negros de manganeso, medianos, esféricos, escasos, duros, dispersos y de reacción nula al HCl. Manchas de color rojo, escasas, pequeñas, de contraste destacado y bordes abruptos. Raíces medias frecuentes y raíces gruesas escasas. Drenaje interno: moderadamente drenado. Denominación del horizonte: Gléyico.

Horizonte	A1	C1g	C2g
Profundidad (cm)	0-10	10-38	38-125
Textura:			
% de arcilla	22	34	44
% de limo	28	22	24
% de arena	50	44	32
Clasificación textural	Mra	Mr	R
Color en húmedo	10YR 3/1	10YR 5/3	2.5Y 6/2
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	5.8	5.2	5.0
% de materia orgánica	4.4	1.5	0.5
CICT (meq/100 g)	17.0	27.5	44.5
Cationes intercambiables:			
Sodio (meq/100 g)	0.1	0.2	0.5
Potasio (meq/100 g)	0.1	0.1	0.3
Calcio (meq/100 g)	6.9	8.8	12.8
Magnesio (meq/100 g)	5.9	7.8	13.2
% de saturación de bases	> 50	> 50	> 50
% de saturación de sodio	< 15	< 15	< 15

Acrisoles

Suelos muy ácidos, arcillosos (más de 35% de arcilla), con drenaje interno moderadamente drenado, desarrollados, profundos o moderadamente profundos (50 a 100 cm), y que presentan un horizonte subyacente denominado argílico el cual posee un mayor contenido de arcilla que el horizonte superficial. Las fuertes precipitaciones (mayores de 2 500 mm) a las que están sometidos estos suelos provocan, por un lado, el lavado y pérdida de nutrientes, por lo que éstos se encuentran en muy baja cantidad para las plantas; que el pH sea muy ácido y, por otro, la migración de arcilla de la capa superficial y su acumulación en el horizonte B. Los materiales parentales que les dan origen son: lutita-arenisca, caliza y conglomerado, los cuales en estos climas lluviosos (cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y cálido húmedo con lluvias todo el año) han sufrido un fuerte intemperismo en sus partes más superficiales, por lo que en estas porciones tienen textura fina y colores brillantes rojizos, amarillentos, pardo amarillentos o pardo rojizos, características que son heredadas a estos suelos.

En el estado existen tres tipos de acrisoles, que en orden de dominancia son: Acrisol húmico, Acrisol órtico y Acrisol plíntico.

El Acrisol húmico contiene 1.5% o más de materia orgánica en el horizonte A superficial, y/o un contenido de materia orgánica de 1.3% en la fracción fina del suelo a una profundidad de 100 cm. La clase textural de los 30 cm superficiales es media, y en el resto de su espesor es fina, por lo tanto su drenaje interno va de drenado a imperfectamente drenado. Se localiza en lomeríos de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, y en las sierras complejas y lomeríos de la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala. En la primera provincia es originado a partir de arenisca y es profundo. Se encuentra asociado con Acrisol plíntico y Acrisol órtico, en áreas donde sustenta sabana y selva alta perennifolia. Su fertilidad para el uso agrícola es baja y es moderadamente susceptible a la erosión. Las limitantes edáficas más severas para su uso y manejo son el bajo contenido de nutrientes y el pH muy ácido. Mientras que en la segunda provincia los materiales parentales que le dan origen son: arenisca, lutita-arenisca, caliza y conglomerado; es de moderada profundidad pues está limitado por roca (fase lítica); se encuentra asociado con Acrisol órtico y Cambisol dístrico, sustentando selva alta perennifolia así como pastizal cultivado. Tiene baja fertilidad para el uso agrícola, mas sin embargo, en algunos sitios se utiliza para cultivos de café y cacao. Es susceptible a la erosión en alto o muy alto grado y las limitantes para su uso y manejo son las mismas que los Acrisoles de la primer provincia, y además, presenta pendientes moderadas (8 a 15%) y abruptas (mayores de 15%).

El Acrisol plíntico tiene plintita (material arcilloso heterogéneo que se endurece irreversiblemente cuando se expone a la intemperie) a una profundidad no mayor de 125 cm. Se localiza solamente sobre lomeríos de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur y presenta, además de la plintita, las mismas características que el Acrisol húmico. En algunas áreas se encuentra como dominante, asociado con Gleysol vértico; y en otras, secundariamente asociado con Acrisol húmico y Acrisol órtico. Las limitantes para el uso y manejo de este tipo de suelo son las mismas del Acrisol húmico, excepto que las pendientes son abruptas y moderadas, y la presencia de la plintita.

El Acrisol órtico se localiza en las mismas topofomas que el Acrisol húmico, con el cual casi siempre está asociado, por lo que presenta las mismas características que él, excepto en el contenido de

materia orgánica que es menor (menos de 1.5% en el horizonte A, o menos de 1.35% a una profundidad de 100 cm).

A continuación se da la descripción de un perfil de este tipo de suelos, con sus características obtenidas en campo y sus datos de laboratorio.

Perfil representativo para: Acrisol húmico

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur

Subprovincia: Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Sistema de topofomas: Lomerío

Horizonte A1

Profundidad 0-16 cm. Color pardo rojizo en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura de migajón arcilloso. Adhesividad y plasticidad ligeras. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño medio y desarrollo moderado. Cristales finos, muy escasos y dispersos. Raíces finas y muy finas frecuentes. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Húmico.

Horizonte B21t

Profundidad 16-26 cm. Color rojo amarillento en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura arcillosa. Adhesividad y plasticidad moderadas. Estructura en forma de bloques angulares de tamaño medio y desarrollo moderado. Cristales finos, escasos y dispersos. Películas arcillosas con distribución discontinua, delgadas y ubicación horizontal. Raíces finas y muy finas frecuentes. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Argílico.

Horizonte B22t

Profundidad 26-80 cm. Color rojo en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura arcillosa. Adhesividad y plasticidad moderadas. Esqueleto con guijarros de forma subangular, en cantidad escasa, muy intemperizados y naturaleza de arenisca. Estructura en forma de bloques angulares de tamaño medio y desarrollo moderado. Cristales finos, muy escasos y dispersos. Películas arcillosas con distribución continua, gruesas, horizontales y verticales. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Argílico.

Horizonte B23t

Profundidad 80-112 cm. Color rojo en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura arcillosa. Adhesividad y plasticidad moderadas. Esqueleto con guijarros de forma subangular, frecuentes, muy intemperizados y naturaleza de arenisca. Estructura en forma de bloques angulares de tamaño medio y desarrollo moderado. Cristales finos y medios, frecuentes y dispersos. Películas arcillosas con distribución discontinua, moderadamente

gruesas, horizontales y verticales. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Argílico.

Horizonte C1

Profundidad 112-150 cm. Color rojo en húmedo. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura de migajón arcilloso. Adhesividad y plasticidad moderadas. Esqueleto con guijarros de forma subangular, frecuentes, muy intemperizados y naturaleza de arenisca. Cristales finos, muy escasos y dispersos. Películas arcillosas con distribución zonal, delgadas, horizontales y verticales. Drenaje interno: imperfectamente drenado.

Horizonte	A1	B21t	B22t	B23t	C1
Profundidad (cm)	0-16	16-26	26-80	80-112	112-150
Textura:					
% de arcilla	34	42	46	44	36
% de limo	28	26	28	30	36
% de arena	38	32	26	26	28
Clasificación textural	Mr	R	R	R	Mr
Color en húmedo	5YR 4/4	5YR 5/6	2.5YR 5/6	2.5YR 4/6	2.5YR 5/6
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	5.5	5.4	5.0	4.8	4.6
% de materia orgánica	4.4	2.2	0.8	0.9	0.2
CICT (meq/100 g)	15.0	14.0	15.0	13.5	9.0
Cationes intercambiables:					
Sodio (meq/100 g)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Potasio (meq/100 g)	0.9	1.1	0.8	0.4	0.4
Calcio (meq/100 g)	4.7	5.0	3.1	2.2	1.9
Magnesio (meq/100 g)	2.4	1.4	1.4	0.6	0.6
% de saturación de bases	> 50	> 50	< 50	24.4	< 50
% de saturación de sodio	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Fósforo (ppm)	3.1	1.4	1.4	-	-

Cambisoles

Suelos moderadamente desarrollados, generalmente profundos, que presentan un horizonte subyacente denominado B cámbico, o un horizonte superficial denominado A úmbrico mayor de 25 cm de espesor. El horizonte B cámbico se caracteriza por su color semejante al del material parental que le da origen, pero con más estructura de suelo que de roca, y con muchos minerales primarios identificables; además, tiene consistencia friable y sin acumulación significativa de arcilla. Mientras que el horizonte A úmbrico es oscuro, con un contenido de materia orgánica mayor de 1%, bajo contenido de nutrientes para las plantas y pH ácido (menor de 6.5).

Se presentan varios tipos de cambisoles que son: Cambisol dístrico, Cambisol húmico, Cambisol

gléyico, Cambisol éútrico, Cambisol crómico, Cambisol vértico, Cambisol cálcico y Cambisol ferrálico.

El Cambisol dístrico tiene bajo contenido de nutrientes, al menos en alguna parte del horizonte B cámbico; por consiguiente, su pH es ácido (menor de 6.5). Estas características se deben a las intensas lluvias (clima cálido húmedo con lluvias todo el año) que prevalecen en la zona, las cuales provocan el lavado del suelo y la pérdida de nutrientes. La clase textural en todo su espesor es gruesa (más de 65% de arena), por lo que su drenaje interno es muy drenado. Se localiza en lomeríos y parte de la gran llanura aluvial de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, así como en la sierra compleja de la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala. En el lomerío el material parental que le da origen es arenisca, mientras que en la gran llanura es aluvión; en ambas topoformas es profundo y se encuentra asociado con Acrisol plíntico, donde sustenta sabana y selva alta perennifolia. En la sierra compleja es moderadamente profundo, limitado por la roca de la cual se origina (lutita-arenisca o conglomerado) y generalmente se encuentra asociado secundariamente con Acrisol húmico y Acrisol órtico, mencionados anteriormente, por lo tanto sustenta la misma vegetación y tiene el mismo uso que ellos. La susceptibilidad a la erosión de este tipo de suelo es baja en la gran llanura aluvial, moderada en el lomerío y alta en la sierra compleja. Las limitantes que tiene para su uso y manejo son: muy baja fertilidad por el bajo contenido de nutrientes, textura gruesa que le confiere un drenaje interno muy drenado, pendiente moderada en el lomerío y abrupta en la sierra compleja, como también la profundidad moderada en esta última.

El Cambisol húmico es un tipo de suelo que tiene un horizonte superficial denominado A úmbrico que se caracteriza por su espesor mayor de 25 cm, oscuro, con un contenido mayor de 1% de materia orgánica, bajo contenido de nutrientes y baja saturación de bases. La clase textural en todo su espesor es gruesa, por lo tanto su drenaje interno es muy drenado. Es un suelo con escasa distribución en el estado que se localiza en la porción occidental, al norte del poblado Francisco Rueda, en topoformas de lomerío de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, y sus características ambientales y limitantes para el uso y manejo son las mismas que las del Cambisol dístrico, con el cual se encuentra asociado.

El Cambisol gléyico tiene como característica de diagnóstico un horizonte C gléyico por debajo de los 50 cm de profundidad, que se manifiesta por la presencia de manchas de colores verdosos y amarillentos, generadas por el proceso de gleyzación, debido a que el subsuelo (horizonte C gléyico) presenta la mayor parte del año el nivel freático. La clase textural en toda su profundidad es gruesa, por consiguiente su drenaje interno es muy drenado hasta donde está el horizonte gléyico. Se localiza principalmente en la gran llanura aluvial de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur y sus características ambientales son las mismas a las del Gleysol éútrico, por estar asociado a éste, pero sin ser dominante. La fertilidad al uso agrícola es baja, muy baja la susceptibilidad a la erosión y las limitantes más severas para su uso y manejo son el nivel freático entre los 50 y 100 cm de profundidad y el drenaje interno muy drenado en los 50 cm superficiales.

El Cambisol éútrico tiene alto contenido de nutrientes en el horizonte cámbico, por consiguiente el pH es mayor de 5.5. La clase textural de los 30 cm superficiales es gruesa y en el resto de su espesor es media, por tanto su drenaje interno va de muy drenado a drenado. Se localiza en lomeríos y lomeríos asociados con llanos de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur. En el lomerío la roca de la que se origina es arenisca y con clima cálido húmedo con lluvias abundantes en verano; se asocia con Cambisol crómico y sustenta pastizal cultivado, como también selva alta perennifolia. En el lomerío con llanos el material parental son rocas caliza y arenisca, donde los climas que prevalecen son cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano.

Se encuentra asociado con Feozem háplico y Cambisol cálcico. La fertilidad al uso agrícola es alta y con susceptibilidad a la erosión que varía de moderada a baja. Prácticamente no tiene limitantes para su uso y manejo, y en algunos lugares se utiliza para el cultivo de cacao y plátano.

El Cambisol crómico es un suelo de color café rojizo a rojo en el horizonte B cámbico, posee alto contenido de nutrientes y pH ácido (mayor de 5.5). La clase textural de los 30 cm superficiales es gruesa y en el resto de su espesor es media, por lo que su drenaje interno va de muy drenado a drenado. Se localiza al occidente de Villa el Triunfo, en la porción oriental del estado, sobre lomerío con llanos y llanura con inundación. Asociado a Cambisol éutrico, descrito en el párrafo anterior, presenta las mismas características ambientales que éste, pero sustenta pastos cultivados.

El Cambisol vértico presenta grietas de 1 cm o más de ancho en la época seca del año, dentro del horizonte B, debido a que las arcillas que contiene son expandibles. La clase textural en todo su espesor es fina, por consiguiente su drenaje interno es imperfectamente drenado. Se encuentra asociado con Vertisol crómico y Cambisol éutrico, sobre las mismas topofomas que este último, por lo que presenta las características ambientales descritas para él y sustenta pastos cultivados.

El Cambisol cálcico presenta como característica de diagnóstico un horizonte denominado C cálcico, el cual muestra concentraciones suaves y pulverulentas de carbonatos de calcio. La clase textural es media en todo su espesor, por lo tanto su drenaje interno es drenado. Se localiza sobre topofomas de lomerío con llanos de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, donde el material parental que le da origen son rocas caliza y arenisca, y el clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; se encuentra asociado con Cambisol éutrico y Feozem háplico, sin ser dominante en dicha asociación, y sustenta principalmente pastizal cultivado. La fertilidad de este tipo de suelo varía de moderada a alta y es susceptible a la erosión en grado moderado a bajo. Generalmente no tiene limitantes severas para su uso y manejo.

El Cambisol ferrálico está caracterizado por tener en el subsuelo manchas rojas o amarillentas muy notables y muy baja capacidad para retener nutrientes, y si bien es profundo, la clase textural en todo su espesor es gruesa. El material parental del que se originó es roca arenisca que conforma lomeríos con llanos en la porción oriental del estado, y por sus características este tipo de suelo ha sido dedicado para el crecimiento de pastos cultivados.

Enseguida se proporcionan algunos perfiles de cambisoles con sus características físicas y químicas.

Perfil representativo para: Cambisol éutrico

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur

Subprovincia: Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Sistema de topofomas: Lomerío

Horizonte A1

Profundidad 0-11 cm. Color gris muy oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Consistencia friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad moderadas. Estructura en forma de bloques subangulares de

tamaño medio y desarrollo moderado. Cristales blancos de cuarzo, finos, abundantes y dispersos. Raíces muy finas abundantes, raíces finas y medias frecuentes, raíces gruesas escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: drenado. Denominación del horizonte: Ocrico.

Horizonte B2

Profundidad 11-43 cm. Color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Consistencia friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad moderadas. Esqueleto con gravas muy escasas, de tamaño medio, forma subangular y poco intemperizadas. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño grueso y desarrollo moderado. Cristales blancos de cuarzo, finos, abundantes y dispersos. Manchas anaranjadas, frecuentes, medianas, de contraste destacado y bordes abruptos. Raíces finas y muy finas abundantes, raíces medias frecuentes. Drenaje interno: drenado. Denominación del horizonte: Cámbico.

Horizonte C1

Profundidad 43-115 cm. Color gris muy oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arcillo-arenoso. Consistencia firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Esqueleto con guijarros de forma subredondeada, muy escasos y poco intemperizados. Estructura de forma masiva. Cristales blancos de cuarzo, finos, frecuentes y dispersos. Nódulos negros de manganeso, pequeños, esféricos, muy escasos, duros y de reacción nula al HCl. Raíces finas y muy finas escasas. Drenaje interno: moderadamente drenado.

Horizonte	A1	B2	C1
Profundidad (cm)	0-11	11-43	43-115
Textura:			
% de arcilla	18	18	34
% de limo	24	22	14
% de arena	58	60	52
Clasificación textural	Ma	Ma	Mra
Color en húmedo	10YR 2.5/1	10YR 3/2	10YR 3/1
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	5.9	6.0	5.3
% de materia orgánica	7.1	1.2	0.7
CICT (meq/100 g)	19.8	17.3	27.5
Cationes intercambiables:			
Sodio (meq/100 g)	0.1	0.1	0.1
Potasio (meq/100 g)	0.2	0.1	0.1
Calcio (meq/100 g)	12.5	13.4	18.8
Magnesio (meq/100 g)	3.4	1.6	1.2
% de saturación de bases	> 50	> 50	> 50
% de saturación de sodio	< 15	< 15	< 15
Fósforo (ppm)	10.8	17.4	-

Vertisoles

Suelos profundos, desarrollados y arcillosos en todo su espesor, por lo cual su drenaje interno es escasamente drenado. Formados a partir de depósitos aluviales de textura fina que han sido transportados por los ríos más caudalosos del país, como también de origen residual, lacustre y palustre; las arcillas que contienen son colapsables en época de secas, lo que ocasiona la formación de grietas de por lo menos 1 cm de ancho hasta una profundidad de 50 cm o más; durante la temporada de lluvias son expandibles y en su superficie se da la formación de montículos que alcanzan una altura promedio de 20 cm; a esta conformación superficial se le denomina microrrelieve gilgai.

Existen en el estado dos tipos de vertisoles: Vertisol crómico y Vertisol pélico.

El Vertisol crómico es de color rojo oscuro en los 30 cm superficiales, y el resto de sus capas u horizontes, denominados A úmbricos, tienen una cantidad moderada (2.5 a 1.5%) de materia orgánica, pH que varía de ligeramente ácido (6.5) a neutro (7.0) y alto contenido de nutrientes. Se localiza en lomeríos de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur que están constituidos por roca arenisca, y donde los climas son cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y cálido húmedo con lluvias todo el año. Está asociado con Gleysol vértico, Acrisol plíntico y Regosol éutrico, sustenta principalmente pastizales cultivados e inducidos, y en menor proporción, selva alta perennifolia. Su fertilidad es moderada y la susceptibilidad a la erosión es muy baja. Las limitantes más severas para su uso y manejo son el drenaje interno escasamente drenado y la inundación durante la temporada de lluvias.

El Vertisol pélico presenta las mismas características que el Vertisol crómico, excepto en color, el cual es gris oscuro en los 30 cm superficiales. Se localiza en topoformas de lomeríos con llanos y partes de la gran llanura aluvial; fundamentalmente es de origen residual a partir de rocas caliza y arenisca, como también de origen aluvial, lacustre y palustre. En algunas áreas presenta fase salina; en otras, como en los alrededores de El Naranjito, con gravas; y en unas más, con piedras en la superficie y en el interior del suelo. Se encuentra asociado con Gleysol vértico en áreas donde el clima es cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y sustenta principalmente pastizal cultivado. Por lo general es de alta fertilidad al uso agrícola y muy baja susceptibilidad a la erosión por la adhesividad de sus partículas. Las limitantes para su uso y manejo son las mismas que las del Vertisol crómico; además, para algunos de ellos, la acumulación de sales o la presencia de gravas y piedras en la superficie.

A continuación se da la descripción de las características físicas y químicas de un Vertisol pélico.

Perfil representativo para: Vertisol pélico

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur

Subprovincia: Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Sistema de topoformas: Lomerío con llanos

Horizonte A11

Profundidad 0-16 cm. Color gris muy oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma ondulada. Reacción muy fuerte al HCl diluido. Textura de migajón arcilloso. Consistencia extremadamente dura en seco y muy firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Esqueleto con gravas de tamaño fino, forma subangular, abundantes, intemperizadas y

de naturaleza caliza. Estructura de forma masiva. Porosidad abundante de constitución fina. Con presencia de grietas y/o fisuras. Manchas de color rojo y naranja, escasas, pequeñas, de contraste destacado y bordes abruptos. Con facetas de fricción/presión. Raíces muy finas abundantes y raíces finas escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: moderadamente drenado. Denominación del horizonte: Úmbrico.

Horizonte A12

Profundidad 16-50 cm. Color gris muy oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma irregular. Reacción muy fuerte al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia extremadamente dura en seco y muy firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Esqueleto con gravas de tamaño fino, forma subangular, abundantes, intemperizadas y de naturaleza caliza. Estructura de forma masiva. Porosidad en cantidad abundante y constitución fina. Con grietas y/o fisuras hasta los 36 cm, de constitución fina. Con facetas de fricción/presión. Raíces muy finas abundantes y raíces finas escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Umbrico.

<i>Horizonte</i>	<i>A11</i>	<i>A12</i>
<i>Profundidad (cm)</i>	<i>0-16</i>	<i>16-50</i>
<i>Textura:</i>		
<i>% de arcilla</i>	<i>34</i>	<i>40</i>
<i>% de limo</i>	<i>32</i>	<i>28</i>
<i>% de arena</i>	<i>34</i>	<i>32</i>
<i>Clasificación textural</i>	<i>Mr</i>	<i>R</i>
<i>Color en húmedo</i>	<i>2.5YR 3/1</i>	<i>10YR 3/1</i>
<i>Conductividad eléctrica (mmhos/cm)</i>	<i>< 2.0</i>	<i>2.6</i>
<i>pH en agua relación 1:1</i>	<i>7.6</i>	<i>7.7</i>
<i>% de materia orgánica</i>	<i>4.2</i>	<i>3.9</i>
<i>CICT (meq/100 g)</i>	<i>29.3</i>	<i>3.5</i>
<i>Cationes intercambiables:</i>		
<i>Sodio (meq/100 g)</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>Potasio (meq/100 g)</i>	<i>0.6</i>	<i>0.5</i>
<i>Calcio (meq/100 g)</i>	<i>31.9</i>	<i>35.9</i>
<i>Magnesio (meq/100 g)</i>	<i>8.3</i>	<i>7.7</i>
<i>% de saturación de bases</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<i>% de saturación de sodio</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>
<i>Fósforo (ppm)</i>	<i>3.3</i>	<i>1.1</i>

Luvisoles

Son suelos arcillosos, ácidos (pH de 5.5 a 6.5) y desarrollados, que presentan, al igual que los acrisoles, un horizonte B argílico, pero con una saturación de bases mayor a 35%, que está caracterizado por un mayor contenido de arcilla que el horizonte superficial y, además, moderado contenido de nutrientes.

Son dos los tipos principales de luvisoles que se encuentran: Luvisol crómico y Luvisol órtico, y un tercero, Luvisol cálcico, asociado secundariamente a Rendzina.

El Luvisol crómico tiene un horizonte B argílico que se caracteriza por presentar color pardo rojizo o rojo. La clase textural en todo su espesor es fina y su drenaje interno es imperfectamente drenado. Se localiza en topoformas de lomerío, lomerío con llanos y valle de laderas tendidas de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur. En el lomerío los materiales parentales que le dan origen son rocas arenisca y lutita-arenisca, ambas de color pardo, y está asociado con Acrisol órtico, Acrisol plíntico y Cambisol éutrico. En el lomerío con llanos los materiales parentales son rocas arenisca de color oscuro y caliza de color gris claro, donde se encuentra asociado con Cambisol éutrico y Regosol éutrico. En el valle de laderas tendidas los materiales parentales son caliza de color gris claro y lutita-arenisca de color pardo, y está asociado con Gleysol éutrico y Vertisol pélico. Todas estas áreas están bajo clima cálido húmedo con lluvias abundantes en verano, donde el suelo es de fertilidad media al uso agrícola y moderada susceptibilidad a la erosión, pero la mayor limitante para su uso y manejo es la pendiente de los terrenos. Sustenta fundamentalmente pastizales cultivados e inducidos, y en menor proporción, selva alta perennifolia.

En la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala se presenta en topoformas de sierra compleja, valle de laderas tendidas, lomerío y dolina. En la sierra y lomerío las rocas subyacentes son caliza de color gris oscuro y lutita-arenisca de color pardo, el suelo es moderadamente profundo pues está limitado por la roca y se encuentra asociado con Acrisol órtico y Regosol éutrico. En el valle, el material parental es roca arenisca de color oscuro; el suelo es profundo y está asociado con Acrisol órtico y Vertisol crómico. Mientras que en la dolina, constituida por roca caliza de color gris oscuro, también es profundo y está asociado con Rendzina y Acrisol órtico. Los climas en esta provincia son cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y cálido húmedo con lluvias todo el año, donde el suelo sustenta principalmente selva alta perennifolia, tiene alta susceptibilidad a la erosión, baja fertilidad al uso agrícola, y las limitantes físicas más importantes para su uso y manejo son las pendientes moderadas y abruptas, así como la profundidad moderada.

El Luvisol órtico tiene un horizonte que se caracteriza por presentar color ocre o amarillento. Además, la clase textural en los 30 cm superficiales es media, y en el resto de su espesor es fina, por lo cual el drenaje interno va de moderadamente drenado a imperfectamente drenado. Se localiza en el valle de laderas tendidas de la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala, donde el clima es cálido húmedo con lluvias todo el año ha provocado un gran intemperismo de las rocas caliza y lutita-arenisca, por lo cual el suelo es profundo. Se encuentra asociado con Luvisol crómico y sustenta en gran parte pastizal cultivado, y en menor proporción, selva alta perennifolia. Posee moderada fertilidad al uso agrícola, baja susceptibilidad a la erosión y prácticamente no presenta limitantes físicas ni químicas para su uso y manejo.

El Luvisol cálcico se encuentra asociado secundariamente a Rendzina en los lomeríos al este de Villa el Triunfo, y además del horizonte B argílico, tiene buenos contenidos de carbonatos de calcio y fertilidad moderada a alta. A continuación se da la descripción detallada de las características de este tipo de suelo.

Perfil representativo para: Luvisol cálcico
Ubicación fisiográfica:

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur
Subprovincia: Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Sistema de topoformas: Lomerío con llanos

Horizonte A1

Profundidad 0-10 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción moderada al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Estructura en forma de bloques subangulares. Raíces muy finas abundantes y raíces finas escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Ócrico.

Horizonte B21t

Profundidad 10-24 cm. Color rojo amarillento en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción moderada al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Estructura en forma de bloques angulares. Esqueleto: con gravas finas, medias y gruesas, de forma subredondeada y subangular, frecuentes; con guijarros de forma subredondeada y subangular, frecuentes; poco intemperizados y de naturaleza caliza. Nódulos negros de manganeso, pequeños, medianos y grandes, de forma esférica e irregular, frecuentes, duros y con distribución acumulada. Raíces muy finas frecuentes y raíces finas escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Argílico.

Horizonte B22t

Profundidad 24-50 cm. Color rojo amarillento en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura arcillosa. Consistencia muy firme en húmedo. Adhesividad y plasticidad fuertes. Estructura en forma de bloques angulares. Esqueleto: con gravas de tamaño fino, medio y grueso, forma subredondeada y subangular, frecuentes; con guijarros de forma subredondeada y subangular, frecuentes; poco intemperizados y de naturaleza caliza. Nódulos negros de manganeso, pequeños, medianos y grandes, de forma esférica e irregular, frecuentes, duros y con distribución acumulada. Raíces muy finas escasas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Argílico.

Horizonte CR

Profundidad 50-70 cm. Color pardo claro en húmedo. Reacción muy fuerte al HCl diluido. Drenaje interno: drenado.

Horizonte	A1	B21t	B22t	CR
Profundidad (cm)	0-10	10-24	24-50	50-70
Textura:				
% de arcilla	42	58	58	16
% de limo	16	16	16	42
% de arena	42	26	26	42
Clasificación textural	R	R	R	C
Color en húmedo	7.5YR 3/4	5YR 4/8	5YR 4/8	7.5YR 6/4
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0

<i>pH en agua relación 1:1</i>	6.9	6.9	6.9	7.6
<i>% de materia orgánica</i>	1.7	1.4	1.4	1.2
<i>CICT (meq/100 g)</i>	43.3	63.5	63.5	10.8
<i>Cationes intercambiables:</i>				
<i>Sodio (meq/100 g)</i>	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Potasio (meq/100 g)</i>	0.1	0.1	0.1	0.1
<i>Calcio (meq/100 g)</i>	28.8	42.8	42.8	19.1
<i>Magnesio (meq/100 g)</i>	5.2	5.4	5.4	1.6
<i>% de saturación de bases</i>	> 50	> 50	> 50	100
<i>% de saturación de sodio</i>	< 15	< 15	< 15	< 15
<i>Fósforo (ppm)</i>	0.3	0.2	0.2	-

Fluvisoles

Suelos profundos, formados a partir de aluviones recientes que han sido depositados por los ríos más caudalosos del país. Están débilmente desarrollados o no tienen desarrollo, son pobres en materia orgánica y la mayor parte de ellos presenta nivel freático a un poco más de 50 cm de profundidad.

En el estado existen tres tipos de fluvisoles: Fluvisol gléyico, Fluvisol éutrico y Fluvisol calcárico.

El Fluvisol gléyico posee una capa superficial delgada (menor de 18 cm), débilmente desarrollada, con bajo contenido de materia orgánica (menor de 1%), denominada horizonte A ócrico. Enseguida de ésta se encuentra una capa arenosa llamada horizonte C, que después de los 50 cm de profundidad presenta manchas amarillentas, rojizas y azulosas, producto del proceso de gleyzación, generado principalmente por el nivel freático durante la mayor parte del año. La textura de los 30 cm superficiales puede ser fina, media o gruesa, y en el resto del suelo gruesa, por lo que el drenaje interno en la parte más superficial es moderadamente drenado, drenado y muy drenado, respectivamente; y a partir de los 30 cm es muy drenado, por lo que el nivel freático fluctúa con facilidad. Se localiza en terrazas recientes en las márgenes de los ríos de la gran llanura aluvial, donde está asociado principalmente con Gleysol éutrico y Acrisol plíntico. Sustenta, en primer lugar, pastizales cultivados e inducidos, y selva alta perennifolia; y se dedica a la agricultura de temporal con cultivos semipermanentes y permanentes. Su fertilidad al uso agrícola y la susceptibilidad a la erosión, es baja. La limitante más severa para su uso y manejo es la presencia del nivel freático a partir de los 50 cm de profundidad, que durante la temporada de lluvias llega casi hasta la superficie.

El Fluvisol éutrico también presenta el horizonte A ócrico, pero no el horizonte C gléyico; sin embargo, su característica diferenciadora es su contenido moderado a alto de nutrientes dentro de los 100 cm superficiales. La textura de los 30 cm superficiales puede ser media o gruesa, por lo que su drenaje interno varía de drenado a muy drenado. Se localiza entre los lomeríos de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur y en el valle intermontano de la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala. En la primera localización está asociado con Gleysol éutrico y sustenta sabana, selva alta perennifolia y en algunos sitios con cultivo de frutales semipermanentes y permanentes como plátano y cacao. Su fertilidad al uso agrícola es moderada, baja susceptibilidad a la erosión, y prácticamente no presenta limitantes para su uso y manejo. En el valle intermontano sustenta pastizal cultivado, su fertilidad es moderada y con susceptibilidad moderada a la erosión. Las limitantes para su uso y manejo es la textura gruesa que provoca una permeabilidad excesiva en todo el espesor del suelo.

El Fluvisol calcárico se localiza en las márgenes del río Mezcalapa, desde Huimanguillo hacia el norte, donde es profundo y de clase textural gruesa, por lo que su drenaje interno es muy drenado. Tiene contenidos moderados a altos de carbonatos de calcio por lo que presenta una buena fertilidad para su uso y se dedica principalmente al cultivo de pastizales.

Regosoles

Son suelos profundos, sin desarrollo, con bajo contenido de materia orgánica, que están formados principalmente por depósitos recientes de origen marino y los cuales constituyen a las playas, barras y dunas de la zona litoral y, además, se encuentran en lomeríos de la porción oriental.

Los tipos de regosoles que se encuentran son: Regosol éutrico, Regosol dístrico y Regosol calcárico.

El Regosol éutrico está constituido en todo su espesor por capas u horizontes de textura gruesa, por lo cual su drenaje interno es muy drenado; tiene alto contenido de nutrientes y pH ligeramente ácido (6.5) a neutro (7.0). Se localiza en las partes costeras de la Llanura Costera del Golfo Sur, asociado principalmente con Gleysol éutrico, y ocasionalmente con Solonchak gléyico, donde el clima prevaleciente es cálido húmedo con lluvias abundantes en verano. El Regosol de las barras presenta predominantemente agricultura de temporal con cultivos permanentes (cocoteros), pastizal cultivado y, en menor extensión, agricultura de temporal con cultivos anuales. Es de fertilidad moderada a alta al uso agrícola y de susceptibilidad moderada a alta a la erosión. La limitante más severa para su uso y manejo es el drenaje interno muy drenado. El Regosol de las playas y dunas es de fertilidad muy baja y de muy alta susceptibilidad a la erosión por el constante movimiento del oleaje marino y vientos que prevalecen sobre el litoral. En los lomeríos de la porción oriental también es de textura arenosa, por lo que es muy susceptible a la erosión, encontrándose asociado con Cambisol crómico y Feozem háplico, donde sustenta pastizal cultivado y porciones de selva alta perennifolia.

El Regosol dístrico y el Regosol calcárico se encuentran poco representados en el estado. El primero se ubica al oriente de la laguna Medellín, en la parte centro-sur, asociado con Arenosol cámbico y Cambisol húmico; es profundo, arenoso y con muy baja saturación de bases, por lo cual es ácido y de baja fertilidad. El segundo, es moderadamente profundo, de textura media y de fertilidad alta; se localiza en lomeríos al sur y suroeste de Macuspana asociado con Cambisol cálcico.

Enseguida se dan las características físicas obtenidas en campo y sus datos obtenidos en laboratorio para un Regosol éutrico.

Perfil representativo para: Regosol éutrico

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur

Subprovincia: Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Sistema de topofomas: Llanura de barreras (playas)

Horizonte C1

Profundidad 0-30 cm. Color gris muy oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma

plana. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura arenosa. Consistencia suelta en seco y muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura suelta. Cristales finos, abundantes y dispersos. Raíces finas y muy finas abundantes, raíces medias frecuentes y raíces gruesas abundantes. Actividad animal: hormigas y arañas. Drenaje interno: excesivamente drenado.

Horizonte C2

Profundidad 30-60 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura arenosa. Consistencia suelta en seco y muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura suelta. Cristales finos, abundantes y dispersos. Raíces finas y muy finas abundantes, raíces medias frecuentes y raíces gruesas escasas. Actividad animal: hormigas y arañas. Drenaje interno: excesivamente drenado.

Horizonte C3

Profundidad 60-90 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura arenosa. Consistencia suelta en seco y muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura suelta. Cristales finos, abundantes y dispersos. Con manchas de hidromorfismo, de color gris claro a los 60 cm. Drenaje interno: excesivamente drenado.

Horizonte C4

Profundidad 90-115 cm. Color pardo grisáceo oscuro. Reacción nula al HCl diluido y al NaF. Textura arenosa. Consistencia suelta en seco y muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura suelta. Drenaje interno: excesivamente drenado.

Horizonte	C1	C2	C3	C4
Profundidad (cm)	0-30	30-60	60-90	90-115
Textura:				
% de arcilla	4	2	2	2
% de limo	2	4	4	4
% de arena	94	94	94	94
Clasificación textural	A	A	A	A
Color en húmedo	10YR 3/1	10YR 3/3	10YR 3/3	10YR 4/2
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
pH en agua relación 1:1	5.6	6.0	6.0	6.1
% de materia orgánica	1.2	0.5	0.6	0.4
CICT (meq/100 g)	4.3	4.5	3.3	3.8
Cationes intercambiables:				
Sodio (meq/100 g)	0.1	0.1	0.1	0.1

<i>Potasio (meq/100 g)</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>Calcio (meq/100 g)</i>	<i>1.6</i>	<i>1.9</i>	<i>1.8</i>	<i>0.9</i>
<i>Magnesio (meq/100 g)</i>	<i>1.3</i>	<i>1.3</i>	<i>1.0</i>	<i>0.9</i>
<i>% de saturación de bases</i>	<i>> 50</i>	<i>> 50</i>	<i>> 50</i>	<i>> 50</i>
<i>% de saturación de sodio</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>
<i>Fósforo (ppm)</i>	<i>8.5</i>	<i>2.0</i>	<i>-</i>	<i>-</i>

Solonchaks

Suelos profundos con desarrollo moderado que presentan una alta concentración de sales solubles en todo su espesor que le dan la propiedad de ser sálico. Esta propiedad se manifiesta por su alta conductividad eléctrica mayor de 16 mmhos/cm, o bien de más de 6 mmhos/cm dentro de los 50 cm superficiales si el pH excede de 8.5 dentro de la misma profundidad. Son suelos que han sido formados a partir de materiales finos de origen palustre y lacustre.

En el estado existe solamente un tipo de Solonchak: el Solonchak gléyico, el cual presenta una capa superficial gruesa (50 cm), con alta concentración de sales que le dan la propiedad de salino (conductividad eléctrica mayor de 16 mmhos/cm) y fuertemente sódico (con saturación de sodio mayor de 40%); además, es pobre en materia orgánica. Después de la capa superficial está un horizonte C gléyico que también muestra alta concentración de sales y se caracteriza por la presencia de manchas de diferentes colores (rojizas, amarillentas y azulosas) producto del proceso de gleyzación generado por el nivel freático durante la mayor parte del año y de clase textural fina en todo su espesor. Se localiza en la llanura costera inundable asociado sobre todo con Gleysol éutrico, donde sustenta fundamentalmente vegetación de manglar. El alto contenido de sales solubles y la presencia del nivel freático a partir de los 50 cm de profundidad, que durante la temporada de lluvias llega hasta la superficie, hacen que este tipo de suelo no sea de utilidad agrícola.

Rendzinas

Este tipo de suelos presenta solamente una capa superficial, de 20 cm en promedio, que se denomina horizonte A mólico y descansa directamente sobre roca carbonatada (caliza); tiene alto contenido de materia orgánica (3 a 7%), clase textural media o fina y drenaje interno drenado.

Se localiza en la sierra compleja y sierra carso de la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala, así como en los lomeríos con llanos y sierra baja de la provincia Llanura Costera del Golfo Sur. En la primer provincia es de textura media, moderada fertilidad y alta susceptibilidad a la erosión; las principales limitantes para su uso y manejo son la profundidad somera (20 cm), las pendientes abruptas y el exceso de piedras sobre la superficie. En estas áreas con clima cálido húmedo con lluvias todo el año, está asociado con Luvisol crómico, Acrisol órtico y Litosol, donde sustenta selva alta perennifolia. En la provincia llanura Costera del Golfo Sur, bajo climas cálido húmedo con lluvias abundantes en verano y cálido subhúmedo con lluvias en verano, es de textura fina, moderada fertilidad y baja susceptibilidad a la erosión. Está asociado con Vertisol pélico, sustenta selvas (mediana subperennifolia y alta perennifolia) y pastizal cultivado. La principal limitante para el uso y manejo de este tipo de suelo es la profundidad somera.

Abajo se da la descripción más detallada de un perfil de este tipo de suelo.

Perfil representativo para: Rendzina

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierras de Chiapas y Guatemala

Subprovincia: Sierras Bajas del Petén

Sistema de topoformas: Valle de laderas tendidas

Horizonte A11

Profundidad 0-18 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura de arcilla arenosa. Consistencia friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad ligeras. Esqueleto: con gravas escasas, de tamaño fino y medio, forma subredondeada y subangular; con guijarros escasos de tamaño fino y medio; alterados y de naturaleza caliza. Estructura en forma de bloques angulares y subangulares de tamaño fino y desarrollo moderado. Raíces muy finas, finas y medias frecuentes, raíces gruesas escasas.

Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Mólico.

Horizonte A12

Profundidad 18-42 cm. Color gris muy oscuro en húmedo. Reacción fuerte al HCl diluido. Textura franca. Consistencia friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad moderadas. Esqueleto: con gravas frecuentes, de tamaño fino y medio, forma subredondeada y angular; con guijarros escasos de tamaño fino y medio; alterados y de naturaleza caliza. Estructura en forma de bloques angulares y subangulares de tamaño fino y desarrollo moderado. Raíces muy finas y finas frecuentes, raíces medias escasas. Actividad animal: hormigas. Drenaje interno: imperfectamente drenado. Denominación del horizonte: Mólico.

<i>Horizonte</i>	<i>A11</i>	<i>A12</i>
<i>Profundidad (cm)</i>	<i>0-18</i>	<i>18-42</i>
<i>Textura:</i>		
<i>% de arcilla</i>	<i>40</i>	<i>18</i>
<i>% de limo</i>	<i>14</i>	<i>38</i>
<i>% de arena</i>	<i>46</i>	<i>44</i>
<i>Clasificación textural</i>	<i>Ra</i>	<i>C</i>
<i>Color en húmedo</i>	<i>7.5YR 3/2</i>	<i>10YR 3/1</i>
<i>Conductividad eléctrica (mmhos/cm)</i>	<i>< 2.0</i>	<i>< 2.0</i>
<i>pH en agua relación 1:1</i>	<i>7.8</i>	<i>7.2</i>
<i>% de materia orgánica</i>	<i>1.7</i>	<i>9.0</i>
<i>CICT (meq/100 g)</i>	<i>35.8</i>	<i>30.8</i>
<i>Cationes intercambiables:</i>		
<i>Sodio (meq/100 g)</i>	<i>0.1</i>	<i>0.2</i>
<i>Potasio (meq/100 g)</i>	<i>8.1</i>	<i>0.2</i>
<i>Calcio (meq/100 g)</i>	<i>18.1</i>	<i>15.0</i>

<i>Magnesio (meq/100 g)</i>	<i>18.6</i>	<i>12.5</i>
<i>% de saturación de bases</i>	<i>100</i>	<i>> 50</i>
<i>% de saturación de sodio</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>
<i>Fósforo (ppm)</i>	<i>0.3</i>	<i>3.3</i>

Litoseles

Tipo de suelos muy somero (menor de 10 cm), limitado en profundidad por roca, la cual puede encontrarse aflorando. La delgada capa que presenta es de color negro, con un contenido promedio de 8% de materia orgánica, pues sustenta fundamentalmente selva alta perennifolia; tiene textura media y drenaje interno drenado.

Se localiza principalmente en la sierra plegada con dolinas, de la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala, que está constituida por roca caliza y donde el clima prevaleciente es cálido húmedo con lluvias todo el año. El espesor muy delgado, las pendientes muy abruptas de los lugares donde se localiza y los afloramientos rocosos, hacen que este tipo de suelos no sea recomendable para su utilización agrícola.

Feozems

Son suelos profundos, blandos y desarrollados, que superficialmente presentan una capa de color oscuro debido al contenido de materia orgánica mayor de 1%.

Existe en el estado solamente un tipo como dominante: Feozem háplico, el cual tiene una capa superficial denominada horizonte A mólico, caracterizada por su espesor promedio de 25 cm, estructura desarrollada en forma de bloques subangulares, color oscuro, contenido de materia orgánica mayor de 1% y alto contenido de nutrientes. Enseguida del horizonte A está un horizonte B cámbico de más de 1 metro de espesor, también con estructura en forma de bloques subangulares pero con desarrollo débil, color más claro que el horizonte A y bajo contenido de materia orgánica. La clase textural en todo su espesor generalmente es gruesa, y por consiguiente, con drenaje interno muy drenado. Se localiza sobre lomeríos de la provincia llanura Costera del Golfo Sur, donde el clima es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano y las rocas de las cuales se origina son arenisca y conglomerado. Se asocia con Regosol éutrico y Cambisol éutrico, en áreas donde sustenta pastizal cultivado. Es de fertilidad moderada al uso agrícola y alta a moderada susceptibilidad a la erosión. Las principales limitantes para su uso y manejo son la clase textural gruesa en todo su espesor y el drenaje interno muy drenado.

A continuación se da la descripción más detallada de un perfil de Feozem háplico.

Perfil representativo para: Feozem háplico
Ubicación fisiográfica:

Provincia: Llanura Costera del Golfo Sur
Subprovincia: Llanuras y Pantanos Tabasqueños
Sistema de topofomas: Lomerío con llanos

Horizonte Ap

Profundidad 0-14 cm. Color pardo grisáceo oscuro en húmedo. Separación de contraste abrupto y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de arena migajosa. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura de forma granular. Raíces finas y muy finas abundantes. Actividad animal: lombrices de tierra. Drenaje interno: excesivamente drenado. Denominación del horizonte: Mólico.

Horizonte A12

Profundidad 14-30 cm. Color pardo grisáceo oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de arena migajosa. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura de forma granular. Raíces finas y muy finas abundantes. Actividad animal: lombrices de tierra. Drenaje interno: excesivamente drenado. Denominación del horizonte: Mólico.

Horizonte A13

Profundidad 30-58 cm. Color pardo grisáceo oscuro en húmedo. Separación de contraste claro y forma plana. Reacción nula al HCl diluido. Textura de arena migajosa. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Estructura de forma granular. Raíces finas y muy finas abundantes, raíces medias frecuentes. Actividad animal: lombrices de tierra. Drenaje interno: excesivamente drenado. Denominación del horizonte: Mólico.

Horizonte C1

Profundidad 58-90 cm. Color rojo amarillento en húmedo. Textura de arena migajosa. Consistencia muy friable en húmedo. Adhesividad y plasticidad nulas. Raíces finas frecuentes. Actividad animal: lombrices de tierra. Drenaje interno: excesivamente drenado.

<i>Horizonte</i>	<i>Ap</i>	<i>A12</i>	<i>A13</i>	<i>C1</i>
<i>Profundidad (cm)</i>	<i>0-14</i>	<i>14-30</i>	<i>30-58</i>	<i>58-90</i>
<i>Textura:</i>				
<i>% de arcilla</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>8</i>
<i>% de limo</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>% de arena</i>	<i>82</i>	<i>80</i>	<i>80</i>	<i>82</i>
<i>Clasificación textural</i>	<i>Am</i>	<i>Am</i>	<i>Am</i>	<i>Am</i>
<i>Color en húmedo</i>	<i>10YR 3.5/2</i>	<i>10YR 3.5/2</i>	<i>10YR 3.5/2</i>	<i>5YR 4/6</i>
<i>Conductividad eléctrica (mmhos/cm)</i>	<i>< 2.0</i>	<i>< 2.0</i>	<i>< 2.0</i>	<i>< 2.0</i>
<i>pH en agua relación 1:1</i>	<i>5.3</i>	<i>5.3</i>	<i>5.3</i>	<i>4.7</i>
<i>% de materia orgánica</i>	<i>1.0</i>	<i>2.1</i>	<i>2.1</i>	<i>0.6</i>
<i>CICT (meq/100 g)</i>	<i>4.3</i>	<i>3.8</i>	<i>3.8</i>	<i>2.5</i>
<i>Cationes intercambiables:</i>				
<i>Sodio (meq/100 g)</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>Potasio (meq/100 g)</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>	<i>0.1</i>
<i>Calcio (meq/100 g)</i>	<i>3.1</i>	<i>2.5</i>	<i>2.5</i>	<i>0.9</i>
<i>Magnesio (meq/100 g)</i>	<i>1.0</i>	<i>1.1</i>	<i>1.1</i>	<i>0.5</i>
<i>% de saturación de bases</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>100</i>	<i>64</i>
<i>% de saturación de sodio</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>	<i>< 15</i>

Andosoles

Suelos poco representados dentro del estado con el tipo Andosol húmico, que se originó a partir de cenizas volcánicas. Presenta una capa superficial de color oscuro por su alto contenido de materia orgánica, estructura esponjosa, pero muy ácida. Es moderadamente profundo, limitado por roca y de textura media. Debido a los minerales amorfos que contiene, existen problemas de retención de fósforo, elemento esencial para el desarrollo de las principales plantas cultivadas. Se localiza en lomeríos al suroeste de Chontalpa donde sustenta pastizal cultivado y porciones con selva alta.

V.3 HIDROLOGÍA

El estado de Tabasco es la zona del país donde se localiza la red hidrográfica más compleja y se registran las mayores precipitaciones pluviales; aquí, a diferencia de otras entidades, es el excedente y no la falta de agua lo que ocasiona problemas, pues en algunas áreas se carece de la infraestructura adecuada para drenarla. La abundancia de escurrimientos superficiales, así como el escaso relieve de la llanura costera, da lugar a la formación de drenaje: anastomosado, dendrítico y lagunar, por tal motivo se ha desarrollado un gran número de cuerpos de agua de variadas dimensiones, al igual que pantanos y llanuras de inundación. Al sur del estado, donde se localizan las sierras del norte de Chiapas, el patrón de drenaje predominante es de tipo dendrítico, influenciado principalmente por estructuras geológicas. Toda el agua que escurre por territorio tabasqueño corresponde a la vertiente del Golfo de México.

Hidrología superficial

Desde el punto de vista hidrológico, el estado de Tabasco merece especial atención, en él se desarrolla un complejo sistema de escurrimientos relacionados con fenómenos de carácter geológico, climático y biológico, que interactúan y se desarrollan en extensas llanuras deltaicas, sistemas lagunares, esteros, pantanos y marismas, que se extienden en forma paralela al litoral en una distancia de más de 160 km entre los ríos Tonalá, San Pedro y San Pablo. Es en esta región del país donde se encuentran dos de los ríos más importantes a nivel nacional, el Mezcalapa-Grijalva y el Usumacinta, así como parte de las regiones hidrológicas Coatzacoalcos (RH-29) y Grijalva-Usumacinta (RH-30); se considera que aproximadamente 30% de las aguas superficiales que escurren en el país lo hacen por este estado. Cabe hacer mención, que el flujo natural de la parte occidental del río Grijalva ha sido interrumpido por obras viales y drenes artificiales, efectuados en el complejo agropecuario La Chontalpa, donde se realizó una red de drenes de canalización de aguas superficiales con fines agrícolas y desfogue de terrenos anegados; el desarrollo de vías de comunicación ha exigido la construcción de bordos, cegamiento, cambio de curso de los ríos y dragados, que han cambiado drásticamente la dinámica natural del agua superficial.

Región Hidrológica 29, Coatzacoalcos (RH-29)

Esta región es una de las más importantes a nivel nacional en cuanto al volumen de agua drenada, se localiza en el sureste del país y está constituida por dos cuencas hidrológicas, la mayor parte de

su extensión se encuentra en los estados de Veracruz-Llave y Oaxaca; limita al norte con el Golfo de México, al este con la RH-30 Grijalva-Usumacinta, al sur con el parteaguas continental del Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca y al oeste con la RH-28 Papaloapan en los estados de Oaxaca y Veracruz-Llave; la corriente principal de esta región es el río Coatzacoalcos, con origen en la sierra oaxaqueña. Dentro de la entidad, esta región hidrológica ocupa la porción occidental y comprende 24.78% de la superficie total del estado, está representada por una porción de la cuenca (A) Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona.

Cuenca (A) Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona

Abarca 24.78% del territorio tabasqueño, se encuentra al occidente de la entidad y las subcuencas que se presentan en el estado son: A, Lagunas del Carmen y Machona; B, Río Santa Ana; C, Río Coacajapa; D, Río Tonalá; E, Río Tancochapa Bajo; G, Río Tancochapa Alto y H, Río Zanapa. Limita al norte con el Golfo de México, al este con la cuenca (D) de la RH-30, al sur con la cuenca (E) de la RH-30 y al oeste con la cuenca (B) de la RH-29.

La corriente principal es el río Tonalá que inicia en la sierra de Chiapas, aproximadamente a 1 000 m de altitud, la mayor parte de su recorrido sirve como límite entre los estados de Veracruz-Llave y Tabasco, su dirección es en general al noroeste, es navegable en gran parte de su trayecto, la longitud del cauce principal es de aproximadamente 150 km, de ellos 120 se desarrollan en altitudes inferiores a 200 m lo que da lugar a tramos sinuosos, zonas de inundación y lagunas periféricas que se incrementan hacia la parte final del recorrido.

El río Tonalá en su curso superior es conocido como río Tancochapa, los afluentes principales de esta corriente en territorio tabasqueño son los ríos Zanapa, Blasillo y Chicozapote, de ellos el primero es el más caudaloso. Los cuerpos de agua más importantes después de las lagunas El Carmen y Machona son: El Rosario, El Potrero y Pantanosa, la primera formada por sus tributarios, los arroyos Mosquitero, Hondo Chico y Hondo Grande.

En la porción sur de la cuenca el drenaje es de tipo dendrítico, generalmente uniforme y poco denso, lo cual indica que el material litológico es homogéneo. En la porción norte, numerosos cuerpos de agua configuran una red de drenaje radial centrípeto, el material detrítico en esta zona es de tipo palustre y aluvial; la presencia de dunas, barras y esteros en las costas de la entidad se ve favorecida en gran parte por el tipo de desembocaduras de los ríos, las albuferas que integran estos sistemas lagunares deben su origen a fenómenos de regresión marina y a procesos dinámicos de sedimentación fluvio-terrestre que se desarrollan por efecto de las mareas, corrientes marinas y el oleaje, mismos que actúan conjuntamente sobre los sedimentos aportados por los ríos, acumulando y distribuyendo el material en forma paralela al perfil litoral. Estas lagunas son el remanente de cuerpos de agua de mayor magnitud, actualmente son alimentadas por los escurrimientos de los ríos Santana, Naranjeño y su afluente el San Felipe, principales corrientes que integran esta porción de la red hidrográfica.

En la cuenca, la temperatura media anual es de 24° a 28°C con porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 mm y precipitación total anual del orden de 2 000 a 3 500 mm. Los coeficientes de escurrimiento que prevalecen en la región van de 20 a 30% y en zonas bien determinadas, como en los alrededores de las lagunas Machona, El Carmen e inmediaciones del río Tonalá, el coeficiente de escurrimiento es mayor de 30%, ello se debe principalmente a la presencia de grandes cantidades de arcilla; en contraste, en las barras que separan el mar de las lagunas, el coeficiente disminuye hasta un rango de 5 a

10%, provocado por los altos valores de permeabilidad de las arenas; el volumen de escurrimiento de la cuenca en el estado es de 5 915.15 millones de metros cúbicos (Mm³) anuales. Aquí se localiza el Distrito de Riego (DR) 91, Bajo Río Grijalva.

Esta cuenca es una de las más importantes del estado en función del desarrollo urbano-industrial y petrolero; los usos principales a que se destina el agua superficial es la navegación, abastecimiento a los principales centros poblacionales y el industrial; es el sistema hidrológico más susceptible de impacto ecológico, aunque no por ello el más afectado, los pequeños ríos que desembocan en las lagunas costeras llevan las descargas de desechos urbanos y de los ingenios azucareros, lo que provoca baja capacidad de autodepuración contra el exceso de carga orgánica contaminante a los que han sido sometidos.

En las lagunas El Carmen-Pajonal-Machona, el problema es aún más grave, aunado a los derrames de petróleo y la confluencia de ríos y arroyos con gran carga orgánica, la apertura del canal Boca de Panteones, ha ocasionado graves problemas de contaminación por salinidad marina. Se considera que la subcuenca Río Tonalá presenta contaminación de segundo orden, en ella la mayor cantidad de residuos los arroja la población y en mínima proporción la industria.

Región Hidrológica 30, Grijalva-Usumacinta (RH-30)

Esta región se desarrolla en territorio mexicano y guatemalteco, sus límites dentro de territorio nacional quedan definidos al norte con el Golfo de México; al noreste con la RH-31, Yucatán Oeste (Campeche); al este por el límite internacional entre Tabasco y Chiapas con la República de Guatemala; al sur por el parteaguas continental de la sierra del Soconusco; al oeste por las RH-22, Tehuantepec y RH-29, Coatzacoalcos. Dentro del estado de Tabasco, la RH-30 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 75.22% de la superficie total del estado.

El sistema Grijalva-Usumacinta incluye, entre otros, a los ríos Santa Ana, Palizada, San Pedro, El Lagartero, Pimiental, Tepetitlán y Tacotalpa; aun cuando existen corrientes divagantes menores dentro del área que corresponden a la región, el hecho de que su recorrido sea a través de la planicie costera, las convierte en tributarias del sistema Grijalva-Usumacinta; el no estar interconectadas directamente, se debe a que se encuentran a muy poca altitud (menos de 200 m) y por lo mismo no se consideran ríos individuales y sí apéndices del sistema fluvial en el que quedan incluidas.

Cuenca (A) Río Usumacinta

Se localiza en una amplia franja que va del sureste al centro-norte del estado, cubriendo un área que corresponde 29.24% del territorio estatal; sus límites son: al norte con el Golfo de México y la cuenca (C) de la RH-30; al este con la cuenca anterior y la República de Guatemala; al sur con dicha república y las cuencas (G) y (D) de la RH-30 y al oeste con estas mismas cuencas. Las subcuencas que se encuentran en Tabasco son: A, Río Usumacinta; B, Río San Pedro; C, Río Palizada; D, Río San Pedro y San Pablo y E, Río Chacamax. Presenta patrón de drenaje anastomosado irregular, con meandros, pequeños lagos y canales. La corriente principal, como su nombre lo indica, es el río Usumacinta, que recorre gran parte

del estado, desde el sureste, en los límites con Chiapas y la República de Guatemala, para posteriormente seguir un rumbo noroeste hasta unirse con el río Grijalva antes de desembocar en el Golfo de México; en su trayecto por el territorio tabasqueño recibe la aportación de gran número de afluentes, entre los que destacan por su volumen, los ríos San Pedro y Palizada.

Las características topográficas del terreno, que generalmente no presentan elevaciones o desniveles, condicionan el curso de los ríos, así como los fenómenos de sedimentación, que han llenado los propios cauces, provocando que los escurrimientos divaguen e invadan los terrenos adyacentes a su curso original. Bajo estas condiciones el río Usumacinta ha llegado a un grado de equilibrio entre la pendiente y la depositación -evidencia de su madurez-, que ha originado cursos sinuosos, meandros, cauces abandonados y extensas llanuras de inundación; estas condiciones propician la formación de lagunas marginales, entre las que destacan: Grande, Canitzán, San José del Río, Chashchoc, Agostadero, Chanero, Los Mesías y San Pedrito. La temperatura media anual es de 24° a 28° C; comprende los municipios de Tenosique, Emiliano Zapata, Centla, Jonuta y Balancán; la precipitación total anual varía de 1 500 mm a 2 500 mm, el caudal de los principales ríos como el San Pedro, en la estación hidrométrica San Pedro Tabasco, reporta un volumen de 2 304.45 Mm³ escurridos al año; el Usumacinta en la estación hidrométrica Boca del Cerro, reporta un volumen medio anual de 56 113.74 Mm³.

En esta cuenca hidrológica, se presentan los más variados coeficientes de escurrimiento, de 10 a 20% al oriente y sur de Tenosique de Pino Suárez, donde factores como densidad de vegetación y permeabilidad media de los materiales geológicos definen este rango; de 20 a 30% de escurrimiento en la porción centro y noroeste de la cuenca así como en los alrededores de Tenosique de Pino Suárez; finalmente el coeficiente mayor de 30% ocupa una franja de rumbo noroeste-sureste, localizada en la porción central de la cuenca, estos valores son debido a la baja permeabilidad de los materiales detríticos y la baja densidad de cobertura vegetal; el volumen de escurrimiento de la cuenca en el estado es de 7 021.83 Mm³ anuales.

En esta cuenca, los usos del agua superficial son para vías de comunicación, abastecimiento a centros poblacionales y en menor escala a la industria; es el sistema hidrológico mejor conservado del estado, aun cuando existen niveles de alteración, se cuenta con el factor positivo de que es el sistema con mayor capacidad de autodepuración de acuerdo a los altos volúmenes de agua que confluyen en esta zona y la gran velocidad de descarga, además de ser menor la densidad demográfica, industrias establecidas e infraestructura petrolera; factores que disminuyen notablemente los índices de contaminación, comparados con los que se registran en otras cuencas.

Cuenca (C) Laguna de Términos

Esta cuenca es la que ocupa menor extensión en el estado de Tabasco, con 4.53% de la superficie total; sus límites son: al norte con el Golfo de México, al este con las cuencas (A) y (B) de la RH-31, al sur con la República de Guatemala y con la cuenca (A) de la RH-30, y al oeste con ésta misma cuenca. En territorio tabasqueño está dividida en las subcuencas B, Lagunas del Pom y Atasta; D, Río Chumpán y F, Varias; comprende tres pequeñas porciones en el extremo noreste, colindantes con el estado de Campeche, en estas áreas predominan zonas de inundación y los escasos escurrimientos corresponden al inicio de las corrientes San Joaquín y El Pimental, los cuales en el estado de Campeche se unen para formar el río Chumpán, que descarga en la laguna de Términos.

La temperatura media anual es de 26° a 28°C y la precipitación total anual es de 1 500 a 2 000 mm; el coeficiente de escurrimiento dominante en la cuenca es de 20 a 30%, ello se debe a factores de permeabilidad baja en la litología, asociada con vegetación uniforme de densidad media; en menor proporción, se presenta el coeficiente de escurrimiento de 10 a 20%, donde el material litológico presenta permeabilidad media con cobertura densa, en un terreno con pendientes suaves; el volumen de escurrimiento de la cuenca en el estado es de 190.23 Mm³ anuales.

Cuenca (D) Río Grijalva-Villahermosa

Esta cuenca es la que ocupa mayor extensión del estado, abarca una amplia zona del centro de la entidad y cubre aproximadamente 41.45% del total estatal; sus límites son: al norte con el Golfo de México, al este con la cuenca (A) de la RH-30, al sur con las cuencas (E) Río Grijalva-Tuxtla Gutiérrez y (G) Río Lacantún de la RH-30, y al oeste con la cuenca (A) de la RH-29. Las subcuencas que la integran en territorio de Tabasco son: A, Río Grijalva; B, Río Viejo Mezcalapa; C, Río Mezcalapa; G, Río Paredón; H, Río Pichucalco; I, Río de la Sierra; J, Río Tacotalpa; K, Río Almendro; N, Río Puxcatán; O, Río Macuspana; R, Río Tulijá; T, Río Chilapa; U, Río Chilapilla; V, Río Tabasquillo; W, Río Carrizal; X, Río Samaria; Y, Río Cunduacán y Z, Río Caxcuchapa. Drenan hacia el Golfo de México importantes escurrimientos, entre los que destaca el río Grijalva, cuyo origen es en la entidad chiapaneca hasta llegar a la presa Nezahualcóyotl, en el norte de Chiapas; a partir de este sitio sirve de límite entre Chiapas y Tabasco, tramo en que cambia su nombre por el de Mezcalapa hasta la ciudad de Villahermosa para posteriormente retomar otra vez el de río Grijalva. En sus primeros kilómetros de recorrido por territorio tabasqueño, recibe aportaciones menores de varios ríos como el Comoapa y Nuevo Mundo; antes de su confluencia con el río Usumacinta recibe por la margen derecha afluentes importantes como los ríos Pichucalco, de la Sierra y Chilapa.

El río Grijalva, al igual que el Usumacinta, forma desembocaduras de carácter deltaico, que consisten en la bifurcación de sus escurrimientos en varios canales antes de llegar al mar, esto ha dado lugar a la formación de marismas y zonas palustres; ejemplo de ello son algunas porciones localizadas al norte de la ciudad de Villahermosa, donde hay gran número de pantanos y cuerpos de agua de fondos someros interconectados por canales.

La temperatura media anual varía de 24⁰ a 28⁰C y la precipitación total anual es de 1 500 a 4 000 mm. Los coeficientes de escurrimiento que predominan en la cuenca son de 20 a 30% y mayor de 30%, debido a combinación de factores como permeabilidad media con vegetación no muy densa, o permeabilidad baja con vegetación densa; el volumen de escurrimiento de la cuenca en el estado es de 10 586.60 Mm³ anuales.

Los principales cuerpos de agua localizados dentro de la cuenca son las lagunas: Mecoacán, Santa Anita, El Viento, Ismate, Chilapilla, Cantemual, Maluco y Julivá.

La obra hidráulica más importante construida sobre el cauce del río Grijalva es la presa Nezahualcóyotl, localizada en territorio chiapaneco, la cual ha permitido disminuir las inundaciones que afectan centros poblacionales como Huimanguillo, Cárdenas y Villahermosa, además de apoyar proyectos agropecuarios y generar energía eléctrica.

En esta cuenca los usos principales del agua son en orden de importancia: industrial, abastecimiento y navegación; presenta la mayor densidad demográfica e industrial del estado con el

consecuente incremento de los niveles de contaminación biológica y química. Los ríos Carrizal y González presentan cantidades considerables de grasas y aceites, asimismo el complejo lagunarcostero Mecoacán-Julivá-Santa Anita, está sumamente afectado por las alteraciones físicas del entorno, realizadas principalmente por las actividades petroleras y portuario-comerciales.

REGIONES, CUENCAS Y SUBCUENCAS HIDROLÓGICAS

<i>REGIÓN HIDROLÓGICA</i>	<i>CUENCA</i>	<i>(%)</i>	<i>SUBCUENCA</i>
<i>RH-29 COATZACOALCOS</i>	<i>(A) Río Tonalá y Lagunas del Carmen y Machona</i>	<i>24.78</i>	<i>A, Lagunas del Carmen y Machona B, Río Santa Ana C, Río Coacajapa D, Río Tonalá E, Río Tancochapa Bajo G, Río Tancochapa H, Río Zanapa</i>

	<i>(A) Río Usumacinta</i>	29.24	<i>A, Río Usumacinta B, Río San Pedro C, Río Palizada D, Río San Pedro y San Pablo E, Río Chacamax</i>
<i>RH-30 GRIJALVA- USUMACINTA</i>	<i>(C) Laguna de Términos</i>	4.53	<i>B, Lagunas del Pom y Atasta D, Río Chumpán F, Varias</i>
	<i>(D) Río Grijalva- Villahermosa</i>	41.45	<i>A, Río Grijalva B, Río Viejo Mezcalapa C, Río Mezcalapa G, Río Paredón H, Río Pichucalco I, Río de la Sierra J, Río Tacotalpa K, Río Almendro N, Río Puxcatán O, Río Macuspana R, Río Tulijá T, Río Chilapa U, Río Chilapilla V, Río Tabasquillo W, Río Carrizal X, Río Samaria Y, Río Cunduacán Z, Río Caxcuchapa</i>

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Las peculiares condiciones hidrológicas del estado de Tabasco dan como resultado una paradójica situación; por mucho tiempo la presencia de abundante agua superficial frenó de alguna manera la explotación del recurso en el subsuelo, pero debido al auge económico que trajo consigo la industria petrolera en la década de los años 70's y 80's, provocó un gran incremento poblacional con la consecuente necesidad de dotar de servicios públicos a los nuevos núcleos urbanos, ello ocasionó graves problemas de contaminación de las aguas superficiales, originando el aumento en número y volumen de los pozos de extracción de agua subterránea, principalmente en los centros poblacionales como Huimanguillo, Villahermosa, Tenosique de Pino Suárez, Emiliano Zapata y La Chontalpa. Por lo tanto, es necesario vigilar el correcto desarrollo de la explotación geohidrológica, con el fin de evitar contaminación de los acuíferos, sea ésta de tipo químico, orgánico o bien por intrusión salina, a causa de la disolución de domos diapíricos o formaciones salinas presentes en el subsuelo.

Desde el punto de vista geohidrológico, el estado de Tabasco muestra condiciones geológico-climáticas bastante favorables; es un área donde el ciclo hidrológico presenta bastante dinamismo, pues en la porción sureste, sur y suroeste del estado, donde se encuentran las máximas elevaciones, se reportan altas precipitaciones, constituyéndose como una importante zona de recarga dada la frecuencia de lluvias y la alta capacidad de infiltración que estas sierras registran, originando movimiento de agua en el subsuelo y superficialmente en dirección al mar, además, la planicie costera está conformada por material de acarreo de granulometría arcillo-arenosa que en general tiene buenos valores de permeabilidad.

De hecho, el estado de Tabasco puede considerarse como un solo acuífero, pues presenta uniformidad de condiciones geohidrológicas; con excepción de las zonas serranas de Huimanguillo, Teapa y Tenosique, que tienen características de zonas de recarga, el resto del estado presenta características de acuífero de tipo libre, con niveles de saturación bastante someros, que se reflejan con la presencia de innumerables lagos y lagunas que conforman la superficie del territorio tabasqueño; en algunas áreas a profundidad, se encuentran lentes o capas arcillosas que le confieren condiciones de semiconfinamiento al acuífero.

ZONAS DE EXPLOTACIÓN

De acuerdo con la división que hace la Comisión Nacional del Agua (CNA) para efectos de administración del recurso, existen siete zonas en el estado; los tipos de acuíferos en éstas son desde libre hasta confinado. Cuentan con un registro de 735 aprovechamientos, de los cuales 710 son pozos y 25 norias. El balance geohidrológico reporta 4 038 Mm³ anuales de recarga, mientras que la explotación se cuantifica en 244 Mm³ anuales; por lo que resultan disponibles 3 794 Mm³. En la mayoría de las zonas, la calidad del agua es de dulce a tolerable, únicamente en la zona 27-01 (Chontalpa), se reporta de dulce a salada. El uso predominante es público e industrial, sin embargo en las zonas 27-01 (Chontalpa) y 27-05 (Los Ríos) se incluye también el agrícola. Todas las zonas de explotación se encuentran en condición de subexplotación.

27-01 La Chontalpa

Comprende el extremo noroeste del estado, limita al norte con el Golfo de México y al oeste con el estado de Veracruz-Llave; presenta topografía plana o de pendientes muy suaves que dificultan el rápido desalojo del agua precipitada o escurrida, los ríos forman numerosos meandros y lagunas periféricas en sus márgenes. Existen reportados 160 aprovechamientos, 5 norias y 155 pozos que en conjunto extraen 106 Mm³ anuales, destaca el uso industrial que PEMEX le da a 31 Mm³, el uso de agua potable se estima en 71 Mm³ y finalmente 4 Mm³ son destinados a la agricultura.

El balance geohidrológico reporta 106 Mm³ extraídos al año, contra 807 Mm³ por año que se calcula recargan al acuífero, resulta disponible un volumen de 701 Mm³ por año. En el área Agua Dulce-La Venta, el acuífero está contenido en material aluvial de poco espesor y en areniscas del Terciario que en conjunto reportan espesores de hasta 1 500 m, los primeros 500 m reportan agua dulce, en tanto que a mayor profundidad la cantidad de sólidos disueltos se incrementa al igual que la salinidad, hasta en ocasiones encontrar agua completamente salada.

En esta zona, se distinguen dos acuíferos, uno libre o superficial, comprendido en los primeros 20 m y un segundo tipo que corresponde a un acuífero semiconfinado o confinado por capas arcillosas que

se localizan entre los 50 y 400 m de profundidad. La recarga del acuífero se realiza en la porción sur del mismo, en la parte serrana que son los límites de las provincias fisiográficas Sierras de Chiapas y Guatemala con la Llanura Costera del Golfo Sur. La dirección general de flujo del agua subterránea es de sur a norte, hasta llegar a su destino final, el Golfo de México. La permeabilidad es media y se da en material no consolidado.

27-03 Huimanguillo

En esta región, el relieve presenta contrastes, se ubica en el extremo suroeste del estado, en zona limítrofe entre dos provincias fisiográficas, Llanura Costera del Golfo Sur y Sierras de Chiapas y Guatemala, en la primera la topografía es suave sólo interrumpida por algunos lomeríos bajos; en la segunda, predomina un paisaje más abrupto de sierras escarpadas formadas por conglomerados y secuencias de lutitas-areniscas.

El acuífero se localiza en las partes planas y bajas, donde la litología predominante es de arcillas con horizontes arenosos intercalados, que presentan estratificación cruzada típica de zonas de depósito de alta energía, sobreyacen a depósitos arenosos del Terciario con gran potencial hidrológico. La zona registra 102 pozos de extracción, que descargan del acuífero 9 Mm³ por año, 8 Mm³ se destinan a uso público y sólo 1 Mm³ utiliza la industria, la recarga se calcula en 368 Mm³ por año, por lo que existe superávit de 359 Mm³ anuales. El acuífero se considera de tipo libre, confinado en algunas zonas por lentes arcillosos, mismos que abundan en la planicie; la dirección regional de flujo hidráulico en el subsuelo es de sur a norte. La permeabilidad, en la mayor parte de la zona de explotación, es media en material no consolidado, mientras que al sur, en la región serrana, se presenta permeabilidad baja media en material no consolidado, así como permeabilidad baja en material consolidado.

27-04 Macuspana

Esta zona geohidrológica comprende la porción central del estado, es un área con escaso relieve, en la planicie sobresalen lomeríos de arenisca y depósitos conglomeráticos de color rojizo, al sur se localizan sierras con rumbo noroeste-sureste conformadas por roca calcárea. La permeabilidad en material no consolidado es media y baja media, mientras que en una pequeña porción se presenta permeabilidad baja en material consolidado.

El número de aprovechamientos registrado es de 71 pozos que en total extraen 21 Mm³ por año, el balance geohidrológico estima 664 Mm³ por año de recarga, por lo que existen disponibles aproximadamente 643 Mm³ por año. La distribución por usos del agua subterránea es como sigue: 20 Mm³ se destinan a uso público y 1 Mm³ a la industria. El acuífero que actualmente se explota está contenido en rellenos aluviales constituidos por horizontes interdigitados de arena y arcillas que sobreyacen a depósitos de arenisca de edad terciaria con gran potencial hidrológico; el acuífero es de tipo libre con algunas zonas semiconfinadas por horizontes o lentes de arcilla. La calidad del agua es de dulce a tolerable; la dirección de flujo es de sur a norte.

27-05 Los Ríos

Se localiza en la porción oriental del estado; se tienen censados 134 aprovechamientos, 123 corresponden a pozos y 11 a norias. La región presenta escaso relieve, con altitudes menores a 80 m, geológicamente está conformada por rocas sedimentarias de edad terciaria como caliza y arenisca; del Cuaternario

son conglomerado, depósitos palustres, lacustres, aluviales y litorales. La permeabilidad que presentan en el material consolidado es de media alta, mientras que en el material no consolidado presenta permeabilidades media, baja media y baja.

Se calcula que 1 182 Mm³ se encuentran disponibles, resultado de 1 203 Mm³ calculados en la recarga contra 21 Mm³ que se extraen; la distribución por usos es: 2 Mm³ para la agricultura, 16 Mm³ a uso público y 3 Mm³ que se destinan a la industria. La calidad del agua es buena (dulce a tolerable), corresponde a cuatro familias químicas: sódica-sulfatada, sódica-bicarbonatada, sódica-clorurada y mixta (calcio, magnesio, sulfatada y bicarbonatada). Dos zonas de recarga están definidas, una se origina al oriente, con dirección al occidente y otra zona al sur, con dirección de flujo al norte. El acuífero es de tipo libre.

27-06 Sierra

Ubicada en la porción centro-sur del estado, en el límite entre las provincias fisiográficas Llanura Costera del Golfo Sur y Sierras de Chiapas y Guatemala; presenta topografía de formas suaves en la planicie, y sierras con escarpes abruptos en la porción sur. Es un área con gran potencial económico, donde el principal cultivo es el plátano; el número de aprovechamientos registrados es de 66 pozos que extraen 16 Mm³ por año, 14 Mm³ son destinados a uso público y 2 Mm³ a la industria, se estima una recarga de 219 Mm³ por año, por lo que la disponibilidad es de 203 Mm³ anuales.

El acuífero está conformado por sedimentos de edad cuaternaria, de granulometría variada que sobreyacen a areniscas del Terciario; en las inmediaciones de las sierras, existen depósitos de “píamonte” con buena porosidad y permeabilidad, contienen fragmentos angulosos de caliza y andesita, mezclados con fragmentos de rocas volcanoclásticas; el flujo del agua subterránea es preferentemente de sur a norte, la calidad química de la misma es buena y se clasifica como agua dulce de la familia de las sódicas bicarbonatadas. Esta zona de explotación presenta en materiales no consolidados, permeabilidades media (principalmente) y baja media; mientras que en materiales consolidados presenta permeabilidades media alta, media y baja.

27-07 Samaria-Cunduacán

Se localiza principalmente en el municipio de Cunduacán; las características topográficas que se observan son típicas de la planicie costera, limita al sur con las sierras de formación calcárea y volcánica, principales zonas de recarga del acuífero.

Se cuenta con un registro de 94 obras de explotación, estos son pozos que extraen 42 Mm³, de los cuales 34 Mm³ se destinan a uso público y 8 Mm³ los aprovecha la industria, principalmente la petrolera; la recarga tiene una aproximación 270 Mm³, por lo tanto la disponibilidad es del orden de 228 Mm³.

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. La dirección del agua en el subsuelo es preferentemente de sur a norte; la calidad de la misma es generalmente dulce, en ocasiones tolerable; la clase química predominante es mixta bicarbonatada.

27-08 Centla

Área predominantemente plana que se ubica en la porción norte del estado, junto al Golfo de México, 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.

Los acuíferos son de tipo libre y semi-confinados por lentes o capas arcillosas, explotados por un total de 99 pozos y 9 norias, que en conjunto extraen 29 Mm³ por año; 28 Mm³ se destinan a uso público y 1 Mm³ a la industria, la recarga se calcula en 507 Mm³ por año, dejando en disponibilidad 478 Mm³ anuales, la dirección de flujo regional es de sur a norte, hacia la línea de costa del Golfo de México. La calidad del agua es de dulce a tolerable. La permeabilidad que presenta toda la zona es media en material no consolidado.

Por otra parte, dentro del territorio tabasqueño, se encuentran pequeñas porciones de zonas de explotación pertenecientes al estado de Veracruz-Llave-Llave: Coatzacoalcos (30-08) y al estado de Chiapas: Palenque (7-04) y Reforma (7-09).

UNIDADES DE PERMEABILIDAD

La descripción y agrupación de las diferentes unidades geológicas en unidades de permeabilidad, es con el fin de clasificarlas en función de la capacidad que éstas tengan de aceptar que el agua meteórica o pluvial se introduzca y fluya a través de la roca. Para ello se dividieron en dos grupos, **material consolidado**, que es propiamente la roca sólida y coherente, y el segundo grupo es **material no consolidado**, que es el relleno de material detrítico, que se acumula en las depresiones de las sierras y en las planicies fluviales como es el caso en casi la totalidad del estado de Tabasco. Se designó el rango de permeabilidad en función de las características físicas de la roca o suelo, en el caso de las rocas consolidadas, se analizan factores como fracturamiento, porosidad efectiva, carsticidad, alteración física y/o química -según sea el caso-; para materiales no consolidados, la granulometría predominante, porosidad, grado de consolidación, cementación, posición topográfica y relieve son los principales factores a tomar en cuenta. En el estado de Tabasco se presentan las siguientes unidades de permeabilidad:

Unidad de Material Consolidado con Permeabilidad Media Alta (MA)

Se determinó este rango de permeabilidad a las rocas calizas del Cretácico Inferior, situadas principalmente en el núcleo de anticlinales, se presentan en capas medianas y gruesas con intercalaciones de dolomita, que contienen micro y macrofósiles que indican facies de plataforma; muestran textura de grano fino de color gris claro, con fracturamiento medio a intenso; se localizan al sureste y noreste de Teapa, al oeste de Tenosique de Pino Suárez y en los límites con Campeche y la República de Guatemala.

Unidad de Material Consolidado con Permeabilidad Media (M)

En este caso, se consideró a las rocas calizas del Terciario, de origen marino, de facies de plataforma, que se encuentran dispuestas en capas gruesas, de textura de grano medio y fracturamiento moderado; así como a las calizas del T_i y T_m que se localizan en los flancos de los anticlinales, en capas que varían de delgadas a masivas, de facies de plataforma de aguas someras, con textura que va de grano fino

a grueso, fracturamiento moderado, parcialmente dolomitizadas y recristalizadas. Otra unidad litológica incluida dentro de este grupo son los conglomerados polimícticos del Terciario, que contienen clastos de caliza y areniscas principalmente, empacados en una matriz arenosa, parcialmente cementados por sílice y carbonato de calcio.

Unidad de Material Consolidado con Permeabilidad Baja Media (BM)

Con este rango de permeabilidad se determinó a las andesitas del Terciario Superior que afloran al sureste y oeste de Teapa; estos materiales consisten de lahares y brechas con matriz tobácea. El clima húmedo de la región ha alterado intensamente estas rocas, dándoles carácter arcilloso que limita su grado de permeabilidad. Las secuencias de caliza-lutita del Terciario Inferior entran también en este rango, se localizan en los flancos de los anticlinales, presentan fracturamiento bajo-medio, muestran ambiente de depósito de plataforma de aguas relativamente poco profundas. Afloran al sur del estado, en las cercanías de Teapa, formando sierras complejas y lomeríos bajos.

Unidad de Material no Consolidado con Permeabilidad Media Alta (ma)

Esta unidad está representada en pequeñas porciones del estado que presentan depósitos aluviales del cuaternario.

Unidad de Material no Consolidado con Permeabilidad Media (m)

Esta unidad de permeabilidad cubre la mayoría del territorio tabasqueño, abarcando prácticamente todos los tipos de suelo presentes: aluvial, lacustre, palustre y litoral. Esta unidad está compuesta por gravas, limos y arcillas.

Unidad de Material no Consolidado con Permeabilidad Baja Media (bm)

Unidad compuesta por suelos palustres y aluviales formados de arcillas, limos y arenas que, debido a la abundancia de materia orgánica, son de color gris oscuro. Son bastante impermeables debido al alto contenido de arcillas, sobreyacen a areniscas con buenos coeficientes de permeabilidad.

POTENCIAL ACUÍFERO

Con base en las condiciones de explotación de los acuíferos, la entidad se considera oficialmente en situación geohidrológica de subexplotación, sólo algunas pequeñas porciones dentro de los municipios de Cárdenas, Comalcalco, Jalpa de Méndez, Cunduacán, Centro, Jalapa y Macuspana se han determinado como sobreexplotadas, debido a la gran cantidad de perforaciones realizadas por instituciones como PEMEX, CNA y SAPAET, que al efectuarlas sin restricciones técnicas, provocaron intrusión salina; por ello en las zonas mencionadas, la realización de nuevas perforaciones para extraer agua se encuentra bastante restringida y únicamente se autoriza mediante previo estudio de obras para uso doméstico.

El balance geohidrológico a nivel estatal reporta que 4 038 Mm³ por año recargan el subsuelo de Tabasco, mientras la explotación se cuantifica en 244 Mm³ por año, por lo que resulta un balance positivo de 3 794 Mm³ por año. Del agua extraída del subsuelo, 191 Mm³ se emplean para

el abastecimiento público, 47 Mm³ para uso industrial y 6 Mm³ para la agricultura. Se cuenta con un registro de 735 aprovechamientos de agua subterránea en todo el estado, de los cuales 710 son pozos y 25 norias.

Los problemas que genera la intrusión de agua marina en el subsuelo del continente aún no se han presentado de manera extensiva o riesgosa, esto en gran parte debido a la disponibilidad del recurso en la superficie del estado; existe cierta problemática en algunos puntos, por ejemplo, en el área comprendida entre Villahermosa, Jalpa, Nacajuca y Macultepec el nivel de agua salada se encuentra a profundidades que oscilan entre los 200 y 250 m, ello se debe a la presencia de domos salinos originados en antiguas cuencas evaporíticas y que debido a procesos tectónicos han adoptado esta forma y se presentan muy cercanos a la superficie.

Por todo lo anterior, se puede inferir que las posibilidades de contaminación, por intrusión salina, en las zonas costeras es poco probable si continúan las condiciones actuales de explotación; en el caso de contaminación por rocas salinas se debe tener cuidado en la explotación del agua en las zonas aledañas a la contaminación, ello con el fin de evitar la expansión de la misma.

ZONAS DE VEDA

Dentro del estado de Tabasco se han decretado las siguientes zonas de veda, actualmente controladas por la Comisión Nacional del Agua:

- Río Grijalva que comprende parte de los estados de Tabasco, Oaxaca y Chiapas, con fecha de decreto del 19 de octubre de 1957.
- Veda de Coatzacoalcos, ocupa una mínima porción ubicada al oeste del estado, con fecha de decreto del 30 de noviembre de 1976.

Realmente no existe dentro del estado de Tabasco alguna zona que sufra riesgos, a mediano plazo, por procesos de explotación del agua subterránea, es tal la cantidad del recurso y en ocasiones difícil de separar el subterráneo del superficial, que se ha dado el caso de contaminación de pozos por extraer aguas de pantanos o lagunas cercanas; en la costa aún no se han detectado problemas de salinidad.

CLIMAS

La ubicación del estado de Tabasco en la zona tropical, su escasa elevación con respecto al nivel del mar y su cercanía a la zona generadora de ciclones en el Mar de las Antillas, determinan el desarrollo de climas cálidos con influencia marítima, en los que la variación de la temperatura es moderada.

Debido a que la entidad se encuentra situada en la margen sur del Golfo de México y está conformada en su mayor parte por zonas de planicie, la invasión de las masas de aire marítimas es directa y provoca en gran parte la precipitación total anual; la precipitación en la costa es mayor de 1 500 mm, y se incrementa gradualmente conforme se avanza hacia el sur, donde se registra un volumen cercano a 4 000 mm en la zona de Teapa y en los alrededores de las sierras Madrigal y Tapijulapa. Además, Tabasco está considerado como una de las regiones más lluviosas de la República, junto con Veracruz-Llave, Chiapas, Oaxaca y Campeche. En gran parte de la entidad la precipitación es estacional, el período de lluvias abarca de junio a octubre y presenta dos máximas mensuales: una en junio, con promedio de 220.5 mm, y la otra por lo general en septiembre, con 348.3 mm, aunque en algunos lugares la segunda máxima corresponde a octubre, mes en que se reportan 371.6 mm en promedio.

La temporada de secas ocurre en marzo y abril, el volumen medio de precipitación es de 40 mm en la costa y de 100 mm en las laderas de las sierras. La precipitación en verano y principios de otoño es originada por los procesos convectivos de las masas de aire caliente y húmedo que invaden al estado, sobre todo al incidir en las sierras que se localizan en el sur.

En los meses de octubre a marzo la precipitación es producto de frentes fríos originados por los nortes y generalmente se manifiesta en forma de llovizna, durante ese tiempo de 20 a 25 “nortes” atraviesan el Golfo de México e invaden Tabasco.

La humedad relativa fluctúa entre 80% y 86%, debido a lo anterior la entidad permanece cubierta de nubes durante gran parte del año, lo que provoca una insolación baja.

El clima cálido húmedo de Tabasco se caracteriza por sus temperaturas elevadas y uniformes, cuya media al año varía entre 24° y 28°C. La marcha anual de la temperatura es del tipo Ganges, ya que la máxima se registra antes de la estación lluviosa y del solsticio de verano, en mayo, con un valor medio de 28° a 30°C, en tanto que la media más baja, entre 21° y 25°C, se presenta en enero. Las temperaturas más altas se distribuyen a lo largo de la costa y las más bajas en las estribaciones de las sierras; en verano son estables, mientras que en el invierno presentan variaciones debido a los “nortes”, los cuales producen mínimas extremas que van de 12° a 15°C.

CLIMAS CÁLIDOS

Todo el territorio de Tabasco se encuentra bajo la influencia de climas cálidos, las características generales de éstos son: temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura media del mes más frío superior a 18°C. Con base en el grado de humedad y en el régimen de lluvias, predomina el cálido húmedo con abundantes lluvias en verano, que abarca 75.37% de la superficie en la entidad y comprende gran parte de los terrenos llanos o ligeramente ondulados de la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños, en los cuales la máxima altitud no rebasa los 100 m. El clima cálido húmedo con lluvias todo el año ocupa 20.08% del territorio del estado, se distribuye en la zona sur, sobre sierras y lomeríos de la subprovincia Sierras del Norte de Chiapas principalmente. El 4.55% restante corresponde a clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, éste comprende una porción del noreste.

Cálido Húmedo con Abundantes Lluvias en Verano

Se distribuye desde la zona costera hasta las proximidades de las sierras ubicadas en el sur, en esta región se localiza la zona agrícola de La Chontalpa y las poblaciones de Villahermosa, Frontera, Cárdenas, Benito Juárez, Emiliano Zapata, Ciudad Pemex, Miguel Hidalgo, Comalcalco, Cunduacán, La Venta, Paraíso, Tenosique de Pino Suárez y Balancán, entre otras. El régimen térmico medio anual oscila entre 24° y 28°C, la precipitación total anual fluctúa de 1 500 a 3 000 mm y el porcentaje de lluvia invernal en general es mayor de 10.2.

La temperatura media anual más baja reportada en esta zona es de 25.8°C y corresponde a la estación meteorológica Campo E-W-75 (27-029) situada en la población de San Fernando, al oeste de Cárdenas; mientras que en la estación Villahermosa (27-022) se registra la más alta, 27.5°C. El mes más cálido es mayo, alcanza una temperatura media de 28.1°C en la estación meteorológica Tres Brazos (27-021), cerca de la confluencia de los ríos Grijalva y Usumacinta y en la estación Emiliano Zapata (27-034) llega a 29.6°C. Enero es el mes más frío, con 22.0°C de temperatura media en la estación meteorológica El Carmelo (27-005) y 24.4°C en la de Frontera (27-001). En esta última se registra el promedio de precipitación total anual más bajo, 1 526.4 mm y en La Venta (27-062), el más alto, 2 600.9 mm; en ambas estaciones el mes más lluvioso es octubre, con 268.8 y 486.9 mm de precipitación total mensual promedio, respectivamente; sin embargo, en la mitad oriental de la zona, la máxima incidencia de lluvia mensual se reporte en septiembre. El mes más seco es marzo, con promedio de precipitación de 33.4 mm en Frontera y 57.6 mm en Tenosique (estación 27-056); pero hay también un buen número de estaciones meteorológicas en las que corresponde a abril.

En la ciudad de Villahermosa, con base en la estación meteorológica 27-022, la temperatura media anual, como se mencionó anteriormente, es de 27.5°C, la temperatura media del mes más cálido es de 29.4°C y corresponde a mayo; en tanto que la temperatura media del mes más frío corresponde a enero, con 24.1°C. La precipitación total anual es de 2 168.0 mm; el mes de septiembre es el más lluvioso, su precipitación es de 339.2 mm en promedio; y la mínima incidencia se presenta en abril con un valor medio de 54.7 mm.

<i>27-022 ESTACIÓN VILLAHERMOSA</i>		
<i>Mes</i>	<i>Temperatura en °C</i>	<i>Precipitación en mm</i>

<i>Enero</i>	<i>24.1</i>	<i>158.3</i>
<i>Febrero</i>	<i>25.5</i>	<i>105.9</i>
<i>Marzo</i>	<i>27.0</i>	<i>78.2</i>
<i>Abril</i>	<i>28.6</i>	<i>54.7</i>
<i>Mayo</i>	<i>29.4</i>	<i>97.8</i>
<i>Junio</i>	<i>29.3</i>	<i>232.2</i>
<i>Julio</i>	<i>29.0</i>	<i>220.9</i>
<i>Agosto</i>	<i>29.2</i>	<i>238.3</i>
<i>Septiembre</i>	<i>28.7</i>	<i>339.2</i>
<i>Octubre</i>	<i>27.6</i>	<i>299.0</i>
<i>Noviembre</i>	<i>26.3</i>	<i>176.3</i>
<i>Diciembre</i>	<i>24.7</i>	<i>167.2</i>
<i>Anual</i>	<i>27.5</i>	<i>2168.0</i>

En el extremo oeste, cerca de la localidad Francisco Rueda, se localiza un área con el mismo clima pero la cantidad de lluvia invernal representa entre 5 y 10.2% de la precipitación total anual.

Las características climáticas de la región, junto con la naturaleza del suelo y otros factores, propiciaron el desarrollo de selva alta perennifolia; ésta, debido a la actividad ganadera y agrícola ha disminuido drásticamente; por otra parte, en las zonas lacustres y pantanosas crece tular y popal.

Cálido Húmedo con Lluvias Todo el Año.

Comprende tres zonas del sur de la entidad: la primera se localiza desde el norte, este y oeste de la población Huimanguillo, e incluye La Chontalpa y Paso del Rosario, hasta el cerro La Pava; la segunda está situada al sur de Villahermosa y abarca las poblaciones de Macuspana, Teapa, Aquiles Serdán, Tepetitán y Tacotalpa, entre otras; la tercera comprende la zona donde están establecidas las localidades Gregorio Méndez Magaña, Arena de Hidalgo y Reforma, así como el sur y suroeste del municipio de Tenosique, y se interna en territorios chiapaneco y guatemalteco.

En general, la temperatura media anual en estas áreas oscila de 22° a 28°C y la precipitación total anual fluctúa de 2 000 a 4 500 mm, ésta se produce durante todo el año, pero decrece ligeramente en el invierno (enero, febrero y marzo), período en el cual se concentra 14.4% de la lluvia total anual; porcentaje que en algunos lugares es mayor de 18, tal es el caso de Teapa de acuerdo con los datos reportados en la estación meteorológica 27-019. Con base en esta estación, la temperatura media anual en la población citada es de 25.4°C, el mes más caliente es mayo con 27.8°C de temperatura media, el mes más frío se reporta en enero con 22.1°C y la oscilación térmica en el año es de 5.7°C. La precipitación total anual es de 3 862.5 mm, el mes más lluvioso es septiembre con un promedio de 599.8 mm; y el de menor lluvia, abril con 143.9 mm.

<i>27-019 ESTACIÓN TEAPA</i>		
<i>Mes</i>	<i>Temperatura en °C</i>	<i>Precipitación en mm</i>
<i>Enero</i>	<i>22.1</i>	<i>327.1</i>
<i>Febrero</i>	<i>23</i>	<i>225.2</i>
<i>Marzo</i>	<i>25</i>	<i>171.5</i>

<i>Abril</i>	<i>26.6</i>	<i>143.9</i>
<i>Mayo</i>	<i>27.8</i>	<i>203.4</i>
<i>Junio</i>	<i>27.5</i>	<i>350.5</i>
<i>Julio</i>	<i>27.0</i>	<i>349.4</i>
<i>Agosto</i>	<i>27.1</i>	<i>398.5</i>
<i>Septiembre</i>	<i>26.6</i>	<i>599.8</i>
<i>Octubre</i>	<i>25.4</i>	<i>485.9</i>
<i>Noviembre</i>	<i>23.9</i>	<i>316.9</i>
<i>Diciembre</i>	<i>22.6</i>	<i>290.4</i>
<i>Anual</i>	<i>25.4</i>	<i>3862.5</i>

En Huimanguillo (estación 27-009) la temperatura media anual es de 26.3°C; el mes más caluroso es mayo, en el cual se reporta una temperatura media de 29.0°C y el más frío, enero con 22.6°C; la lluvia total anual en promedio es de 2 211.5 mm, el mes más lluvioso es septiembre con 349.1 mm en promedio y el que menos cantidad de lluvia recibe es marzo con 63.8 mm.

En estas zonas la temperatura y la precipitación principalmente favorecen el crecimiento de selva alta perennifolia, vegetación clasificada como secundaria y que se distribuye en pequeños manchones.

Cálido Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Mayor Humedad

Ocupa la zona noreste limítrofe con Campeche, donde se localiza parte del complejo agropecuario Tenosique-Balancán, desde Pejelagarto Segunda Sección hasta El Ramonal.

Este clima es el más húmedo de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano, aunque comparado con los otros climas del estado es el menos húmedo; su promedio de lluvia total anual va de 1 500 a 2 000 mm, la temperatura media anual de 26° a 28°C y su porcentaje de lluvia invernal es mayor de 10.2, valor que es propiciado por los “nortes”.

En la localidad de San Pedro, de acuerdo con la estación meteorológica 27-017, la temperatura media anual es de 26.4°C, el mes más cálido es mayo con 29.1°C y el mes más frío es enero con 23.1°C de temperatura media; la precipitación total anual llega a 1 533.2 mm en promedio; la mayor cantidad de lluvia se produce en septiembre, con promedio de 250.2 mm, y la mínima en marzo, con un promedio de 33.5 mm.

En una pequeña porción del oeste de la zona la vegetación que se desarrolla es de sabana, su presencia es propiciada tanto por las condiciones climáticas como por el drenaje deficiente del suelo, el resto del área sustenta pastizal cultivado.

27-017 ESTACIÓN SAN PEDRO		
Mes	Temperatura en °C	Precipitación en mm
Enero	23.1	60.5
Febrero	24.0	35.0
Marzo	26.3	33.5
Abril	28.4	43.1
Mayo	29.1	123.1
Junio	28.5	229.1
Julio	27.6	181.2
Agosto	27.9	169.1
Septiembre	27.7	250.2
Octubre	26.5	225.9
Noviembre	24.8	113.8
Diciembre	23.4	68.7
Anual	26.4	1533.2

METEOROS

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; mientras que las heladas, meteoro que afecta el desarrollo de la actividad agrícola, se produce muy raras ocasiones, debido a la poca variación de la temperatura a lo largo del año y a la humedad relativa y nubosidad altas.

Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales que afectan al estado se originan en el Mar de las Antillas (Mar Caribe), donde se forman de 5 a 10 ciclones al año, en el lapso de junio a octubre; al analizar las trayectorias de los mismos durante un período de 100 años aproximadamente, sólo siete de ellos han pasado por territorio tabasqueño, con vientos sostenidos de 160 km/h. En este mismo tiempo 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 las costas del Golfo de México, 46% han afectado a la Península

de Yucatán, 34% a Tamaulipas, 16% a Veracruz-Llave y 4% a Tabasco; por lo anterior se concluye que este último es el menos afectado por la fuerza destructiva de esos meteoros, pues solamente repercuten en lluvias intensas.

Nortes

La temporada seca en la región sur de la entidad es interrumpida por las precipitaciones de invierno provocadas por los “nortes”. Estos son grandes masas de aire polar frío y seco que se desplazan del sur de Canadá y del norte de Estados Unidos de América hacia el Mar de las Antillas (Mar Caribe); a su paso por el Golfo de México recogen humedad y producen abundantes lluvias en las laderas montañosas que se inclinan hacia dicho golfo y sobre las regiones sureñas del mismo. Los vientos alcanzan velocidades mayores de 40 km/h, se presentan entre octubre y marzo; en diciembre, enero y febrero ocurren con una frecuencia de 3 a 5 por mes.

V.5 GEOLOGÍA

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.

Ha sido a través de las perforaciones realizadas por PEMEX que se ha podido conocer y descifrar la dinámica tectónica a la que estuvo sometida esta zona del país; las estructuras detectadas en el subsuelo se asocian con las que predominan en la topografía que modela el estado de Chiapas, es decir, que los pliegues, cuencas y pilares tectónicos existentes en el subsuelo de Tabasco se consideran una prolongación de las sierras alargadas con rumbo sureste-noroeste que hoy afloran en la porción sur del estado.

Geología histórica

El proceso de evolución geológica de esta parte del país ha sido conocido últimamente debido al auge petrolero que esta zona experimenta; han sido las perforaciones de PEMEX, correlacionadas con las exploraciones superficiales de la sierra del norte de Chiapas y en última instancia por las perforaciones en la sonda de Campeche, las que han permitido entender e interrelacionar la

geología sepultada de la llanura costera con la que se muestra en superficie; a partir de ello se puede decir que calizas plegadas y afalladas descansan sobre un basamento cristalino del Precámbrico y Paleozoico, mismo que aflora al sur (en el estado de Chiapas) y constituye la Sierra del Soconusco; se considera que el emplazamiento de este cuerpo batolítico pudo haber estado asociado al cierre del océano proto-atlántico de finales del Paleozoico, en la orogenia Apalachiana (Damon, 1981); sin embargo, Carfantan (1977) opina que el emplazamiento batolítico debe haber ocurrido en la fase Apalachiana de deformación, y considera que las rocas metamórficas, afectadas por esta intrusión, deben haberse originado en la fase Grenvilliana del Precámbrico.

Viniegra (1971) ha interpretado la existencia durante el Oxfordiano de una cuenca salina que ocupaba gran parte de la actual sierra de Chiapas, de la Llanura Costera del Golfo Sur y de la plataforma continental de Tabasco, depósitos que fueron muy importantes en la deformación de la secuencia mesozoica posterior y en el desarrollo de trampas petroleras.

En las zonas petroleras de Tabasco y Campeche, PEMEX ha perforado secuencias del Jurásico Superior, principalmente de facies de plataforma, de las que se ha obtenido producción petrolera.

A inicios del Cretácico se formó un gran banco calcáreo, debido a la transgresión marina, dando como resultado sedimentación de carbonatos y anhidritas en la península de Yucatán y gran parte de Chiapas, así como el desarrollo de depósitos de talud en una franja que bordeaba el gran banco calcáreo (Viniegra, 1981). Esta franja ha sido localizada en la mitad este del estado de Tabasco; este tipo de sedimentos son importantes productores de hidrocarburos al igual que en la sonda de Campeche y el noreste de Chiapas. Durante el período Albiano-Cenomaniano se depositaron calizas en ambiente de aguas someras, cuando las mareas transgredieron numerosas zonas erosionadas. Por las perforaciones realizadas por PEMEX en el subsuelo de Tabasco y Campeche, se infiere que hubo persistencia de depósitos de esas rocas en facies de talud del Neocomiano-Aptiano y que todavía permanecía el gran banco calcáreo yucateco.

En Tabasco estas rocas están cubiertas por los potentes depósitos terciarios que forman la llanura costera, han sido detectadas sólo por perforaciones petroleras, afloran en las sierras del norte de Chiapas. Durante el Terciario en Tabasco y Chiapas se inicia la sedimentación terrígena marina, producto del levantamiento de la porción occidental de México y el plegamiento de la Sierra Madre Oriental, mientras en la península de Yucatán continuaban depositándose carbonatos con la paulatina emersión de su porción central.

Geología estructural

Realmente no existen en territorio tabasqueño estructuras geológicas superficiales de gran envergadura, excepto en las porciones del sur.

En el subsuelo del estado se han detectado interesantes estructuras asociadas a diferentes etapas tectónicas, cuya evolución se puede resumir en tres grandes eventos: una primera etapa de esfuerzos compresivos que plegó las rocas sedimentarias depositadas durante el Jurásico, lo que dio lugar a la formación de geoformas representadas por anticlinales y sinclinales, alargadas con rumbo noroeste-sureste, en altitudes que varían de 200 a 900 metros; posteriormente se dio la intrusión de masas salinas hacia las capas superiores a través de planos de falla y ejes de anticlinales, generando deformación tipo dómica distribuida de modo irregular; finalmente vino una etapa de relajamiento tectónico durante el Mioceno Superior-Pleistoceno, esta tectónica distensiva afectó a

las geoformas preexistentes y generó desplazamientos laterales asociados al sistema Polochic-Motagua de edad Mioceno-Plioceno; por lo que el relieve aparece en bloques que superficialmente definen valles tectónicos (grabens). Lo anterior originó la formación de las cuencas de Macuspana y Comalcalco, donde se depositaron potentes espesores de sedimentos terrígenos.

La presencia de estas fosas y pilares originó que las cuencas se desarrollaran aisladas unas de otras, cada cual con características particulares, en algunas de ellas existieron condiciones de mares someros donde había abundante materia orgánica que a la postre formarían las rocas generadoras de hidrocarburos, otras cuencas con tirantes de agua más someros permitieron la formación de cuencas evaporíticas donde se depositaron gruesos horizontes de yeso y sales -hoy manifestadas en forma de domo-, por lo tanto, se estima que los niveles estratigráficos son diferentes, generando discontinuidad lateral en espesor y litología para rocas de la misma edad.

Las perforaciones realizadas por PEMEX han puesto al descubierto la existencia de tres grandes fallas estructurales en el subsuelo tabasqueño, mismas a las que se han denominado: Pilar de Villahermosa, Cuenca de Comalcalco y Cuenca de Macuspana; las dos primeras guardan dirección preferencial noroeste-sureste y sólo la de Macuspana, tiene orientación noreste-suroeste. Estas grandes estructuras geológicas están cubiertas por gruesos espesores de sedimentos terciarios y cuaternarios de tipo continental.

Por último la presencia de rocas volcánicas andesíticas de edad terciaria, son indicativas de un rejuvenecimiento incipiente que a últimas fechas se empeña en activarse para remodelar la topografía de la zona sur del estado.

Estratigrafía

En el estado de Tabasco no existe gran diversidad litológica, en la llanura costera predominan los suelos cuaternarios de tipo aluvial, lacustre, palustre y litoral, así como lomeríos de areniscas del Mioceno y calizas del 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, evaporitas y conglomerados respectivamente; de éstas las más antiguas son de edad cretácica. Además, sólo existen algunos afloramientos de roca volcánica (andesitas) de edad terciaria, en los alrededores de Teapa, en la porción centro sur del estado. La descripción de la litología se hace en orden cronológico de la más antigua a la más reciente:

Mesozoico

Corresponden a este lapso estratigráfico, rocas sedimentarias representadas por caliza de grano fino Ks (cz), compactas, en estratos que van de espesores medianos a gruesos, en colores grises claro, gris oscuro y crema; presentan diferentes grados de fracturamiento, con huellas de disolución y algunos horizontes intercalados de caliza dolomítica y arcillosa que contienen fósiles como: fragmentos de ostrácodos, gasterópodos, pelecípodos, espículas de equinodermos y algunos miliólidos entre otros, que indican facies de plataforma de aguas relativamente profundas y lagunares.

Su contacto inferior es transicional con caliza del Cretácico Inferior, subyace concordantemente a caliza del Paleoceno y se correlaciona con la parte superior de la formación Caliza Sierra Madre (Turoniano-Campaniano); forman montañas escarpadas con gran desarrollo cárstico y generalmente constituyen el núcleo de anticlinales. Las mayores elevaciones formadas por esta

unidad litológica son: las sierras Madrigal, Tapijulapa, Puana, y otras localizadas en la porción centro-sur, al este de Tapijulapa y sureste de Tenosique de Pino Suárez.

Cenozoico Terciario

Para este tiempo la secuencia predominante la constituyen rocas sedimentarias, e inicia con la depositación de una secuencia terrigena de lutita y arenisca tipo flysch que consta de una alternancia de arenisca calcárea y lutita, las primeras constituidas de granos de cuarzo, feldespatos y micas, cementados por carbonatos de calcio; la secuencia presenta coloraciones verdosas y gris metálico, además de encontrarse profundamente intemperizada. Sobreyace concordantemente a caliza del Cretácico Superior, al igual que las unidades Tpal(cz-lu) y Tpal(cz) con las que se correlaciona, y subyace discordantemente a sedimentos continentales del Eoceno; esta unidad forma parte de la formación Soyalá. Las geoformas características son los lomeríos suaves y alargados; aflora en el extremos centro-sur del estado, al sur de Teapa, en los alrededores de Tapijulapa y La Loma.

En las sierras localizadas al sur de Tenosique de Pino Suárez, en el extremo sureste del estado, aflora una unidad representada por caliza arcillosa, parcialmente recristalizada y dolomitizada, contiene escasa fauna mal conservada, generalmente con fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, algunos ostrácodos y foraminíferos bentónicos, Tpal(cz), aflora en estratos que van de delgados a gruesos, en ocasiones masivos, el registro fósil indica ambiente de plataforma de aguas someras y lagunares.

Hacia la cima presenta intercalaciones arcillosas de color amarillo, sobreyace concordantemente a caliza del Cretácico Superior y subyace discordantemente a una secuencia de lutita-arenisca del Eoceno y a caliza del Oligoceno; ocupa la mayoría de los flancos de los anticlinales y muestra evidencias de carsticidad incipiente; la unidad se correlaciona con el miembro superior de la calcarenita Petén. Aflora en las localidades de Ignacio Allende, Héroes de Chapultepec y Álvaro Obregón, en el extremo sureste del estado.

En esta zona también se manifiesta una alternancia de caliza arcillosa de color crema, en estratos delgados y lutita calcárea de colores gris, verde y crema, con estratificación media; en la secuencia se observan microfósiles, equinoides, algas y gasterópodos, su representación cartográfica es Tpal(cz-lu). Sobreyace discordantemente a caliza del Cretácico Superior y subyace también en discordancia angular a los sedimentos continentales de la formación El Bosque; existen afloramientos de esta unidad, al pie de las serranías cercanas a la localidad Javier Rojo Gómez.

Al sur de Macuspana y al oriente de la sierra Puana, en la porción centro-sur del estado, se localiza una unidad formada por arenisca-limolita y lutita-arenisca pertenecientes a la formación El Bosque, Te (lu-ar), de edad Eoceno Medio y Superior; predominan las areniscas de grano medio, dispuestas en estratos de colores pardo, rojo y púrpura, que se clasifican en sublitanitas y litanitas del tipo de la arena volcánica; contienen granos angulosos y subredondeados de cuarzo que presentan zoneamientos, así como micas contenidas entre feldespatos y cuarzo, en ocasiones es posible encontrar impresiones de pelecípodos. Alternan con lutita y limolita, siendo esta última de tipo calcáreo-arcillosa, en capas de espesor medio y tono rojizo; la lutita es calcárea en capas laminares de color gris verdoso, que forman estratos de escasos centímetros. El ambiente de depósito de esta unidad es continental y transicional, subyace discordantemente a caliza y caliza-lutita del Paleoceno y de esta misma manera a caliza y lutita del Oligoceno.

Esta secuencia es correlacionable con el grupo Balsas. La unidad forma lomeríos que ocupan valles intermontanos en las localidades de Santo Tomás, El Bejucal, Francisco Villa, Lomas Alegres y Estación Macuspana, entre otras, localizadas en la porción centro-sur del estado.

En el cerro La Ventana, al sur del estado, aflora una secuencia de lutita-arenisca, To(lu-ar), incipientemente intemperizada, con intercalaciones de calizas y margas; los estratos lutíticos son de colores gris y verde, con tonos azulosos; las areniscas son de color café amarillento, de grano medio a grueso con clastos de roca volcánica que forman estratos que van de delgados a medios. La unidad se encuentra deformada, se presenta en pliegues asimétricos y con fallas de corrimiento lateral. Sobreyacen a calizas del Oligoceno y subyace a depósitos arenosos del Mioceno, ambas en contacto concordante, pertenecen a la formación Simojovel del Oligoceno Superior, su morfología es de sierras altas alargadas y escarpadas.

En la porción centro-sur del estado, en el cerro El Tortuguero, se manifiesta una secuencia de caliza arcillo-arenosa parcialmente recristalizada, To(cz), se presenta en estratos de espesores gruesos, de color crema que contienen fauna de pelecípodos y fragmento de moluscos, la microfauna es de algas calcáreas características de paleoambientes de plataforma marina, presenta además, vetillas de calcita y estilolitas.

Esta unidad se asocia a la formación Mompuyil que sobreyace discordantemente a la formación El Bosque y subyace a la formación Simojovel, la expresión morfológica que presenta es de sierras alargadas con presencia de dolinas; otros afloramientos se encuentran al sur de Macuspana y al sureste de Teapa.

En las cimas de las sierras del sur del estado (cerros La Ventana y La Pava), al sur de Villa Chontalpa, se exhibe un conglomerado polimíctico, To(cg), conformado por clastos de roca ígnea intrusiva ácida, calizas y rocas hipabisales de composición intermedia, están contenidos en una matriz de arena gruesa, cuarzo-feldespática, cementada por sílice y carbonato de calcio, el tamaño de los clastos es variado, predominan los de diámetro entre 3 y 10 cm; el grado de redondez va de subanguloso a subredondeado, con arreglo caótico que indica levantamiento y depósito más o menos rápido en ambientes de alta energía; forman estratos que van de muy gruesos a masivos, con intercalaciones de areniscas y lutitas, la secuencia se encuentra fracturada. Sobreyace concordantemente a lutita-arenisca de la misma edad y subyace discordantemente a areniscas del Mioceno, forma parte de la formación Simojovel; presenta morfología de cerros altos y acantilados.

En el oriente y noreste de Tenosique de Pino Suárez, asoma la caliza recristalizada arcillo-arenosa, Tm (cz), con fauna de pelecípodos, pertenece a los afloramientos más occidentales de la formación Carrillo Puerto, es decir, depósitos correspondientes a la plataforma de Yucatán, el registro fósil indica ambientes de depósito de plataforma de aguas someras, los afloramientos forman lomeríos bajos.

Al occidente de Huimanguillo, en Villahermosa, al norte y sur de Macuspana, así como al norte y occidente de Tenosique de Pino Suárez, se distribuye ampliamente litarenita de grano medio, ocasionalmente conglomeráticas, Tm(ar); los análisis petrográficos indican que contienen cuarzo, muscovita, feldespatos, circón, caolín y fragmentos de roca, están empacados en una matriz arcillosa, se presenta en estratos muy deleznable, desde un centímetro de espesor a masivos, de colores amarillo, pardo y rojo con estratificación cruzada y laminar, tiene intercalaciones de estratos delgados de limolitas y calizas, en la base del afloramiento se localiza un horizonte

calcáreo fosilífero.

La mayor parte de la unidad se correlaciona con las formaciones Tulijá, Amate y Belén, depositada en ambiente transicional de intramarea; morfológicamente se manifiesta como lomeríos bajos, el intemperismo es profundo; sobreyace concordantemente a los sedimentos del Oligoceno y subyace discordantemente a suelos del Cuaternario.

El único afloramiento de rocas ígneas se encuentra representado por andesitas de augita, Ts(A), de textura porfídica de color gris en roca sana e intemperizada, muestra tonos amarillentos por efectos de la alteración a arcillas; sobreyace discordantemente a sedimentos terrígenos del Terciario, tiene morfología de mesas moderadamente disectadas y de lomeríos, aflora en el sur, este y oeste de Teapa.

Cuaternario

Para este periodo, se tiene la presencia de depósitos recientes, ampliamente distribuidos en todo el estado, el espesor y la abundancia de los mismos se incrementa de sur a norte, es decir, desde los flancos de las sierras hasta la zona litoral y deltaica. Uno de ellos lo representa la unidad conglomerática Q(cg), de origen continental, constituida por gravas subredondeadas de calizas y areniscas, en una matriz arcillosa pobremente cementada por caliche; sobreyace discordantemente a formaciones del Terciario y está parcialmente cubierta por suelos. Morfológicamente se manifiesta como pequeños montículos que apenas sobresalen en la llanura; aflora al noreste de Balancán, al oeste de Nezahualcóyotl y al noroeste de Tenosique de Pino Suárez.

Los suelos se encuentran ampliamente distribuidos en todo el estado, el espesor y la abundancia de los mismos se incrementa de sur a norte.

En el extremo oriente de la entidad, en las cercanías de Villa el Triunfo, se encuentra un tipo de suelo de color blanco-amarillento terroso que engloba nódulos de pedernal y fragmentos de caliza; forma una delgada capa que cubre discordantemente a calizas terciarias y se cartografió como Q(caliche).

Los depósitos lacustres Q(la), los forman arcillas, limos, arenas y gravas, ricos en materia orgánica y de color oscuro. Predomina este tipo de suelo en el centro del estado, principalmente al sur del punto de unión de los ríos Usumacinta y Grijalva, donde existen vastas zonas inundadas.

Debido a las constantes inundaciones que se presentan en zonas pertenecientes a la Llanura Costera del Golfo Sur, tales como porciones al noroeste de la laguna El Rosario, ciertas zonas de la franja costera, gran parte de la región central del estado, así como algunas zonas de la porción oriental de la entidad, se han depositado arcillas, limos y arenas de coloración oscura con abundancia de materia orgánica, que se han cartografiado como Q(pa).

Sedimentos formados por limos, arcillas y cuerpos lenticulares de arena y grava de origen fluvial Q(al), que se interdigitan con suelos de origen lacustre y palustre, se han formado en la planicie de inundación de los ríos Usumacinta, Mezcalapa, Santana, Candelaria y algunas porciones del Grijalva; constituyendo las partes topográficas más bajas y planas del estado.

Los suelos litorales Q(li), se han formado en zonas de playa y barras costeras, por acumulaciones de arena retrabajada por el oleaje y se distribuyen en el extremo norte del estado.

Los depósitos eólicos Q(eo), están fuertemente afectados por factores como los vientos del norte y del sur, así como por las corrientes litorales del Golfo de México. Están constituidos por cuarzo y fragmentos de roca, que presentan estratificación cruzada y han formado barjanas y dunas transversales a la línea de costa y sobre el delta del río Grijalva.

Geología Económica

El estado de Tabasco no cuenta con yacimientos minerales metálicos de gran valor económico, debido a los eventos geológicos predominantes de depositación en la mayor parte de su superficie, por lo que sólo existe material calcáreo que forma serranías susceptibles de explotarse y destinarse a la industria de la construcción.

Yacimientos de Minerales no Metálicos

Económicamente se explota roca caliza para producir cal hidratada, cemento, material de ornamentación y agregados pétreos; las arcillas se utilizan en la producción de materiales para la construcción como tabiques y recubrimientos. En total suman 133 empresas relacionadas con la explotación y tratamiento de minerales no metálicos. Actualmente el estado de Tabasco ocupa el primer lugar a nivel nacional en la producción de azufre.

Yacimientos de Hidrocarburos

En el subsuelo de Tabasco se han detectado importantes yacimientos de hidrocarburos, que han sido un detonante en el desarrollo económico del estado; la historia del petróleo en esta parte del país es antigua, hay registros de que los pueblos prehispánicos que habitaron en las costas del Golfo de México utilizaron el betún para calafatear sus embarcaciones, como adhesivo e impermeabilizante en la construcción o bien como medicina e incienso ceremonial.

Desde el punto de vista económico, el auge inicia en la década de los años 50's, con el descubrimiento y explotación del primer campo petrolero y el establecimiento de ciudad PEMEX en el municipio de Macuspana; ya a finales de ese decenio Tabasco se había convertido en importante productor de petróleo y gas natural. Para 1998, en la entidad, PEMEX tuvo una producción de petróleo crudo de 200 367.1 barriles, lo que representó 17.9% del total nacional; mientras que la producción de gas natural, para ese mismo año, fue de 499 293 millones de pies cúbicos, lo que representó 28.6% del total nacional; en ambos casos, la producción de Tabasco, sólo es superada por la obtenida en las plataformas marinas de las aguas territoriales del país. La actividad de PEMEX en el estado de Tabasco es casi total, pues existe infraestructura de la paraestatal en 14 de los 17 municipios que conforman el estado.

Las rocas que generaron los hidrocarburos se consideran de edad tithoniana, Jurásico Medio y Jurásico Superior, ricas en materia orgánica, principalmente de algas productoras de crudo y gas natural.

Desde el punto de vista geológico, las rocas contenedoras de los hidrocarburos son areniscas y calizas dolomitizadas, las primeras de edad terciaria y las segundas del Cretácico, rocas que presentan condiciones propicias para la acumulación de hidrocarburos, los factores principales son la porosidad de tipo intergranular, fracturamiento, estilolitas y disolución en el cruce de fracturas, este último el más importante por su volumen de almacenamiento; generalmente forman trampas de tipo estructural, selladas por rocas arcillosas, evaporíticas o mantos salinos.

En ocasiones, cuando la presencia de material arcilloso domina en las rocas calcáreas, o bien, son predominantemente arcillosas, la misma roca contenedora funciona como roca sello. Otro tipo de

roca sello, muy común en el subsuelo tabasqueño, son las evaporitas como el yeso y la halita.

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN Y PARTICIPACIÓN, A NIVEL NACIONAL, DE LOS MINERALES NO METÁLICOS					
Mineral	Período	Volumen Total de Producción (Toneladas)	Promedio Anual de Producción (Toneladas)	Participación Promedio en el Total Nacional (%)	Lugar que Ocupa a Nivel Nacional
Azufre	1995-1999	2 088 339	417 667.8	46.5	1

*FUENTE: INEGI, La Minería en México, edición 2000. Aguascalientes, Ags., 2000.
NOTA: En los años anteriores a 1995, sólo se reportaba la producción total nacional de PEMEX.*

FISIOGRAFÍA

El estado de Tabasco comprende parte de dos provincias fisiográficas: Llanura Costera del Golfo Sur, que cubre la mayor parte del territorio tabasqueño; y Sierras de Chiapas y Guatemala, que se extiende en la porción sur.

PROVINCIA LLANURA COSTERA DEL GOLFO SUR

Esta provincia fisiográfica bordea la porción sur del Golfo de México y se extiende desde el paralelo 19° 33' en el estado de Veracruz-Llave, hasta el límite con la Península de Yucatán aproximadamente en el meridiano 90° 46'. Abarca parte de los estados de Campeche, Veracruz-Llave, Chiapas y Tabasco; al sur colinda con las provincias Sierra Madre del Sur, Cordillera Centroamericana y Sierras de Chiapas y Guatemala; al noroeste con el Eje Neovolcánico, al noreste con la provincia Península de Yucatán, al norte con el Golfo de México, y al sureste se prolonga hacia la República de Guatemala.

Es una planicie de composición sedimentaria cuyo origen está relacionado con la regresión del Océano Atlántico, iniciada desde el Terciario Inferior, y el relleno gradual de la cuenca oceánica donde hasta nuestros días se acumulan grandes volúmenes de material detrítico que proviene del continente. El rejuvenecimiento continuo de la plataforma costera ha permitido la erosión subsecuente de los depósitos marinos y continentales de edad terciaria, éstos en la actualidad tienen poca elevación sobre el área y se manifiestan en forma de lomeríos constituidos de areniscas y calizas. El paisaje llano o poco ondulado de la región se encuentra interrumpido principalmente por la discontinuidad fisiográfica Sierra de los Tuxtles en el estado de Veracruz-Llave, donde se encuentran las elevaciones máximas de la provincia.

Fue desarrollada por grandes corrientes de agua sobre una zona de plataforma continental en ascenso, dando lugar a la formación de un área de concentración y saturación de material aluvial, donde la carga sedimentaria ha sido transportada y depositada por ríos divagantes, que en su camino al Golfo

de México dejan abandonados antiguos lechos formando nuevas vías hacia el mar. Es en esta provincia donde se encuentran los ríos más caudalosos del país, entre los que destacan el Papaloapan, Coatzacoalcos, Grijalva y Usumacinta.

Ocupa 94.16% del territorio de Tabasco, a través de la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños; en él se caracteriza por tener un relieve casi plano con alturas promedio de 60 metros, esta topografía se ha formado como resultado de la acumulación de grandes depósitos fluviales en diferentes medios sedimentarios como el lacustre, palustre y litoral; presenta extensas planicies de inundación, cauces abandonados y lagunas costeras, entre estas últimas destacan: El Carmen, Machona y El Rosario.

Subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños

Esta subprovincia en el estado comprende parte de los municipios de Huimanguillo, Macuspana, Tacotalpa, Teapa y Tenosique; así como la totalidad de Balancán, Cárdenas, Centla, Centro, Comalcalco, Cunduacán, Emiliano Zapata, Jalapa, Jalpa, Jonuta, Nacajuca y Paraíso. Limita al norte con el Golfo de México, al sur con la provincia Sierras de Chiapas y Guatemala, hacia el oriente se interna en el estado de Campeche y la República de Guatemala, y al occidente se prolonga hacia Veracruz-Llave.

En la porción central de la subprovincia se unen las cuencas bajas de los ríos Grijalva y Usumacinta, estas corrientes confluyen a corta distancia al sur de Frontera, en el lugar llamado Tres Brazos, a partir de aquí encuentran salida común al Golfo de México; ambos ríos tienen su origen en territorio guatemalteco. En la región oriental de esta subprovincia se localizan los ríos San Pedro y San Pablo, también existen zonas de lagos y pantanos permanentes con extensas áreas inundadas; al occidente se encuentra la cuenca del río Tonalá, cuyo cauce principal es límite con el estado de Veracruz-Llave.

En la llanura costera de Tabasco los ríos han tenido cursos inestables, es por esto que el material aluvial reciente cubre en forma regular la mayor parte de la llanura; las zonas inundables ocupan amplias extensiones en la porción oriente, otras menores se localizan en la región costera de Paraíso y en el oeste del estado; entre esas áreas se encuentra situada la gran llanura aluvial no inundable del centro de la entidad.

Geomorfológicamente en la subprovincia predominan llanuras y lomeríos bajos, éstos últimos con altitudes máximas de 240 metros, como en el caso del cerro El Tortuguero localizado en el municipio de Macuspana. Los sistemas de topofomas que constituyen esta región son: barra, que separa las aguas del mar de las aguas de las lagunas El Carmen y Machona; dunas, localizadas entre la desembocadura del río Tonalá y la laguna El Carmen, y entre las lagunas Cocal y Mecoacán; llanura de barreras (playas), situada entre la última laguna mencionada y el límite con el estado de Campeche; lomerío, hacia el sur del estado, en los alrededores de las localidades Chontalpa, Estación San Miguel, Benito Juárez y al norte y occidente de Tenosique de Pino Suárez, estos sistemas forman una zona de transición entre las provincias Llanura Costera del Golfo Sur y Sierras de Chiapas y Guatemala; lomerío con llanos, en el este y sureste, donde se localizan las poblaciones El Triunfo y Tenosique de Pino Suárez; llanura con inundación, a lo largo de la parte sur de los ríos San Pedro y Usumacinta; gran llanura aluvial, en Balancán y en los entornos de Comalcalco, Cárdenas y Huimanguillo; llanura costera inundable, que se extiende de los alrededores de la laguna Mecoacán y del oeste de Villahermosa hasta el límite

con Campeche, y del occidente de Paraíso al entorno de La Venta y de la laguna El Rosario, ambas llanuras están interrumpidas por algunos lomeríos bajos, en el territorio de la primera confluyen la mayoría de los escurrimientos superficiales del estado y se encuentran gran parte de los contenedores de agua superficial como son las lagunas Mecoacán, Santa Anita, San Pedrito, El Viento y Julivá, entre otras de menor tamaño; por último, hacia el sur se localizan los sistemas de topoformas valle, valle de laderas tendidas, valle de laderas tendidas con inundación y sierra baja.

Provincia sierras de Chiapas y Guatemala

Esta provincia la comparten México y la República de Guatemala, en ella nace el río Usumacinta que define parte de la línea divisoria entre los dos países. En México comprende parte del estado de Chiapas y una porción reducida del sur de Tabasco; hacia el norte limita con la provincia Llanura Costera del Golfo Sur, al sur con la Cordillera Centroamericana, al este con la República de Guatemala y al oeste con las dos provincias antes mencionadas.

Su paisaje está constituido sobre todo por valles, cañones y sierras plegadas donde predominan rocas sedimentarias marinas del Mesozoico, con ejes estructurales orientados este-oeste en su mayoría y afectadas por fallamiento de tipo normal y lateral; son sierras relativamente bajas pues la mayoría de sus cumbres son inferiores a 2 000 m de altitud y otras a los 1 000 m.

En Tabasco la provincia está representada por pequeñas porciones de las subprovincias Sierras del Norte de Chiapas y Sierras Bajas del Petén; mismas que representan apenas 5.84% del área total del estado.

Subprovincia Sierras del Norte de Chiapas

En esta subprovincia dominan rocas sedimentarias tales como calizas, secuencias de lutita-arenisca, conglomerados y material aluvial; pero cerca de Pichucalco, Chiapas, y Teapa, Tabasco, afloran rocas volcánicas de composición intermedia (andesitas), al igual que un cuerpo intrusivo; éste asociado al volcán Chichonal que hizo erupción durante los meses de marzo y abril de 1982.

Dentro de Tabasco, la subprovincia ocupa tres zonas que en conjunto abarcan 3.92% de la superficie estatal; dos de ellas se localizan en el extremo sur, comprenden parte de los municipios de Macuspana, Tacotalpa y Teapa, colindan al norte con la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños y se internan por el sur, este y oeste en territorio chiapaneco; la tercera está situada en el suroeste, abarca parte del municipio de Huimanguillo, también limita con la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños por el norte y se prolonga a Chiapas por el oriente y sur, pero hacia el occidente se introduce en el estado de Veracruz-Llave. Las mayores elevaciones dentro de esas áreas son: los cerros La Pava y La Ventana, que tienen una altitud de 860 y 560 m respectivamente; y las sierras Madrigal, Tapijulapa y Puana, con 540, 500 y 340 m. La diversidad litológica, así como lo accidentado del terreno les da a estas sierras el carácter de complejas.

Los rasgos cársticos -disolución de la roca caliza por efecto de la circulación de aguas meteóricas- están muy desarrollados en las zonas de afloramientos calcáreos, principalmente en los municipios de Teapa y Tacotalpa, donde hay grandes áreas con dolinas, mogotes y cerros bajos de carst tropical. Las grutas de Coconá en las afueras de la localidad de Teapa, forman parte importante del atractivo turístico del municipio, ya que se consideran entre las más hermosas del país; además, constituyen un elemento importante del complejo sistema de cavernas, grutas y red hidrológica subterránea.

En general, la red hidrológica superficial es de tipo dendrítica, torrencial con drenes cortos que

desaparecen en dolinas, grutas o fracturas de la roca caliza; característica típica de áreas cársticas. La principal corriente que se localiza en esta subprovincia es el río Tacotalpa, en orden de importancia le sigue el río Teapa; ambos nacen en la porción centro-sur del estado. El sistema de topoformas dominante en esta subprovincia es de sierra compleja, cuyas estribaciones se localizan en Tabasco; entre esas estribaciones se encuentran los sistemas de topoformas valle de laderas tendidas, valle intermontano y valle abierto; así como los de lomerío, sierra carso, pequeño llano y dolina.

Subprovincia Sierras Bajas del Petén

La subprovincia Sierras Bajas del Petén está constituida en su mayor parte de sierras de rocas calcáreas intensamente plegadas; atraviesa casi todo el territorio guatemalteco, con leve flexión hacia el sur. Su penetración en territorio mexicano es escasa, corresponde a los extremos noreste de Chiapas y sureste de Tabasco.

En Tabasco comprende apenas 1.92% de la superficie estatal, en terrenos pertenecientes al municipio de Tenosique; colinda al norte con la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños, por el occidente se extiende hacia Chiapas y por el sur a la República de Guatemala. La topografía característica en esta zona es de pliegues orientados noroeste-sureste; éstos integran el sistema de topoformas sierra plegada, al cual se asocian dolinas como resultado de las condiciones de carst tropical que predominan. Dichas condiciones también han dado lugar a la formación de mogotes. Otras topoformas dentro del área son valle de laderas tendidas y cañón.

DIAGNOSTICO AMBIENTAL REGIONAL E IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El medio natural y físico en el Estado de Tabasco ha presentado muchos cambios tanto en su flora, fauna, uso del suelo, contaminación de cuerpos de agua, contaminación del aire etc.

En los últimos 50 años el principal crecimiento en el área industrial fue la industria petrolera que tubo su mayor crecimiento en los años 60 y 70 con la construcción y exploración de nuevos pozos petroleros y la creación de complejos petroquímicos y centrales de refinación, lo que provoco la construcción de ductos, plantas de bombeo, etc. Que modificaron de manera muy significativa al medio ambiente con la contaminación de cuerpos de agua, tierras, zonas de cultivo y emisión de contaminantes a la atmósfera, además el crecimiento tan vertiginoso de la industria petrolera genero una fuerte presión por la demanda de servicios y infraestructura básica así los nuevos centros de población, lo que origino un aumento el crecimiento de la población y la generación de desperdicios orgánicos e inorgánicos que contaminan el medio natural

Por otro lado con la expansión de la frontera agrícola y las áreas cultivables genero el desmonte y la desaparición de una gran parte de selvas en todo el estado, muchas de estas actividades agrícolas principalmente de auto consumo, lo que han generado es un empobrecimiento de los suelo y una erosión muy grande de estos, siendo muy pocas los cultivos agrícolas rentables con una alta productividad por hectárea.

Muchos de suelos agrícolas son de temporal esto lo que genera una baja rentabilidad de las áreas cultivables, además no se toman en cuenta todas las variables biológicas para obtener cosechas más productivas, no hay un racionamiento y aprovechamiento de los recursos como en caso de agua, por el contrario existe un abuso indiscriminado de fertilizantes, herbicidas que matan mucha de la flora y fauna de los alrededores y que sus impactos y efectos son incalculables, además estos se acumulan en el suelo afectando todos los patrones biogeoquímicos, y en el agua afectan a todas las poblaciones de peces e insectos dañándolos, esto ha generado la desaparición de especies y por lo tanto un desequilibrio muy fuerte en las poblaciones.

Por otro lado el crecimiento de la actividad ganadera principalmente de engorda ha provocado un cambio de uso del suelo y modificaciones a las características de estos, la actividad ganadera es una de las principales actividades económicas del estado, pero con la creación de nuevos áreas de potreros y de pastoreo ha generado que las áreas naturales se ven disminuidas drásticamente en los últimos años generando con esto que los suelos se erosionen y bajen su productividad biológica, la introducción de pastos al lugar genera un problema pues cambia todas las características naturales de las poblaciones y se inicia la colonización por nuevas especies del lugar, existiendo

Fig. 1 Cambio de uso de suelo

una mayor competencia y depredación de estas especies, se presenta una sucesión de comunidades desplazando a las ya existentes, estos cambios se presentan de manera muy rápida y drástica, lo que no permite que los organismos cambien tan rápido como el ambiente, esto genera una fuerte presión al medio físico y un desequilibrio que tarda en recuperarse cambiando todos los patrones y ciclos biológicos de las poblaciones naturales.

Fig. 2 Modificaciones a la vegetación por las nuevas actividades agropecuarias

El tráfico, caza y captura de especies exóticas de la región de flora y fauna afectan de manera muy significativa de riqueza y el equilibrio ecológico del lugar, y esto es un fenómeno social que se incrementa con la falta de oportunidades de desarrollo económico en la región, ignorancia, falta de oportunidades, crecimiento de la población etc.

En los últimos años el Estado de Tabasco se ha convertido en el polo de desarrollo económico, industrial, agropecuario, comercial y turismo en la región del sureste. Los municipios con los mayores niveles de urbanización son Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso, donde los corredores industriales, comercial y urbano cuentan con toda la infraestructura para su desarrollo y los servicios que se presentan en casi todas las ramas productivas, esto genera un problema impactar sobre las áreas naturales, un aumento en la urbanización y una mayor crecimiento de la población, que si no se cuenta con un ordenamiento urbano se tendrá un crecimiento muy irregular de estos centros de desarrollo como los que ya existen, como la construcción de viviendas a los márgenes de los ríos con efectos muy severos en el periodo de lluvias y la contaminación de estos cuerpos de agua.

Fig. 3 Contaminación de cuerpos de agua naturales y cambios en la calidad de estos

El Estado de Tabasco crecerá en su población de 1,938, 136 habitantes en el 2000 a 2,122,940 habitantes para el 2006 teniendo un aumento de 184,804 nuevos habitantes que demandaran servicios y áreas de desarrollo sustentables. El crecimiento

de la población se concentra en los municipios de la zona centro , los Ríos y la región de Chontalpa y en menor grado la zona de la Sierra. La tasa de crecimiento anual de la población en el Estado de Tabasco en el periodo 1990 2000 fue del 2.3 %, por arriba del crecimiento nacional de 1.8 % , la densidad de la población promedio por kilometro cuadrado para el año es de 132.66 por lo que el estado cuente con una mayor población que demandara servicios y zonas para el desarrollo siendo una fuerte presión para al medio natural.

Fig. 4 Construcción de viviendas a las orillas de los cauces de los ríos

Por otro lado se ha presentado un cambio en la población que concentraba primordialmente en el área rural en la década de los 50 y 60 al pasar ser una población mas urbana esto debido principalmente a los servicios y oportunidades de desarrollo que se cuentan como en la Ciudad de Villahermosa , por lo que se espera un mayor crecimiento de la población tanto del lugar como llegada de mas gente de otras partes de la república incrementando mas la población urbana en los próximos años y una demanda de servicios e infraestructura básica mas grande.

En la zona de influencia del proyecto principalmente de la regiones Chontalpa y Centro representada por el sistema Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso, este desarrollo urbano abrigara a tener una mayor presión sobre el medio físico y natural que en su momento se deberá de contar con un Plan Maestro de Desarrollo Urbano que norme y marque las directrices de desarrollo y el crecimiento.

El estado de Tabasco es uno de los estados que cuentan con una gran riqueza y diversidad de flora y fauna, pero esta se encuentra ya muy limita y restringida áreas y zonas de conservación del estado.

Fig. 5 No se existe una zona de amortiguamiento de protección contra los centros de vivienda

Por lo tanto se deberá de incluir en todas políticas y planes de desarrollo un plan de manejo y aprovechamiento que permita un desarrollo sustentable de la región siendo el medio natural tan importante como el desarrollo industrial, si no es así los efectos sobre la población serán muy altos.

Fig. 6 La falta de un plan de manejo de contaminantes afecta al suelo y la vegetación del lugar

CONSTRUCCION DE ESCENARIOS A FUTURO

La problemática de las inundaciones y sus consecuencias que se presentan año con año en el Estado de Tabasco en el periodo de lluvias es muy grande, teniendo efectos en todos los sectores productivos

del estado, y esto es debido a varias causas, siendo una de las principales los daños y cambios el medio natural y físico que sean provocado en los ultimo 50 años por el crecimiento industrial, comercial, agropecuario, poblacional, petrolero etc.

El medio natural ha sufrido demasiados cambios y su capacidad de amortiguamiento y de recuperación se ha visto afectada drásticamente lo que ha permitido que en temporada de lluvias o de cualquier otro fenómeno natural tenga consecuencias muy grandes sobre la población y sus las diferentes áreas productivas del estado, esto ha generado la inquietud de que se planteen la realización de programas y obras que permitan por un lado tener una respuesta pronta hacia la población y dos tener programas de restauración y mejora y recuperación de medio natural que permitan que este aumente su capacidad de amortiguamiento y que no tenga efectos catastróficos sobre la población.

Sin embargo un aspecto importante es que estos programas de recuperación y restauración del medio natural son a largo plazo, y lo que se necesita la realización de obras y programas que evitan mas daños sobre la población y mejoren las condiciones de calidad de vida de la esta.

Esto a generado que se planteen varios posibles escenarios sin la realización del Proyecto Integral para la Protección contra Inundaciones de la Planicie de los Ríos Grijalva y Usumacintas en el Estado de Tabasco.

Los posibles escenarios serias los siguientes

1.- Escenario a cinco años.

urbanización

son Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso , donde los corredores industriales cuentan con toda la infraestructura para su desarrollo y los servicios se presentan en casi todas las ramas productivas, sin embargo la presión por vivienda y servicios será cada ves mayor con un aumento en la población y una mayor impacto sobre el medio natural, siendo este el mas efectado. Y las consecuencias de una temporada de lluvias similar a la sucedida el septiembre con efectos mayores a la población y daños al sector productivo

El Estado de Tabasco crecerá en su población de 1,938, 136 habitantes en el 2000 a 2,122,940 habitantes para el 2006 teniendo un aumento de 184,804 nuevos habitantes que demandaran servicios y áreas de desarrollo sustentables.

El crecimiento de la población se concentra en los municipios de la zona centro los Ríos y la región de Chontalpa y en menor grado la zona de la Sierra. La tasa de crecimiento anual de la población en el Estado de Tabasco en el periodo 1990 2000 fue del 2.3 %, por arriba del crecimiento nacional de 1.8 % , la densidad de la población promedio por kilometro cuadrado para el año es de 132.66 por lo que el estado cuente con una mayor población que demandara servicios y zonas para el desarrollo.

Por otro lado se ha presentado un cambio en la población que se concentraba primordialmente en el área rural y a pasado a ser una población mas urbana y esto debido principalmente a los servicios y oportunidades de desarrollo que se cuentan, por lo que se espera un crecimiento de la población urbana principalmente de la regiones Chontalpa y Centro representada por el sistema Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso, este desarrollo urbano abligara a tener una mayor presión sobre el medio físico y natural que en su momento se deberá de contar con un Plan Maestro de Desarrollo

Los
municipios
con
los
mayores
niveles
de

Urbano que norme y marque las directrices de desarrollo y crecimiento.

Esto genera un problema muy grande, que es los efectos de posibles inundaciones en áreas urbanas será cada vez mayor y los problemas socioeconómicos que se generaran son muy grandes y la capacidad de respuesta del estado se vera rebasada y las afectaciones al medio natural serán cada vez mayor.

2.- Escenario de seis a 15 años.

Si el crecimiento de la población tienen la misma tendencia de 1.8 anual y no disminuye la presión sobre el medio natural será muy fuerte la concentración de la población será mayor mente urbana, siempre y cuando se generen áreas de desarrollo que permitan tener las mismas oportunidades de crecimiento de las grandes ciudades como será Villahermosa, si las políticas no se aplican los daños a la población serán incalculables, y si la temporada de lluvias continua siendo año con año mas fuerte la probabilidad de inundaciones mayores sera altísima con duraciones mayores.

Los pronósticos de

3.- Escenario mayor a 16 años

Sin ninguna medida de control sobre la cuenca hidrológica de los Ríos Grijalva y Usumacinta y con probabilidades de que las futuras temporadas de lluvias y huracanes sea mas intensa, los daños hacia la población serán muy fuertes y las perdidas económicas y humanas rebasaran la capacidad de respuesta del estado, por otro lado esto se agradara si no se toman medidas de control sobre el medio ambiente que no sufre cambios y que no se vea afectado por las presiones del crecimiento de las poblaciones ya que para un pronostico de 16 años la regio Chontalpa y Centro representada por el sistema Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraiso se convertirá en una zona urbana muy importante con una población superior al millón de habitantes que demandaran mayores servicios básicos de infraestructura básica, vivienda, empleo, transporte, vialidades, agua potable etc. Y que muchas de esta población construirá sobre los cauces de los ríos en demanda de terrenos que no son apropiados por sus características edafológicas y geológicas, siendo áreas de inundación naturales y pantanos que históricamente se inundan en temporada de lluvias aunque estas sean no muy intensas. Y con un ambiente natural y físico tan deteriorado, modificado y saqueado, la población sobre todo la estratos sociocomunicos bajos serán los mas vulnerables y sufrirán las consecuencias de las temporadas de lluvias con sus consecuencias como brotes epidémicos de infecciones gastrointestinales y perdidas materiales, económicas y humanas incalculables.

VII. DIAGNOSTICO AMBIENTAL REGIONAL E IDENTIFICACION Y ANALISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El medio natural y físico en el Estado de Tabasco ha presentado muchos cambios tanto en su flora, fauna, uso del suelo, contaminación de cuerpos de agua, contaminación del aire etc.

En los

últimos 50 años el principal crecimiento en el área industrial fue la industria petrolera que tubo su mayor crecimiento en los años 60 y 70 con la construcción y exploración de nuevos pozos petroleros y la creación de complejos petroquímicos y centrales de refinación, lo que provoco la construcción de ductos, plantas de bombeo, etc. Que modificaron de manera muy significativa al medio ambiente con la contaminación de cuerpos de agua, tierras, zonas de cultivo y emisión de contaminantes a la atmósfera, además el crecimiento tan vertiginoso de la industria petrolera genero una fuerte presión por la demanda de servicios y infraestructura básica así los nuevos centros de población, lo que origino

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, Y EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

un aumento el crecimiento de la población y la generación de desperdicios orgánicos e inorgánicos que contaminan el medio natural

Por otro lado con la expansión de la frontera agrícola y las áreas cultivables genero el desmonte y la desaparición de una gran parte de selvas en todo el estado, muchas de estas actividades agrícolas principalmente de auto consumo, lo que han generado es un empobrecimiento de los suelo y una erosión muy grande de estos, siendo muy pocas los cultivos agrícolas rentables con una alta productividad por hectárea.

Muchos de suelos agrícolas son de temporal esto lo que genera una baja rentabilidad de las áreas cultivables, además no se toman en cuenta todas las variables biológicas para obtener cosechas mas productivas, no hay un racionamiento y aprovechamiento de los recursos como en caso de agua, por el contrario existe un abuso indiscriminado de fertilizantes, herbicidas que matan mucha de la flora y fauna de los alrededores y que sus impactos y efectos son incalculables, además estos se acumula en el suelos afectando todos los patrones biogeoquímicos, y en el agua afectan a todas las poblaciones de peces e insectos dañándolos, esto ha generado la desaparición de especies y por lo tanto desequilibrio muy fuerte en la poblaciones

Por otro lado el crecimiento de la actividad ganadera principalmente de engorda ha provocado un cambio de uso del suelo y modificaciones a las características de estos, la actividad ganadera es una de las principales actividades económicas del estado, pero con la creación de nuevas áreas de potreros y de pastoreo ha generado que las áreas naturales se ven disminuidas drásticamente en los últimos años generando con esto que los suelos se erosiones y bajen su productividad biológica, la introducción de pastos al lugar genera un problema pues cambia todas las características naturales de las poblaciones

fig. 7.1 Cambio de uso de suelo

y se inicia la colonización por nuevas especies del lugar, existiendo una mayor competencia y depredación de estas especies, se presenta una sucesión de comunidades desplazando a las ya existentes, estos cambios se presentan de manera muy rápida y drástica, lo que no permite que los organismos cambien tan rápido como el ambiente, esto genera una fuerte presión al medio físico y un desequilibrio que tarda en *recuperarse* cambiando todos los patrones y ciclos biológicos de las poblaciones naturales.

fig.7. 2 Modificaciones a la vegetación por la nuevas actividades agropecuarias

El tráfico, caza y captura de especies exóticas de la región de flora y fauna afectan de manera muy significativa de riqueza y el equilibrio ecológico del lugar, y esto es un fenómeno social se incrementara con la falta de oportunidades de desarrollo económico en la región, ignorancia, falta de oportunidades, crecimiento de la población etc.

En los últimos años el Estado de Tabasco se ha convertido en el polo de desarrollo económico, industrial, agropecuario, comercial y turismo en la región del sureste. Los municipios con los mayores niveles de urbanización son Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso , donde los corredores industriales, comercial y urbano cuentan con toda la infraestructura para su desarrollo y los servicios que se presentan en casi todas las ramas productivas, esto genera un problema impactar sobre las áreas naturales, un aumento en la urbanización y una mayor crecimiento de la población, que si no se cuenta con un ordenamiento urbano se tendrá un crecimiento muy irregular de estos centros de desarrollo como los que ya existen, como la construcción de viviendas a los márgenes de los ríos con efectos muy severos en el periodo de lluvias y la contaminación de estos cuerpos de aguas

fig. 7.3 Contaminación de cuerpos de agua naturales y cambios en la calidad de estos

El Estado de Tabasco crecerá en su población de 1,938, 136 habitantes en el 2000 a 2,122,940 habitantes para el 2006 teniendo un aumento de 184,804 nuevos habitantes que demandaran servicios y áreas de desarrollo sustentables. El crecimiento de la población se concentra en los municipios de la zona centro , los Ríos y la región de Chontalpa y en menor grado la zona de la Sierra. La tasa de crecimiento anual de la población en el Estado de Tabasco en el periodo 1990 2000 fue del 2.3 % , por arriba del crecimiento nacional de 1.8 % , la densidad de la población promedio por kilometro cuadrado para el año es de 132.66 por lo que el estado cuente con una mayor población que demandara servicios y zonas para el desarrollo siendo una fuerte presión para al medio natural.

fig. 7.4 Construcción de viviendas a las orillas de los cauces de los ríos

Por otro lado se ha presentado un cambio en la población que concentraba primordialmente en el área rural en la década de los 50 y 60 al pasar ser una población mas urbana esto debido principalmente a los servicios y oportunidades de desarrollo que se cuentan como en la Ciudad de Villahermosa , por lo que se espera un mayor crecimiento de la población tanto del lugar como llegada de mas gente de otras partes de la república incrementando mas la población urbana en los próximos años y una demanda de servicios e infraestructura básica mas grande.

En la zona de influencia del proyecto principalmente de la regiones Chontalpa y Centro representada por el sistema Villahermosa – Cárdenas – Comalcalco – Paraíso, este desarrollo urbano abrigara a tener una mayor presión sobre el medio físico y natural que en su momento se deberá de contar con un Plan Maestro de Desarrollo Urbano que norme y marque las directrices de desarrollo y el crecimiento.

El estado de Tabasco es uno de los estados que cuentan con una gran riqueza y diversidad de flora y fauna, pero esta se encuentra ya muy limita y restringida áreas y zonas de conservación del estado.

fig. 7.5 No se existe una zona de amortiguamiento de protección contra los centros de vivienda

Por lo tanto se deberá de incluir en todas políticas y planes de desarrollo un plan de manejo y aprovechamiento que permita un desarrollo sustentable de la región siendo el medio natural tan importante como el desarrollo industrial, si no es así los efectos sobre la población serán muy altos.

. 6 La falta de un plan de manejo de contaminantes afecta al suelo y la vegetación del lugar

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN DE TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS APLICADAS

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MIA

En este capítulo se describen las metodologías empleadas para la realización de este trabajo, así como una breve descripción del fundamento de éstas. Los resultados, interpretación y aplicación correspondiente, se detallan en los capítulos que requieren su aplicación correspondiente

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Proceso de evaluación de impacto ambiental.

Con la finalidad de considerar los impactos ambientales como un criterio de decisión acerca de la obras, que pueden acarrear una significativa degradación de la calidad ambiental, es necesario realizar una serie de actividades consecutivas, concatenadas de manera lógica, a ese conjunto de procedimientos se le da el nombre de proceso de evaluación ambiental.

El impacto ambiental se define como “ El cambio en un parámetro ambiental, en un determinado período y en una determinada área, que resulta de una actividad dada, comparado con la situación que ocurriría si esa actividad no hubiera sido iniciada “ (Wathern, 1988).

fig.8.1 Concepto de impacto ambiental, según Wathern

De acuerdo con la definición de Wathern, menciona que si cierta vegetación ha si degradada por acción antrópica en el pasado pero no sufre hoy presiones de ese tipo, probablemente estará en proceso de regeneración natural, o sea, tenderá, dentro de cierto periodo, a volver a una situación próxima a la original o de climax

*DIAGNOSTICO
AMBIENTAL SIMPLE*

fig. 8.2 Proceso de evaluación de impacto ambiental

fig. 8.3 Principales actividades en la elaboración del estudio de impacto ambiental

VIII.1 VERIFICACIÓN DE LA FLORA

Con la finalidad de obtener datos actualizados sobre el estado de la vegetación en la zona de estudio, se trabajó en base a una imagen Land-Sat TM(1:250,000) de clasificación de vegetación y suelo generada por el departamento de Geomática de la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil (GEIC) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en base a cartografía INEGI de 1993, la cual se actualizó mediante la verificación en campo tomando puntos GPS, generando una nueva imagen denominada "supervisada" de tipos de vegetación actual (agosto del 2000). Las imágenes de satélite representan una herramienta, que en combinación con el trabajo de

campo, permite definir la distribución de grupos vegetales, en base a reflectancias espectrales, dando como resultado coloraciones contrastantes que permiten interpretar los diferentes elementos presentes.

Metodología : Estos tipos de vegetación servirán para asociar la fauna “ típica de estos hábitats” ya que presentan una íntima relación entre la presencia del tipo de fauna con la vegetación característica. Dichos puntos, así como los comentarios de campo se utilizaron para la “actualización” de la imagen de Satélite.

Con la finalidad de obtener información lo más apegada a la realidad se realizó la verificación de la vegetación en campo, apoyada con la técnica de sobreposición cartográfica, con cartas temáticas realizadas por SEDESPA (*Secretaría de Desarrollo Social y Protección Ambiental*), tomando puntos GPS para la ubicación correcta de cada uno de los sitios de obra.

Posteriormente se cotejarón los tipos de vegetación existente en campo, con las claves de identificación para vegetación y uso de suelo de INEGI dando a la caracterización una validez correcta.

Los puntos se determinaron de forma puntual con un GPS digital portátil, marca MAGELLAN 315, con capacidad de captar 12 satélites en paralelo, precisión de 15 metros RMS, precisión diferencial de 5 – 10 metros, con base de datos y memoria para almacenar datos.

La recepción fue puntual para determinar la posición en tiempo real de puntos independientes, sin correlación entre ellos, obteniendo así la posición de forma inmediata. (ver fig. ejemplo de hoja de verificación de vegetación)

Posteriormente al ubicar las coordenadas de cada sitio, se cotejó la vegetación observada, con las claves de identificación de vegetación y uso de suelo de INEGI

Imagen de satélite Land sat para la verificación de vegetación no supervisada
Imagen de satélite Land sat para la verificación de vegetación supervisada 1999

Así mismo se realizaron planos temáticos, con la sobreposición de cada una de las obras, para observar las características que presenta el sitio, este material apoyado con material fotográfico, referente a cada sitio, todas estas técnicas nos permitirían una adecuada caracterización del medio, para identificar y evaluar de forma real la afectación al medio provocada por las actividades inherentes al proyecto.

fig.8.4 Sobre posición cartográfica con verificación de vegetación en campo

fig.8.5 Diagrama de funcionamiento , en la ubicación de los sitios por medio de GPS

fig. 8.6 Hojas de Registro para la verificación de vegetación en campo

fig. 8.7 Hojas de Registro para la verificación de vegetación en campo

FICHAS DE VERIFICACIÓN DE LA VEGETACIÓN EN CAMPO.

Fecha: 22 de agosto del 2000

Realizó: Guadalupe López

Superviso: Ing. forestal Enrique Buendía (Departamento de Geomática CFE-GEIC)

Localidad	Latitud	Longitud	Descripción de la Vegetación
Grutas de Cocona	17°33'55.5"	92°55'42.3"	Selva Alta Perennifolia (Caoba, cedro, mulato, guayacán, cacao)
Vicente Guerrero Lerma	17°30'13.5"	92°54'16.9"	Pastizales, Acahuals (principalmente hule), manchones de Selva Alta Perennifolia (Guasimo, caoba, mulato, Chinin, guaramo, cocohito)
Xochimilco	17°22'56.7"	93°17'35.4"	Selva Baja Perennifolia (Jolocin, cocohite, mote, cacao, cedro mulato, helechos, heliconias, bromelias, nim, orquídeas, jahuactes)
Ostucan	17°27'43.5"	93°29'19.9"	Pastizales (pastos introducidos var. Chontalpo) y manchones de acahuals.
Peñitas	17°26'26.9"	93°29'19.9"	Acahuals de selva alta y media perennifolia
Colonia Providencia	17°56'58"	92°54'56.6"	Manchones de Selva Baja Perennifolia (frutales de mango, cítricos, almendras, lluvia de oro) y algunos pastizales.
Carretera Villahermosa-Macuspana	17°49'40.4"	92°42'59.6"	Pastizal dedicado a la ganadería (cebú, indobrasil, charolay, suizo americano)
Crucero Monte Largo	17°50'14.8"	92°36'23.1"	Pastizal, zona dedicada a la cría y engorda de ganado.
Crucero San Carlos Venet y Cd. PEMEX	17°50'37.4"	92°31'47.8"	Pastizal zona ganadera
Cd. PEMEX	17°53'6.5"	92°28'9.3"	Pastizal natural (grama y remolino) y algunas especies arbóreas (guayacán, palma de coco, quebrajache, Ceiba y maculas). En la laguna ubicada en Cd. PEMEX: Vegetación Hidrófila (Camalote, zarza y tinto)
Carretera Cd. PEMEX-Jonuta	17°18'35"	92°24'52.7"	Selva Baja Perennifolia y Vegetación Hidrófila (tintales, jacinto, zacate de agua, hoja de popal, zarza y espadaño)
Pantanos de Centla	18°22'16.6"	92°40'36"	Selva Baja Perennifolia (tinto, amate, poste, tintillo, corcho, coscorrón, zapote de agua, cataguala, biche, tucuy, guano redondo) Vegetación (mangle blanco, botoncillo, espadaño, popal, jacinto, zarza)

Macayo

17°57'30.5''

93°16'52.5''

Pastizal y plantíos de plátano, papaya y maíz esté en menor proporción.

Manchones incipientes de Selva Baja Perennifolia (aguacate, chinin, cocohite)

Observaciones de campo:

La vegetación en los municipios que se reporta selva alta perennifolia así como mediana, se encuentra muy fragmentada, quedando pequeños manchones formando acahuals de éstas, destacándose la dominancia de pastizal dedicada al uso ganadero principalmente, seguido del cultivo de maíz en zonas planas y de pendientes, esto se observa, principalmente, en la zona de Huimanguillo y parte sur de la zona de Cárdenas.

Vegetación fragmentada

fig.8.8 Verificación en campo en la zona de Huimanguillo y Cárdenas

fig.8.9 Verificación en campo en la zona de Huimanguillo y Cárdenas

La zona en donde existe un mejor estado de conservación de la vegetación, en la zona denominada como ríos de la Sierra, principalmente en el Teapa, aunque se observan zonas de desmonte en donde se inicia una regeneración incipiente y zonas en donde se aprecian cultivos de Maíz, principalmente, en zonas de pendiente.

fig.8.10 Vegetación con menor afectación en la zona del municipio de Teapa

La zona de pantanos y zonas de inundación permanente, en la parte norte del estado, tales como Centla, Nacajuca, Paraíso, Comalcalco, Cárdenas, Centro, Jalpa de Méndez y Jonuta, se observa la vegetación típica de pantano, observándose la dominancia de popal y espadañal, con manchones arboladas de tintales, con una menor proporción de palmas (tasiste).

fig.8.11 Vegetación dominante en el área de pantanos

fig.8.12 Vegetación dominante en el área de pantanos

En los restantes municipios, el tipo de vegetación dominante es la denominada sabana en donde dominan las plantas herbáceas con pequeños manchones arbolados.

Problemática de las zonas visitadas

Cerro de Cocona: dicha zona se encuentra a cargo de los ejidatarios, en esta zona la vegetación se encuentra bien conservada (Selva Alta Perennifolia), los recursos provienen del costo de las visitas turísticas a las grutas y del recorrido por algunas zonas boscosas. La problemática, a decir de los responsables es la explotación de material para construcción que se está realizando a un costado de este cerro, lo cual afectará a la vegetación de esta zona protegida en un lapso no muy largo. Así mismo, manifiestan la falta de interacción de los organismos oficiales y educativos para la capacitación encaminados a la restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos.

fig.8.14 Explotación de un banco de material a un costado del cerro de Coconá

El área de Yumnka: Cuenta con varios tipos de ambientes, africanos principalmente, en donde se tienen en libertad a fauna típica africana. Esta área protegida cuenta con una parte de selva alta perennifolia en buen estado, la manutención del área está dado por los ingresos de los visitantes, a decir del responsable, esta área natural tiene patrocinios que proporcionan los uniformes de los empleados y la impresión del boletaje de ingreso, así mismo demandan mayor comunicación con las instancias ambientales correspondientes para un mejor funcionamiento del área a su cargo.

Centla es la reserva mejor conservada en su vegetación de pantano, aunque dentro de la zona existen áreas principalmente ganaderas (uso del suelo, antes del decreto de reserva.), debido a su estado de conservación se puede decir que la diversidad biológica reportada en la literatura no ha sufrido alteraciones de consideración.

fig.8.16 Vegetación hidrófila en Centla

Fragmentación y el uso de la ganadería (en zonas de inundación permanente)

En general la vegetación presente en la zona de influencia se encuentra en un estado de deterioro avanzado. Dominando el uso dedicado a la ganadería, seguido de cultivos agrícolas perennes tales como el plátano, seguido de cultivos como la piña, Caña de azúcar, Maíz principalmente, lo que ha desplazado gran parte de la vegetación natural.

**ZONAS DE INUNDACIÓN Y ACTIVIDAD GANADERA
COMUNES EN VARIOS MUNICIPIOS DEL
ESTADO DE TABASCO**

fig.8.17 Fragmentación y el uso de la ganadería (en zonas de inundación permanente)

Al realizar la caracterización de cada uno de los sitios donde se realizarán las obras que conforman el proyecto, el proceso que se aplicó fue el siguiente:

Fig. 9.18 Diagrama de evaluación de Impactos al Ambiente

A) Caracterización del medio

La caracterización del medio nos permite considerar su status, con el propósito de identificar y evaluar los impactos al medio, inherentes a las actividades del proyecto, de forma puntual, objetival y real.

Las técnicas ya mencionadas con anterioridad como:

- Ü sobreposición cartografica
- Ü verificación en campo
- Ü recopilación de material fotografico

toman cada uno de los factoes ambientales que pudieran ser afectados .

B) Identificación de Impactos (Matriz de Identificación)

Una actividad provoca por su acción un cambio en mayor o menor medida al medio ambiente una actividad puede provocar emisiones, polvo ,acción mecanica sobre el sustrato, derrames de combustibles, ruido , luz, radiación electromagnética, residuos, calor, introducción de especies no autóctonas por mencionar, se debe indentificar que una sola acción puede generar diferentes afectaciones: el uso de un vehículo puede causar compactación del suelo, emisiones , ruido, interferencia visual, etc.

La intensidad de las actividades juega un papel relevante si varias tienen lugar al mismo tiempo. Por tanto debe tenerse en cuenta la posibilidad de que ocurran interacciones aditivas, sinérgicas o antagónicas entre las diferentes actividades que resultarán en posibles impactos ambientales de relevancia. Confrontar actividades con factores ambientales en una matriz puede desprender información muy valiosa, la implementación de una matriz de identificación de impactos ambientales, permite la interacción actividades – factores ambientales y como consecuencia el identificar cambios en el medio ambiente.

Se descarto el uso de formatos preestablecidos, para matrices de interacción proyecto – ambiente, ya que generalmente, contempla parámetros innecesarios e irrelevantes para un proyecto como el que se contempla.

Para la evaluación de los impactos se consideraron cuatro criterios de significancia:

El Carácter del impacto, es decir, si es adverso o positivo.

La importancia del impacto, tomando en cuenta 3 valores : significativo, poco significativo y no significativo, considerando si el impacto es negativo la aplicación de una medida de mitigación.

Por esta razón con los listados desarrollados se elaboró una matriz utilizando varias propuestas realizadas por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para América Latina y el Caribe (1991), Gutierrez, P.(1980), Weitzenfeld, H (1990), Jain, R. (1977), Rav, J. (1980), Medina, J; la SARH (1981), Voogd, (1994), Batelle – Collumbus, Mock, J; Vázquez, G. 1994.

El listado de las actividades del proyecto constituye la columna izquierda, mientras que el listado de factores ambientales, la columna superior.

fig.8.19 Matriz de identificación de impactos ambientales

Algunos efectos e impactos ambientales identificados en el proyecto de protección contra inundaciones en el estado de tabasco:

(O MODIFICACIONES DE PROCESOS AMBIENTALES)

- EFECTOS AMBIENTALES

FÍSICOS

- ü Alteraciones de las propiedades del suelo (estructura, compactación, etc.)
- ü Alteración de la topografía local
- ü Alteración de la red hidrológica
- ü Alteración del régimen hidrológico
- ü Aumento de la erosión
- ü Aumento de la carga de sedimentos en los cuerpos de agua
- ü Producción de rocas estériles
- ü Producción de residuos sólidos

- Û Dispersión de gases y polvo
- Û Emisión de ruido
- Û Emisión de vibraciones y sobrepresión atmosférica
- Û Dispersión de efluentes líquidos
- Û Variación del nivel freático
- Û Aumento de fenómeno de erosión en taludes de ríos

BIÓTICOS

- Û Interferencia sobre procesos biológicos en los cuerpos de agua (e.g. ciclo de nutrientes).
- Û Eutrofización de cuerpos de agua
- Û Bioacumulación de contaminantes
- Û Fragmentación de la cobertura vegetal
- Û Supresión de la cobertura vegetal

ANTRÓPICOS

- Û modificación de la infraestructura de servicios
- Û desplazamiento de asentamientos humanos
- Û inducción de flujos migratorios
- Û modificación de uso de suelo
- Û aumento en el tráfico de vehículos
- Û aumento en la demanda de productos y servicios
- Û aumento de la oferta de trabajo

(O MODIFICACIONES DE LA CALIDAD AMBIENTAL)

- IMPACTOS AMBIENTALES

MEDIO FÍSICO

- Û alteración de la calidad de las aguas superficiales y subterráneas
- Û alteración del régimen de escurrimiento de las aguas subterráneas
- Û alteración de la calidad del aire
- Û alteración de la calidad del suelo
- Û alteración de las condiciones climáticas locales

MEDIO BIÓTICO

- Û alteración o destrucción de hábitats terrestres
- Û alteración de hábitats acuáticos
- Û reducción de la productividad primaria de los ecosistemas
- Û reducción de la disponibilidad de nutrientes
- Û desplazamiento de la fauna
- Û pérdida de especímenes de la fauna
- Û creación de nuevos ambientes
- Û proliferación de vectores

- Û Impacto visual
- Û Riesgos a la salud humana
- Û Sustitución de actividades económicas
- Û Incremento de la actividad comercial
- Û Aumento local de precios
- Û Aumento de la población
- Û Sobrecarga de la infraestructura de servicios
- Û Expansión de la infraestructura local y regional
- Û Pérdida de patrimonio cultural
- Û Pérdida de referencias espaciales a la memoria y cultura popular
- Û Reducción de la diversidad cultural
- Û Alteración en los modos de vida tradicionales
- Û Alteración en la relaciones socio - culturales
- Û Limitación de las opciones del uso de suelo
- Û Demanda de mano de obra local

C) Evaluación de impactos ambientales (Matriz de evaluación)

Los Estudios Ambientales y las Manifestaciones de Impacto Ambiental son una herramienta muy importante para la toma de decisiones de los diferentes proyectos y trabajos que se deseen realizar.

Estas nos permiten realizar una caracterización del medio físico y natural y conocer los diferentes puntos críticos y de importancia donde se pueda tener una afectación al medio ambiente y sus diferentes componentes bióticos y abióticos.

En este sentido las **Matrices de Evaluación** son una parte muy importante de los Estudios Ambientales y las Manifestaciones de Impacto Ambiental ya que nos permiten evaluar los diferentes componentes naturales que interactúan con la realización de obra y la población del lugar y conocer sus afectaciones al medio natural.

Cada afectación que se tenga al medio se le pondera un valor negativo que va 0 a - 10 dependiendo del grado de afectación y por el contrario si existe una benéfico se le asigna un valor positivo que va de 0 a + 10.

Los criterios utilizados para evaluar los impactos se dividen en:

- Información : cantidad y calidad de datos que soporten la predicción
- Certeza : probabilidad de ocurrencia
- Confianza : incertidumbre con respecto a la probabilidad del impacto
- Estándares : diferencia con respecto a la norma ambiental

La suma total de afectaciones se le conoce como la Suma de Magnitudes y la suma de beneficios se

le conoce como Suma de Importancia.

Para que la **Matriz de Evaluación** cumpla con las condiciones que Lawrence (1993) señala y tenga una validez científica deberá de tener las siguientes características.

- Cuantificación de los cambios en el Lugar
- Análisis Matemáticos

Con este procedimiento se previenen algunos de los problemas detectados en las matrices tales como ambigüedad e inconsistencia de los criterios de evaluación como lo indican Ecurra 1995, Bojorguez – Tapia y García 1998.

La aplicación de estos índices nos permiten evaluar el nivel de afectación al medio y sus diferentes componentes.

INDICADORES E ÍNDICES AMBIENTALES

Para la obtención de la información requerida en las evaluaciones de impacto ambiental destaca la utilización de metodologías y técnicas de medición de variables ambientales, ya que con ellas es posible realizar adecuadamente una predicción, identificación e interpretación del impacto ambiental en los diferentes componentes del medio ambiente.

Por esta situación se ha aplicado la utilización de ciertos factores o parámetros ambientales, los cuales tienen como característica presentar un rango de comportamientos en función de sus necesidades intrínsecas, o en función de las presiones ejercidas por las actividades humanas. Estos factores y parámetros ambientales son conocidos con el nombre de indicadores ambientales y sus análisis conjuntos se denominan índices ambientales

El desarrollo a nivel mundial de los indicadores se ha dirigido hacia la consecución de tres objetivos ambientales para lograr el desarrollo sostenible.

- ü Garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos
- ü Conservar la integridad de los ecosistemas
- ü Proteger la salud humana y el bienestar de la población

El medio ambiente está compuesto por 5 componentes ambientales:

- ü Subsuelo
- ü Agua
- ü Aire
- ü Flora y Fauna
- ü Socioeconómico

Cada componente se divide a su vez en diferentes factores ambientales

- ü Litología
- ü Procesos dinámicos
- ü Calidad del agua
- ü Calidad del aire

Las características o condiciones de tales factores son los indicadores ambientales, y es una expresión que puede ser medida de manera cuantitativa y otras de manera cualitativa.

Estableciendo los indicadores para cada factor y para cada componente, las unidades de medida quedan automáticamente definidas y delimitadas en virtud de la definición del propio indicador.

De esta manera se cumplen las condiciones que Lawrence (1993) como un procedimiento científico válido y se previenen problemas detectados en las MIA de nuestro país

Estos valores se someten a un **Análisis Matemático** para calcular los siguientes índices como lo indica La Gerencia de Protección Ambiental de la Comisión Federal de Electricidad en el documento Seminario para el Análisis de las Guías para la Manifestación de Impacto Ambiental.

- **Índice Básico ($0.11 < MED_{ij} < 1$)**

Nos permite evaluar la intensidad de afectación del área de impacto, la área de afectación y el tiempo de efecto.

- **Índice Complementario ($0 < SAC_{ij} < 1$)**

Nos permite evaluar los efectos sinérgicos, los efectos acumulativos, oposición de los actores sociales y medidas de mitigación.

- **Índice de Impacto ($0 < I_{ij} < 1$)**

Esta dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios y los impactos se incrementan cuando existe sinergia, acumulación y controversia.

- **Significancia de los Impactos ($0 < S_{ij} < - 75$)**

El daño al medio considerando las medidas de mitigación.

Escala ordinal utilizada para evaluar los criterios de evaluación de los impactos, divididos estos en dos parte los que son negativos que causaran alguna afectación al medio en sus diferentes componentes y los que son positivos que tendrán medidas de mitigación para corregir los daños posibles a los medios en sus diferentes componentes considerados en estas matrices de afectación.

CRITERIOS DE MAGNITUD DE EVALUACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL

VALOR	CRITERIO NEGATIVO
0	NULO
-1	DE NULO A MUY BAJO
-2	MUY BAJO
-3	BAJO
-4	BAJO A MODERADO

-5	MODERADO
-6	MODERADO A ALTO
-7	ALTO
-8	MUY ALTO
-9	EXTREMADAMENTE ALTOS
-10	MUY PELIGROSO

CRITERIOS DE IMPORTANCIA DE EVALUACIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE LAS MATRICES DE IMPACTO AMBIENTAL

VALOR	CRITERIO POSITIVOS
0	NULO
1	DE NULO A MUY BAJO
2	MUY BAJO
3	BAJO
4	BAJO A MODERADO
5	MODERADO
6	MODERADO A ALTO
7	ALTO
8	MUY ALTO
9	EXTREMADAMENTE POSITIVOS
10	MUY BENÉFICO

Los criterios utilizados para evaluar los impactos se dividieron en:

- Información
- Certeza
- Confianza
- Estándares

Para que la Matriz de Afectación cumpla con las condiciones que Lawrence (1993) señala para un procedimiento científicamente validado: la rastreabilidad de los datos, la cuantificación de los cambios y la inclusión de métodos matemáticos válidos. Con este procedimiento se previenen algunos de los problemas detectados en las matrices tales como ambigüedad e inconsistencia de los criterios de evaluación (Ezcurra 1995, Bojorguez - Tapia y Garcia 1998)

A continuación se aplicaron los siguientes Índices:

Calculo del Índice Básico

$$MED_{ij} = 1/27 (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

M_{ij} = Magnitud

E_{ij} = Extensión Especial

D_{ij} = Duración

$$0.11 \leq MED_{ij} < 1$$

Calculo Índice Complementario

$$SAC_{ij} = 1/27 (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

S_{ij} = Efectos Sinérgicos

A_{ij} = Efectos Acumulativos

C_{ij} = Controversia Significativa

$$0 \leq SAC_{ij} < 1$$

Calculo de Índice de Impacto

$$(1 - SAC_{ij})$$

$$I_{ij} = (MED_{ij})$$

Los impactos se incrementan cuando existe algunos de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia). El impacto (I_{ij})

Esta dado por la combinación de los criterios complementarios.

Calculo de Significancia de Impactos

-

$$S_{ij} = I_{ij} * [1 - 1/9 (T_{ij})]$$

La importancia de un impacto se incremento cuando los criterios complementarios están cuando ausentes el impacto queda definido solamente por los criterios básicos. La significancia S_{ij} final de un impacto debe tomar en consideración las medidas de mitigación T_{ij}

MUESTREO PRELIMINAR

La investigación documental para satisfacer los requisitos de la MIA Regional "Proyecto Integral Contra Inundaciones en la Planicie de la Cuenca de los Ríos Grijalva-Usumacinta", ofrece una gran diversidad de fuentes y la adquisición resulta, en algunas variables de los aspectos socioeconómicos, difícil. Esta condición se planteó como una posibilidad de aplicar una verificación y obtención de información mediante un muestreo en equipamiento y salud.

Objetivo del muestreo

- ü Conocer la posibilidad de aplicación de un muestreo estadístico en la zona de influencia
- ü Identificar las necesidades de información documental y de campo de manera que se complementen, a fin de cubrir los requisitos del estudio
- ü Obtener información de campo en tres aspectos: salud, abastecimiento de agua y descargas de aguas residuales
- ü Con base a los puntos anteriores se evaluará si la información publicada por dependencias oficiales cubren los requerimientos de la Manifestación de Impacto Ambiental

Desarrollo

El estudio para la verificación y obtención de información se tomó bajo el criterio del método de aproximaciones sucesivas y se consideraron tres partes:

1. Muestreo aleatorio en los municipios con menor información documental y aquellos más alejados de la zona de influencia del Proyecto
2. Toma de decisión acerca de llevar a cabo un muestreo específico considerando como población estadística los 17 municipios
3. Cobertura de información documental de nivel estatal y municipal

El muestreo aleatorio se efectuó en 7 de los 17 municipios, de manera puntual en los hospitales regionales y en las juntas de agua potable. En este caso los municipios seleccionados fueron: Huimanguillo, Teapa, Tenosique, Jonuta y Macuspana.

Los resultados de esta primera aproximación son:

- Se cuenta con servicio hospitalario, principalmente del IMSS
 - Las enfermedades más frecuentes, gastrointestinales y respiratorias
 - Abastecimiento de agua, cuatro directa del río y potabilizada, y los demás municipios con pozos
 - Descarga de aguas negras directa al río Usumacinta
 - Finalmente, una muestra en Protección Civil del estado (Ing. Germán León) para la sismicidad, el último sismo sentido en el estado tuvo magnitud de 4 grados Richter, y acerca del alcance de ceniza volcánica del Chichonal se detectó en mayo de 1985 en Villahermosa.

Se muestra el formato para recabar la información y su posterior análisis y evaluación

Objetivo

§ Conocer la posibilidad de aplicación de un muestreo estadístico específico

§ Obtener información de campo en tres aspectos: salud, abastecimiento de agua y descargas de aguas residuales

DATOS GENERALES

Municipio

Entrevistado

Entrevistador

Fecha

DATOS ESPECÍFICOS (Nivel municipal)

¿Se cuenta con servicio hospitalario? ¿Qué institución brinda el Servicio?

Si

No

Tipo

¿Cuáles son las enfermedades más frecuentes?

¿Cómo se realiza el abastecimiento de agua? ¿Cómo es potabilizada?

Pozos

Otra

Potabilizada

Si

No

¿Dónde se realiza la descarga de aguas negras?

Anote datos

Nombre y firma del Entrevistador

Conclusión

Analizando y comparando la información recabada en campo y la publicada por las diferentes dependencias gubernamentales se establece que: la toma de decisión acerca del muestreo y la cobertura de información, se consideró innecesario el desarrollo específico, puesto que se cuenta con información suficiente en tres fuentes principales: Gobierno del estado, Gobiernos municipales

(en Planes), INEGI y CONAPO.

Asimismo, la implementación del muestreo a nivel estatal resultaría redundante, fuera de los alcances establecidos y de poco aporte, ya que la información oficial publicada cubre con los requerimientos del objetivo del estudio.

X.3 AGUA

X.3.1 METODO DE TENNANT

Este método se empleó para calcular el caudal de reserva ecológica, definido como el caudal que debe ser conservado para mantener los ecosistemas fluviales en condiciones admisibles, basados para fines de este estudio, en caudales históricos de las estaciones hidrométricas de la zona de influencia.

El método de Tennant se basa en el método de Montana, el cual adapta(Tennant) a condiciones de zonas tropicales.

Este método permite el cálculo de los caudales de reserva ecológica tomando en cuenta las necesidades hídricas de los ecosistemas en la determinación de los caudales fluviales mínimos necesarios que garanticen el mantenimiento de sus características bióticas, basado en las características observadas del hábitat fluvial respecto a los caudales circulantes.

Los cálculos se basaron en los caudales mensuales por años en época de estiaje y de lluvias.

Los datos empleados fueron los registrados por las estaciones hidrométricas de la zona. Los criterios empleados para la evaluación de los gastos ecológicos se detallan en la siguiente tabla:

Clasificación de caudales por el método de Tennant

Caudales recomendados(Q_{RE}) (% del caudal medio anual)

<i>Criterio cualitativo para determinar caudales de reserva ecológicos</i>	<i>Meses de estiaje</i>	<i>Meses de avenidas</i>
<i>Máximo o de limpieza</i>	<i>200</i>	<i>200</i>
<i>Intervalo óptimos</i>	<i>60 al 100</i>	<i>60 al 100</i>
<i>Excepcional</i>	<i>40</i>	<i>60</i>
<i>Excelente</i>	<i>30</i>	<i>50</i>
<i>Bueno</i>	<i>20</i>	<i>40</i>
<i>Aceptable</i>	<i>10</i>	<i>30</i>
<i>Mínimo o pobre</i>	<i>10</i>	<i>10</i>
<i>Degradación severa</i>	<i>Menor de 10</i>	<i>Menor de 10</i>

VIII.3.2 PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

Se analizaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos reportados por las estaciones de calidad del agua presentes en esta zona de un periodo de 30 años de antigüedad, comparando los promedios de los parámetros con los niveles requeridos por la normatividad en materia de calidad del agua.

Se realizó la medición en campo única y aleatoria de algunos parámetros (como Temperatura, Ph, Oxígeno disuelto y Conductividad eléctrica) con la finalidad de tener un marco de referencia de cuerpos de agua con lo que no se cuenta con datos de las estaciones de monitoreo

fig.8.20 Selección de los sitios de muestreo

Temperatura:

Esta propiedad termodinámica de los cuerpos de agua que influye notablemente en las características físicas, químicas y biológicas. En condiciones naturales las variaciones de temperatura están influidas, principalmente, por la radiación solar y de la atmósfera de la tierra así como por los procesos de evaporación, conducción y radiación emitida, estableciéndose así un balance de energía, pudiendo establecer e incluso predecir oscilaciones diurnas, nocturnas y estacionales.

fig.8.21 Toma de Parámetros Físico Químicos en el Río Puyacatengo

Ph Potencial hidrógeno

Se refiere al balance de las concentraciones de los iones H y OH disueltos en el agua, lo que le confiere un carácter alcalino o ácido en una escala de 0 a 14. El conocimiento del Ph nos proporciona información como en los procesos de coagulación química, desinfección, ablandamiento y control de corrosión; en los procesos biológicos de tratamiento de aguas debe tener un rango favorable a los organismos comprendidos en el sistema. En los ecosistemas acuáticos, es un parámetro, que influye en el establecimiento de la biota, una alteración de éste altera todo el ecosistema y tiene una

acción cinérgica con otros parámetros que están estrechamente relacionados con éste, tal como la concentración de sales.

fig.8.22 Equipo de Especialistas realizando el muestreo de agua

La medición de estos parámetros se realizaron con equipo portátil, digital, de la marca Tacussel que realiza mediciones de Ph y temperatura a la vez con un rango de 0 a 14, en el caso de Ph y medición de temperaturas de 0 a 100° C, se tomaron medidas directas al cuerpo de agua a las orillas de los cuerpos de agua en las partes alta, media y baja, en un tramo de 500 metros en línea al cauce, así como en las intersecciones con otros ríos (antes, después y en la intersección con una distancia de 5 metros respectivamente) se realizaron un promedio de 20 mediciones, tomándose el promedio de éstas para su reporte. Así mismo se tomo especial atención si existían poblados a las orillas de los cuerpos de agua , realizando mediciones , antes, después y a la altura de los poblados.

Antes de tomar las mediciones se calibro el potenciómetro con soluciones “buffer” de referencia 4 y 7.

fig.8.23 Especialistas determinando sitios de muestreo en laguna en Cd. PEMEX

X.3.3 Conductancia específica (Concentración de sales)

La conducción de la corriente eléctrica en el agua, puede explicarse por medio de la disociación electrónica, ya que cuando se da ésto, una base o una sal, una porción se disocia en iones positivos y otra en negativos. La cantidad de moléculas que se disocian depende de la concentración de la solución. La medición de estos iones en el agua se da aplicando un campo eléctrico y midiendo el diferencial del potencial de los electrodos. La concentración de sales se toma como parámetro de pureza, para inferir minerales disueltos, afecta directamente al Ph, además los niveles de sales son importantes en aguas utilizadas para riego. El aumento de la conductividad influye directamente (aumentándola) la presión osmótica y la regulación de agua interna de microorganismos y peces.

Las mediciones de este parámetro se realizaron con un equipo portátil digital de la marca “tacussel” CD7N con escalas de medición de 0.05 a 20 micromhos/cm² a una temperatura de 20°

C. Calibrando el equipo con una solución de KCl con una concentración salina de 1 y 10 micromhos/cm² Estas mediciones se realizaron en los mismos puntos que los parámetros anteriores y en forma simultánea.

fig.8.24 Especialistas realizando las determinaciones de parámetros físico químicos

VIII.3.4. Oxígeno disuelto

Todo organismo depende del oxígeno, de alguna manera, para mantener los procesos metabólicos de los organismos, del cual obtienen la energía necesaria para su crecimiento y reproducción. El oxígeno se encuentra disuelto en el agua, debido a la presión parcial de vapor saturado y la temperatura a la que se encuentra el agua. La concentración de saturación del oxígeno disuelto en los cuerpos de agua depende de la presión atmosférica, temperatura y salinidad o el contenido de sólidos disueltos.

La baja solubilidad del oxígeno en el agua es el factor principal que limita la capacidad de auto purificación, además determina el tipo de transformaciones biológicas efectuados por microorganismos aerobios y anaerobios. Este parámetro determina (además de otros) el establecimiento y desarrollo de la biota acuática.

La determinación de este parámetro se realizó por el método de Winkler modificado con azida de sodio el cual se explica a continuación.

Se toma la muestra de agua en una botella con tapón esmerilado de 300 ml sumergiéndola a una profundidad de 10 cm.

No debe presentar burbujas de aire en la botella para no interferir en la lectura:

- 1) se agrega 0.5 ml de sulfato manganoso ($Mn\ So_4$)
- 2) agregar 2 ml de álcali de una solución de NaOH-ioduro. Al hacer está adición se forma un precipitado café, indicador de que existe presencia de oxígeno disuelto.

- 3) se agita vigorosamente la muestra durante 30 segundos
- 4) adicionar ácido sulfúrico concentrado y se agita la muestra hasta la desaparición del precipitado.
- 5) se le agrega 2 ml de ácido de sodio.
- 6) se titula con tiosulfato de sodio 0.025 N utilizando una solución de almidón como indicador.

La cantidad de oxígeno disuelto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{mg/l OD} = \frac{(\text{vol. De tiosulfato de sodio utilizado}) (\text{Normalidad del tiosulfato})}{(800) / \text{volumen de la muestra.}}$$

fig.9.25 Determinación de Oxígeno Disuelto

[1] Los objetivos del proyecto integral se dedican al control de los escurrimientos pluviales para evitar daños a la infraestructura social y económica.

[2] Gobierno del estado de Tabasco, 1995. Plan estatal de desarrollo 1995-2000, página 121.

[3] Las Áreas Naturales Protegidas son: Pantanos de Centla, Mecocacán y río González, Ceicades (La Chontalpa), Laguna del Camarón, Laguna de las Ilusiones, CI y CN, Yumka y Grutas de Coconá

[4] En el Plan estatal de desarrollo se menciona esta problemática como antecedente para definir los objetivos de reordenamiento territorial. Página 122

[5] Gobierno del estado de Tabasco, 1995. Plan estatal de desarrollo 1995-2000, página 121. Es necesario considerar que los usos de suelo proyectados es una estrategia de desarrollo estatal y que el destino que esta tengan después del 2000 dependerá del futuro gobierno.

[6] Fuente: Gerencia Estatal de la CNA en Tabasco

[7]. "Evaluación del Impacto Económico de las Inundaciones ocurridas entre septiembre y octubre de 1999 en el Estado de Tabasco", Abril 2000. Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), Coordinación General de Protección Civil. Daniel Bitrán y Sergio Rueda.

[8]. Estimaciones realizadas por la CFE con base en documentos diversos. Véase "Resumen de los costos por daños atribuibles a las inundaciones de septiembre y octubre de 1999 en el estado de Tabasco".

[9]. El detalle de la metodología utilizada se muestra en el Anexo No. 1 "Metodología Vivienda". Los datos específicos de los cálculos se encuentran en el Anexo No. 2 "Cálculos para daños en vivienda".

[10]. El detalle de las fichas de información se muestran el Anexo No. 3 "Fichas de daños".

[11]. El detalle de la metodología se muestra en el Anexo No. 4 "Metodología Educación". Los datos específicos de los cálculos se encuentran en el Anexo No. 5 "Cálculos para daños en planteles escolares".

[12]. El detalle de la metodología se muestra en el Anexo No. 6 "Metodología Salud". Los datos específicos de los cálculos se encuentran en el Anexo No. 7 "Cálculos para daños en unidades médicas".

[13]. El detalle de la metodología se muestra en el Anexo No. 8 "Metodología Agrícola". Los datos específicos de los cálculos se encuentran en el Anexo

No. 9 “Cálculos para daños Agrícolas”.

[\[14\]](#). El detalle de la metodología se muestra en el Anexo No. 10 “Metodología Vialidades Interurbanas y Urbanas”. Los datos específicos de los cálculos se encuentran en el Anexo No. 11 “Cálculos para CGV Interurbano y Urbano

[\[15\]](#). Idem Nota al pie 8.

[\[16\]](#) Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos en el Departamento de Hidráulica de la CFE, Integración de Parámetros para la Evaluación de Proyectos de Control de Inundaciones de CNA y modelo para evaluar daños en inundaciones creado por IMCI S.C.