

2012

ESTUDIO  
INTERDISCIPLINARIO DE  
LOS HUMEDALES DE LA  
REPÚBLICA MEXICANA:  
DESARROLLO  
METODOLÓGICO PARA  
EL INVENTARIO  
NACIONAL DE  
HUMEDALES Y SU  
VALIDACIÓN A NIVEL  
PILOTO

# PRIMER INFORME DE VALIDACIÓN EN CAMPO ESTERO DEL TAMESÍ, TAMAULIPAS

Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua. Proyecto 84369.

CONACyT-CONAGUA

Ciudad Universitaria, junio 2012



## Prefacio

El presente informe forma parte de un conjunto de documentos generados durante el proceso de validación en campo de la base documental metodológica, que la Universidad Nacional Autónoma de México desarrolló como resultado del Proyecto 84369 CONACyT-CONAGUA del Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua “ESTUDIO INTERDISCIPLINARIO DE LOS HUMEDALES DE LA REPÚBLICA MEXICANA: DESARROLLO METODOLÓGICO PARA EL INVENTARIO NACIONAL DE HUMEDALES Y SU VALIDACIÓN A NIVEL PILOTO”.

Como parte de los compromisos adquiridos por el Grupo Interdisciplinario de la U.N.A.M. para la realización del proyecto, se acordó en conjunto con las partes contratantes, que las metodologías propuestas serían validadas a nivel piloto en trece humedales representativos de la República Mexicana, cada una de ellos dentro de la injerencia administrativa de los 13 Organismos de Cuenca de la CONAGUA. Lo anterior, con el propósito de contar con una base metodológica aplicable a las condiciones geomorfológicas y climáticas de nuestro país. En este sentido, el presente documento constituye uno de los trece ejercicios de aplicación y prueba de las diferentes estrategias metodológicas de identificación, clasificación, delineación y caracterización de los humedales.

Por lo mismo, el presente documento no constituye propiamente un diagnóstico completo de la condición actual de los humedales del ***Estero del Tamesí***, sino una evidencia del proceso de validación metodológica; así como una muestra de cómo pueden interpretarse los resultados generados con las propuestas metodológicas en campo.

En el caso del estudio piloto del ***Estero del Tamesí*** se realizó una visita de validación metodológica en campo del 21 al 25 de noviembre de 2011. El informe se acompaña de anexos fotográficos y sus correspondientes fichas técnicas de campo. La información será integrada al Sistema de Información Geográfica del Inventario Nacional de Humedales de México (INHM), a fin de enriquecer la base de datos con la información tanto de las fichas como de estos informes.

# Contenido

<b>Agradecimientos</b> .....	<b>5</b>
<b>Resumen ejecutivo</b> .....	<b>6</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>8</b>
<b>Validación de firmas espectrales en campo</b> .....	<b>10</b>
<i>Objetivo</i> .....	10
<i>Método</i> .....	10
<b>Clasificación</b> .....	<b>11</b>
<i>Objetivo</i> .....	11
<i>Método</i> .....	11
<i>Resultados</i> .....	11
<b>Delineación</b> .....	<b>12</b>
<i>Objetivo:</i> .....	12
<i>Método:</i> .....	12
<i>Resultados</i> .....	12
<b>Caracterización</b> .....	<b>14</b>
<i>Objetivo general</i> .....	15
<b>Agua</b> .....	<b>17</b>
<i>Objetivo</i> .....	17
<i>Métodos</i> .....	17
<i>Discusión de resultados</i> .....	17
<b>Suelos</b> .....	<b>19</b>
<i>Objetivo</i> .....	19
<i>Método</i> .....	19
<i>Resultados y discusión</i> .....	19
<b>Vegetación</b> .....	<b>25</b>
<i>Objetivo</i> .....	25
<i>Métodos</i> .....	25
<i>Resultados</i> .....	25

<i>Discusión</i> .....	27
<b>Análisis de la condición general del sitio</b> .....	<b>29</b>
<b>Conclusión metodológica</b> .....	<b>30</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>31</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>32</b>
<i>Anexo 1. Fotografías de la validación de las firmas espectrales.</i> .....	32
<i>Anexo 2. Variación de los parámetros fisicoquímicos del agua</i> .....	34
<i>Anexo 3: Fotografías de especies colectadas en el sistema lagunar río Tamesí</i> .....	39
<b>Bibliografía</b> .....	<b>42</b>

## **Agradecimientos**

Agradecemos a las personas del Organismo de Cuenca Golfo Norte que nos brindaron su apoyo y facilidades para desarrollar las actividades que se describen en el presente informe. Sus conocimientos sobre los humedales del Estero del Tamesí serán integrados en las Fichas Técnicas de Campo del Inventario Nacional de Humedales-UNAM y el presente informe.

Nuestro agradecimiento en particular a:

- Q.F.B. Liliana Longoria Bolán. Jefe de proyecto de calidad del agua. Dirección Técnica, CONAGUA
- Técnico especialista Carlos Alberto Puente Soto. CONAGUA
- Enlace Técnico Gabriel Almaraz. CONAGUA

## **Resumen ejecutivo**

### Localización

El sistema lacustre del río Tamesí se localiza entre las coordenadas 22°14' 13.79" y 22°31'0.8" de latitud norte y 97°52'20" y 98°22'14.16" de longitud oeste. Tiene un extensión aproximada de 40 000 has dependiendo de la época del año y el nivel del agua (36 764 has a la 0.00 m.s.n.m. y 42 750 has a 1.00 m.s.n.m.) (INEGI, 2011). El presente estudio se basó en el polígono del área del sistema lacustre del río Tamesí, que es una gran extensión de lagunas de poca profundidad y que corresponde fisiográficamente a una planicie de inundación, con una cuenca del orden de 17 000 km<sup>2</sup>.

### Clima

El clima de la zona es de tipo cálido subhúmedo, con una temperatura media anual mayor a 22 °C, con amplias oscilaciones de temperatura de entre 7 y 14 °C. Los vientos reinantes son de este-sureste y los dominantes del este-noreste. Durante los meses de junio a octubre, los ciclones llegan a producir grandes daños por la intensidad de sus vientos y precipitaciones, que pueden superar los 200 km h-1 y 90 mm día-1, respectivamente. La temporada de lluvias es de junio a octubre, con precipitación promedio mensual de 158 mm. En invierno hay precipitaciones por influencia de los "nortes" (Buenfil, 2009)

### Hidrología

Pertenece a la Región hidrológica de San Fernando-Soto la Marina. Así como a las Cuenca Laguna Madre y del río San Fernando, la primera cubre un 83% mientras que la segunda un 17%. Estas cuencas incluyen a las Subcuenca de Laguna Madre, río Conchos, arroyo Chorreras y arroyo La Misión. El río principal que irriga al sitio es el Tamesí. Aunque existen otros ríos que son perennes, como el arroyo de enmedio, río estero El Atilaneño, río Charquito Blanco; así como río El Abra, río El Puente, río El Salitre, río La Peñita, río Lavaderos y río Olivares (INEGI, 2011).

### Delineación

Se realizó un ejercicio de delineación a nivel de sitio, a partir del punto 13, en el estero del Tamesí. El transecto realizado para la delineación permitió identificar un punto a partir del límite del espejo de agua, posteriormente se continuó con la vegetación acuática hasta donde se presentó una mayor presencia de plantas terrestres, ahí se marcó otro punto. Finalmente, se verificó el suelo hasta donde éste presentó horizontes de color gris claro (gleyización) producto de condiciones de reductomorfismo y textura arcillosa.

### Clasificación

El análisis de percepción remota y el algoritmo de discriminación muestran en la zona: humedales estuarinos, palustres, fluviales y artificiales, como se muestra en el mapa 1. Durante los recorridos en campo se identificó al tipo estuarino, como el de mayor extensión en la zona de estudio.

### Fisicoquímica del agua

En general, las condiciones fisicoquímicas del agua entre los sitios visitados son homogéneas de agua dulce, con excepción de la Laguna el Chairel que se considera oligohalino. Además, con base en los registros de oxígeno disuelto parecen indicar condiciones de eutrofización en la zona este de la Laguna de Champayán.

### Suelos

Los humedales exhiben suelos tipo Vertisol sobre lomeríos suaves y algunas llanuras. Son suelos profundos, de textura franco arcillosa de color gris o negro; de susceptibilidad baja a la erosión y su estructura es en forma de bloques. Estos están extendidos en el paisaje. En las márgenes del río Tamesí se encontraron suelos Tipo Luvisol producto de acumulación de materiales finos arcillosos depositados por el río, estos son ampliamente utilizados para prácticas de agricultura.

### Vegetación

La vegetación identificada es diferente en los tres sistemas de los humedales encontrados en el sitio, para el sistema lacustre en las lagunas Escondida, Tortuga, Champayan y Mayorazgo se identificó la comunidad enraizada emergente denominada tular, dominada por las especies de *Typha domingensis* y *Phragmites australis*, asociándose a esta comunidad otras especies libres flotadoras como: *Salvinia sp.* y *Eichhornia crassipes*. En el sistema estuarino en la laguna Chairel se identificó un manglar constituido por las especies de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus* y para el sistema fluvial del río Tamesí, la margen del río estaba cubierta por una franja delgada de vegetación de galería representada por especies arbóreas como: *Salix Humboldtiana*, *Taxodium mucronatum*, *Tabebuia rosea*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum*, entre otras; además en algunos sitios a lo largo del río se encontraron tulares.

## Introducción

El río Tamesí es afluente del río Pánuco que pertenece a la vertiente del Golfo de México. El sistema lacustre del río Tamesí nace a 3 000 m.s.n.m., y toma el nombre del río Tamesí en la planicie, para confluir al río Panuco a 13 km, antes de su desembocadura al Golfo de México. Es un sistema de lagunas de poca profundidad interconectadas entre sí y junto con el río, constituye la reserva de agua para satisfacer las demandas del sur de Tamaulipas, particularmente la conurbación Tampico-Madero-Altamira durante los estiajes (INEGI, 2011).

El sistema de lagunas del Tamesí (Figura 1) es un humedal modificado por un conjunto de diques que permiten el almacenamiento de la reserva de agua, a la vez que lo protegen de la intrusión salina del estuario del río Panuco. Además, el sistema de diques tiene una función fundamental, aunque poco reconocida, que es la de ofrecer una barrera de protección sanitaria a la región debido a que es un humedal cuya vegetación sirve como filtro y purificación del agua que pasa a través de él. Este sistema se localiza en la confluencia de aguas dulces y salobres conformando un ecotono con alta diversidad de especies acuáticas y constituyendo la frontera de distribución de la flora y la fauna tropicales del sureste de México (Hurtado y Mora, 2007).

El sistema es alimentado por el río Tamesí cuyos escurrimientos son propiamente los que cubren las demandas de agua la mayor parte el año y es una mezcla de sistemas acuáticos: Rivereño, Lacustrino Y Palustrino (ICASA, 1992) que por el tipo de vegetación hidrófila, suelos y profundidad del agua, se define ecológicamente como humedal (Hurtado y Mora, 2007).

El INH-UNAM visitó el estero del Tamesí, como una de los 13 sitios piloto debido a su relevancia como ecosistema, así como su gran importancia como sistema de abastecimiento de agua. Se realizaron ejercicios de validación de metodologías de clasificación y delineación de humedales, así como de caracterización del sitio y evaluación rápida. En el informe se reportan el proceso y resultado de dichos trabajos.





Figura 1. Sitio Estero del Tamesí

## Validación de firmas espectrales en campo

El trabajo de validación sobre el tipo de vegetación y usos del suelo se desarrolló sobre una Imagen Rapid-eye para la zona del humedal del Tamesí

### Objetivo

Verificar los tipos de vegetación y usos del suelo, de acuerdo a las firmas espectrales observadas en el análisis de imágenes satelitales Rapid-eye del Humedal de Tamesí.

### Método

La validación se realizó en el polígono del Humedal de Tamesí. De los 17 puntos previamente establecidos, se localizaron en campo con la ayuda de un sistema de geoposicionamiento 14. Una vez localizado cada punto se tomó una fotografía del tipo de vegetación o la especie y se tomaron datos de agua (Tabla 1 y Anexo 1 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

**Tabla 1. Puntos de validación de firmas espectrales en el Humedal Parrilla.**

Puntos	Longitud (UTM)	Latitud (UTM)	Vegetación	Fotografía	Observaciones
1	613695.115170	2460866.917	Vegetación sumergida y flotante	DSC 00130 NE	Tular
2	615465.820009	2459617.293	Manglar	DSC 00079	¿Matorral espinoso?
8	614935.801090	2463278.6349	Aguas negras	Sin fotografía	Solo agua
12	611757.4391	2465383.5850	Vegetación sumergida alterada	DSC 0214 N, 0215 S, 0216 O, 0217 E.	<i>Salvinia</i> , carrizo y tule
7	606853.2584	2475593.5693	Vegetación sumergida	Punto cercano al seis	Vegetación sumergida
9	605235.78415	2464160.94929	Agua salada	Sin fotografía	Agua salobre
10	601771.8928	2470260.4101	Agua dulce	DSC 33N, 34S 35O 36E	Agua dulce
11	605725.2470	2466420.0088	Manglar	DSC0015 DSC0014NE	Mangle blanco y rojo
3	586189.1404	2484507.6895	Agua salobre	DSC0072 SO DSC 0073 S	Agua dulce
13	592666.6197	2483106.7248	Selva baja	DSC0110 S	pastizal
14	590743.0827	2475475.415	Mangle	DSC_0085NE-0086NE	<i>Mimosa pigra</i> y tular

## **Clasificación**

### **Objetivo**

Determinar los tipos de humedales para el humedal del río Tamesí, siguiendo el esquema de clasificación de humedales propuesta para el Inventario Nacional de Humedales.

### **Método**

Para los primeros niveles de la clasificación se realiza el análisis de imágenes satelitales y se corre un algoritmo diseñado para obtener el tipo de humedal a nivel de sistema (ver documento “*Clasificación de humedales: Fundamentos metodológicos*” y las secciones 7.5 D y 7.9 J de la “*Guía Metodológica para el desarrollo del Inventario Nacional de Humedales de México versión 2.0*”). Para las categorías de descriptores (escala 1: 20,000) se mide la salinidad del agua en partes por mil (‰), se toman muestras de sedimento con una draga o pala y se hace un registro de la composición y forma de crecimiento de la vegetación.

### **Resultados**

El análisis de percepción remota y el algoritmo de discriminación sugirieron la presencia en la zona de cuatro tipos de humedales: estuarinos, palustres, fluviales y artificiales (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). El tipo estuarino es el de mayor extensión en la zona de estudio por lo que fue para esta zona que se completó la clasificación quedando de la siguiente manera:

**Ámbito:** Marino Costero

**Sistema:** Estuarino

**Subsistema (forma terrestre):** Planicie

**Clase:** submareal

**Subclase:** Estero

**Clave:** Mc/E/c/m1/up3

Los descriptores para la clasificación de humedales a nivel de sitio resultaron adecuados, ya que su obtención en gabinete y campo es viable. Sin embargo habrá que continuar con el análisis de los descriptores propuestos para incluir los que permitan de manera práctica y útil una diferenciación entre los tipos de humedal (Tabla 2).

**Tabla 2. Descriptores utilizados para la clasificación**

ID	Salinidad	Sedimento
C4	0.32	Limo arcilloso
C6	0.38	Limo arcilloso arenoso
C12	0.35	Limo arenoso
C15	0.26	Arcillo limoso

## **Delineación**

Como parte de la estrategia de campo se realizaron ejercicios de delineación en el punto 13 (Tabla 3) del sitio con base en los criterios de agua, suelos hidromórficos y vegetación hidrófila. A continuación se presentan los resultados de dichos ejercicios en el estero del Tamesí.

### ***Objetivo:***

Aplicar la metodología de delineación propuesta por el INH-UNAM usando los criterios de agua, presencia de plantas acuáticas e identificación de suelos hidromorfos.

### ***Método:***

Para la delineación de los humedales se realizó un transecto en dirección transversal, que inició donde termina el espejo de agua y hacia la periferia en dirección perpendicular al mismo. A lo largo del transecto se realizaron barrenaciones para identificar los rasgos reductores en el suelo (color, moteados, nódulos, concreciones y cambios texturales) propios de las condiciones de saturación por agua. Los rasgos que se encuentran en el primer perfil fueron cambiando por otros rasgos característicos de condiciones con la presencia de oxígeno. En el mismo transecto, se realizan cuadros para la vegetación, donde se identifican y cuantifican tanto plantas acuáticas como terrestres, determinando el punto límite donde hay dominancia de especies terrestres y el suelo, ya no se presentó las características de saturación por agua. Finalmente, se georreferenció el punto límite.

### ***Resultados***

En el estero del Tamesí se realizó la validación de la metodología de delineación en el punto 13 (Tabla 3 y Figura 2). El transecto fue colocado de manera perpendicular al cuerpo de agua y se realizó el ejercicio tomando en cuenta los tres criterios (agua, suelos hidromórficos y vegetación hidrófila). En el punto de

delineación se encontró un sedimento de color blanco con textura arcillosa al realizarse el perfil de suelo a través del transecto, más adelante la textura siguió siendo arcillosa, pero el rasgo que marcó la diferencia para establecer el límite del humedal es el color, el cual cambió a negro. En este caso coincidieron el límite de la vegetación acuática y el suelo hidromorfo.

**Tabla 3. Sitio de validación de la metodología de delineación en el estero del Tamesí.**

<b>Puntos</b>	<b>Longitud UTM</b>	<b>Latitud UTM</b>	<b>Longitud UTM</b>	<b>Latitud UTM</b>	<b>Longitud UTM</b>	<b>Latitud UTM</b>
	Límite criterio agua		Límite criterio suelo y vegetación			
<b>D13</b>	59265184	2483051.37		592666.619755	2483106.7248	

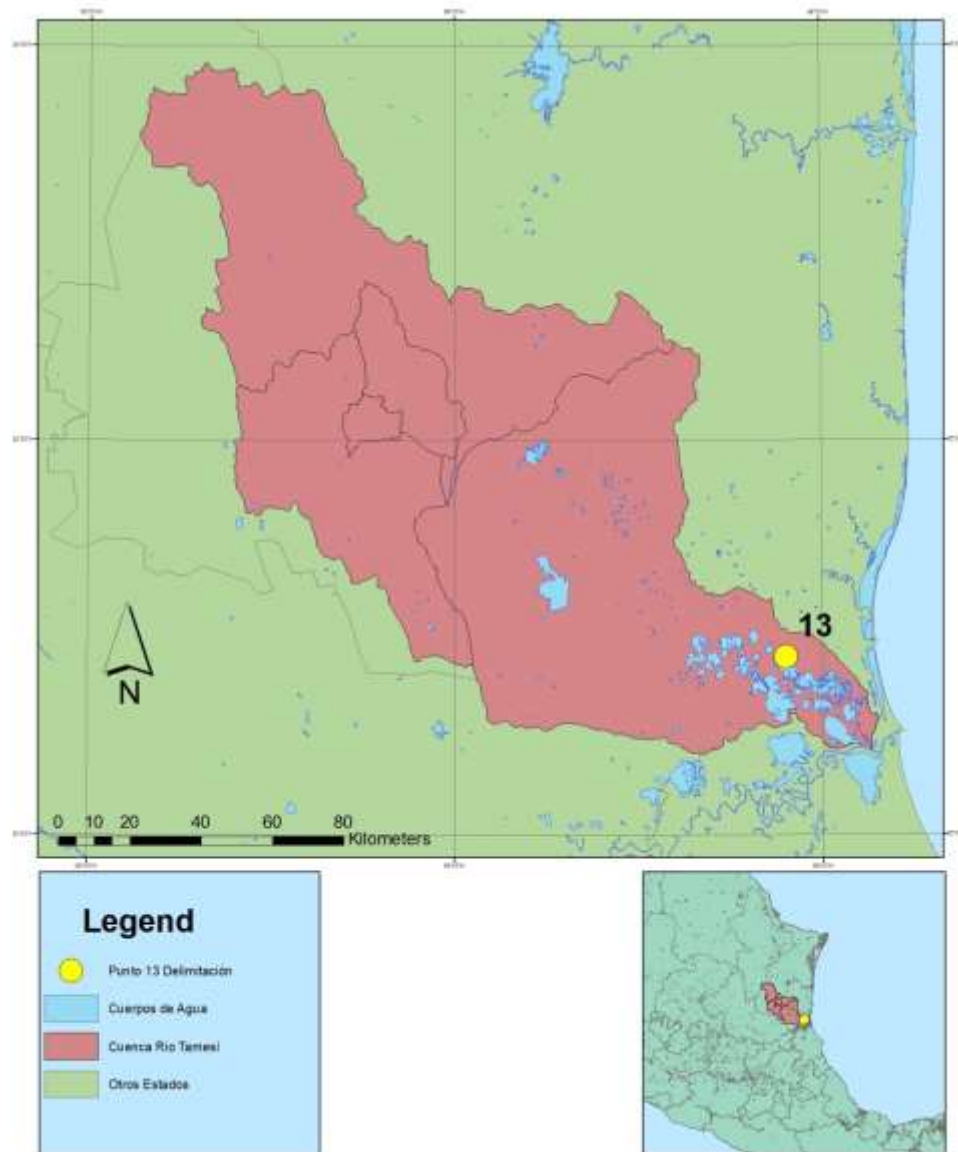


Figura 2. Puntos de validación de la metodología de delineación en el estero del Tamesí.

## Caracterización

Como parte de la estrategia de campo se realizó el ejercicio de caracterización en 16 puntos de los humedales de estudio (Tabla 4) implementando métodos de levantamiento de información en campo de las áreas de agua, suelo, vegetación y socio-ambiental.

### **Objetivo general**

Describir la condición biofísica general del humedal del río Tamesí a partir de las características físicas, fisicoquímicas y químicas del agua y los suelos, así como la descripción y distribución de la vegetación acuática en el estero del Tamesí.

A partir de los métodos de levantamiento de información de campo de vegetación, suelos y agua (ver Manual General de Métodos INH-UNAM versión 1.0) se recabó la información necesaria para realizar la caracterización biofísica del estero del Tamesí. En el humedal se implementaron los métodos en los 16 puntos del sitio (Tabla 4 y Figura 3), aunque no en todos los puntos se aplicaron los diferentes criterios.

**Tabla 4. Puntos de caracterización.**

<b>Punto de muestreo</b>	<b>Longitud UTM</b>	<b>Latitud UTM</b>	<b>Tipo de muestreo</b>
<b>C1</b>	613695.11517	2460866.91749.	vegetación
<b>C2</b>	615465.820009	2459617.29311	vegetación
<b>C3</b>	586189.14047	2484507.68956915	agua
<b>C4</b>	596702.56079	2478037.7879	Vegetación/agua
<b>C5</b>	606333.422411	2475626.08694	agua
<b>C6</b>	606333.422411	2475626.08694	agua
<b>C7</b>	606853.25847	2475593.5693	Vegetación
<b>C8</b>	614935.80109	2463278.6349	vegetación
<b>C9</b>	605235.78415	2464160.94929	Vegetación/agua
<b>C10</b>	601771.892816	2470260.41011	Vegetación/agua
<b>C11</b>	605725.247056	2466420.00885	agua
<b>C12</b>	611757.439115	2465383.58509	agua
<b>C13</b>	592666.619755	2483106.7248	suelo
<b>C14</b>	590743.08268	590743.08268	vegetación
<b>C15</b>	590194.33629	2484790.03535	agua/gradiente
<b>C16</b>	570149.483865	2484790.03535	agua

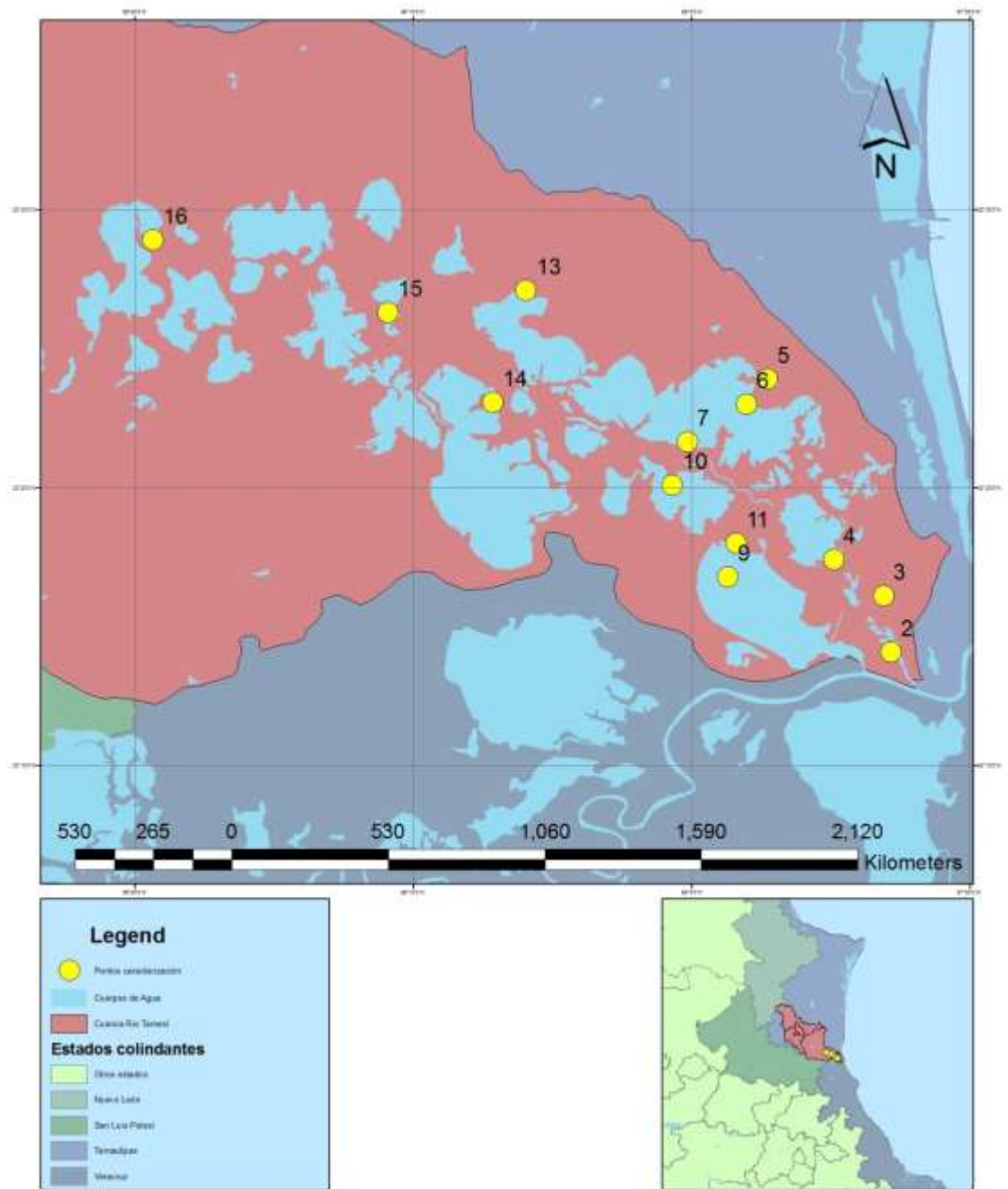


Figura 3. Puntos de caracterización en Estero del Tamesí



## **Agua**

### ***Objetivo***

Describir la condición general física, fisicoquímica y química del agua en los humedales de la cuenca baja del Río Tamesí.

### ***Métodos***

Ver Manual general de métodos de campo INHUNAM versión 1.0. De los puntos planeados (12 puntos planeados) sólo se realizaron un total de 10 puntos.

### ***Discusión de resultados***

De manera general, el sistema de humedales es predominantemente de agua dulce con excepción de la Laguna del Chairel, siendo esta última además la que tuvo una mayor variación en los parámetros de conductividad, salinidad y sólidos disueltos totales con respecto a los otros sitios, debido a la influencia del agua de origen marino que recibe por su conexión con el río Panuco (Tabla 5).

Por otro lado, las lagunas de la margen derecha del río Tamesí (La Tortuga, Mayorazgo, Chairel) son más profundas en comparación con las del margen izquierdo (Champayán y La Escondida) (Hurtado y Mora, 2007). A pesar de esta diferencia no se registró ninguna estratificación de la columna de agua en ninguna de éstas (Tabla 5).

Se presentaron condiciones de sobresaturación de oxígeno disuelto que pudieron haber sido ocasionadas por la mezcla de la columna de agua por efecto de “norte”. Sin embargo, las condiciones en el punto 6 de sobresaturación de saturación de oxígeno, la concentración de oxígeno ( $12.1 \text{ mg l}^{-1}$ ) y la cercanía de la ciudad de Altamira indican posibles condiciones de eutrofización por descargas municipales. En este sentido a pesar de la zona urbana que se encuentra en el lado este del Punto 8 registró una menor sobresaturación.

La metodología aplicada permitió caracterizar de manera general el agua del sistema de humedales en sus diferentes puntos. En el Anexo 2 se presenta un análisis detallado de los resultados obtenidos para cada variable y parámetro del agua de los puntos visitados.

Tabla 5. Valores medios registrados en el estero del Tamesí Prof Max= profundidad máxima, T= temperatura, Sat. OD%= saturación de oxígeno disuelto, OD= oxígeno disuelto, K<sub>25</sub>= conductividad, TDS= sólidos disueltos totales, Transp.=transparencia, Z=profundidad donde se realizó el registro de los parámetros fisicoquímicos en la columna de agua

Sitio	Prof Sitio (m)	T (°C)	pH	Sat, OD%	OD (mg l <sup>-1</sup> )	K <sub>25</sub> (μS/cm)	TDS (mg l <sup>-1</sup> )	Transp, (m)	Color aparente (Forel)	Salinidad	Reserva Alcalina (mg CaCO <sub>3</sub> l <sup>-1</sup> )	Z*
<b>Punto 3</b>	1.88	25.6	8.2	103.7	8.3	774.7	387.3	0.74	≈ XIV	0.38	160	Columna
<b>Punto 4</b>	1.21	26.5	8.2	110.8	8.7	654.0	327.0	0.63	XVI	0.32	140	Columna
<b>Punto 5</b>	1.46	26.6	8.2	118.2	9.3	689.0	344.4	0.48	≈ XII	0.33	140	Columna
<b>Punto 6</b>	1.21	24.4	8.9	148.0	12.1	785.3	392.6	0.59	XV	0.38	160	NA
<b>Punto 8</b>	ND	26.3	8.3	107.3	8.5	751.0	375.3	0.35	≈ XV-XVI	0.36	180	Superficial
<b>Punto 9</b>	ND	27.4	8.3	108.9	8.1	10626.7	5313.3	ND	ND	5.99	ND	Columna
<b>Punto 10</b>	ND	27.8	8.3	115.2	8.8	831.4	415.8	ND	ND	0.40	ND	Columna
<b>Punto 12</b>	1.24	26.2	8.1	111.5	8.8	715.1	357.5	0.97	XVI	0.35	160	0.35
<b>Punto 15</b>	1.82	24.8	8.2	102.4	8.3	534.0	267.2	Total	XVI	0.26	140	Columna
<b>Punto 16</b>	4.26	25.7	7.8	69.8	5.6	926.1	463.1	0.75	XV	0.45	180	Columna

## **Suelos**

El suelo es un segmento del paisaje, su unidad de estudio es el perfil o perforación vertical de una profundidad de unos 2 m aproximadamente, realizada especialmente para estudiar el suelo. La descripción de cada perfil se realizó por el método de barrenación que permite la descripción y caracterización del suelo. Se realizó la caracterización del suelo en un punto del humedal, con la ayuda de las hojas de campo (Ficha Técnica de Campo).

### ***Objetivo***

Describir las características cuantitativas y cualitativas generales de los suelos en la zona de humedales de la cuenca baja del río Tamesí.

### ***Método***

Se realizó una observación general del paisaje de los puntos de estudio, donde se realizó la caracterización de suelos y/o delineación del humedal. También se contempló la influencia de los procesos de erosión y acumulación a través del relieve. Así se estudiaron distintos perfiles en la zona de humedales. La localización de cada uno de los perfiles realizados se estableció con un sistema de geoposicionamiento (GPS).

### ***Resultados y discusión***

En general se describen los suelos que corresponden a la zona: los Vertisoles se encuentran sobre lomeríos suaves y algunas llanuras (Figura 4). Son suelos profundos, de textura franco arcillosa de color gris o negro, de susceptibilidad baja a la erosión y su estructura es en forma de bloques.



**Figura 4. Lomeríos suaves y llanuras .**

Otros suelos localizados en esta área, son los Fluvisoles bordeando el río Tamesí y sus afluentes (Figura 5).



Figura 5. Suelo formados en depósitos aluviales del río Tamesí.

Los Fluvisoles son suelos azónales (corresponden a suelos inmaduros, que se encuentran en las primeras etapas de su desarrollo, en los que los caracteres predominantes son los del material parental) genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales del río Tamesí. Bajo condiciones naturales se inundan periódicamente. Perfiles con evidencia de estratificación y débil diferenciación de horizontes, pero puede haber presente un horizonte superficial diferente con formación de horizonte orgánico. Los rasgos redoximórficos son comunes, en particular en la parte inferior del perfil (Figura 6).

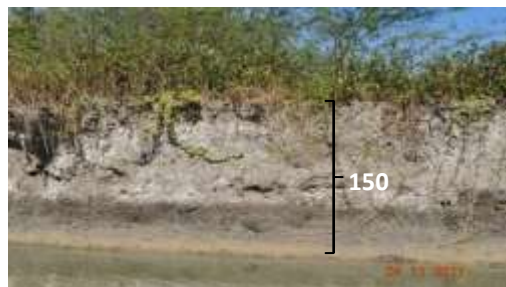
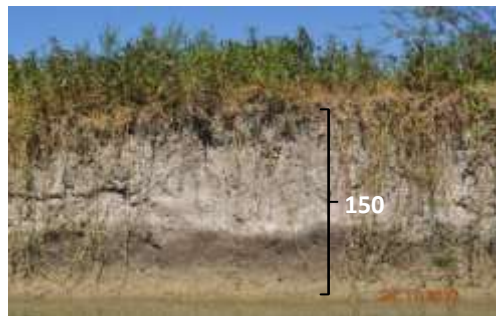


Figura 6. Suelos desarrollados en depósitos aluviales del río Tamesí.

En las márgenes de río Tamesí se encuentran evidencias de intensas prácticas de agricultura (Figura 7), proceso que resulta en el largo plazo a una reducción de la materia orgánica del suelo. La materia orgánica del suelo no solo provee los nutrimentos al cultivo, sino también, y sobre todo, es una sustancia crucial para la estabilización de la estructura del suelo. Por tanto, la mayoría de los suelos se degradan bajo una agricultura arable intensiva y prolongada. Esta degradación estructural del suelo resulta en la formación de costras y compactación que conducen, al final, a la erosión del suelo. La mecanización de la labranza del suelo, que permite mayores profundidades de trabajo, se reconoció al intentar caracterizar el suelo en material edáfico no se retenía dentro del barreno (Figura 7).



**Figura 7. Labranza agrícola en el suelo en las márgenes del río Tamesí.**

La labranza excesiva de los suelos agrícolas puede resultar en incrementos de fertilidad a corto plazo, pero degradan los suelos al mediano plazo. Asociado a este proceso cabe esperar la degradación estructural, la pérdida de materia orgánica, erosión y reducción de la biodiversidad (Friedrich., *et al* 2009).

Algunos de los puntos seleccionados para caracterización de suelo resultaron inaccesibles y otros no presentaron suelos. En estos últimos se halló una comunidad de plantas acuáticas de forma de

crecimiento enraizada emergente que crecen firmemente en el fondo de áreas poco profundas y la mayor parte de sus tallos y hojas viven por encima del agua; son generalmente rígidas y no dependen de esta para su soporte (Figura 8).



**Figura 8. Islotes flotantes de vegetación acuática.**

### **Punto 13.**

El perfil en este punto está constituido por los siguientes horizontes: un horizonte superficial color 10 YR8/4 (gris oscuro) y dos horizontes que le subyacen, 10 YR5/1 (gris) y 10 YR6/1 (gris). Se identificaron con base en sus propiedades distintivas (color, textura, estructura, entre otros rasgos pedológicos) como se observa en la Tabla 6.

Este suelo fue clasificado como Vertisol de acuerdo a INEGI. Debe hacerse notar que la clasificación dada, responde únicamente a un criterio práctico en cuanto a las características morfológicas del perfil, pero no en cuanto a su génesis.

Se identificaron tres horizontes: de 0 a 20, 20 a 50, y 50 a 150, cm de profundidad, con texturas predominantemente finas, arcillosas. El suelo presenta rasgos de reductomorfismo en la parte inferior presentando colores claros. Y contenidos medios de materia orgánica en el horizonte superficial dándole una coloración más oscura figura 9.

El suelo presentó condiciones de saturación por agua ocasionadas por intrusión de la tabla de agua. Los valores de pH son correspondientes para suelos con rasgos de saturación, siendo más cercanos a la neutralidad en estos horizontes.

De acuerdo al diagrama de predominancia Eh y pH para suelos en distintas condiciones de contenidos de agua, el suelo en este punto se clasifica como *suelo húmedo*. El porcentaje de materia orgánica se evalúa como medio a bajo, entre 1 y 4% en promedio. El suelo no presentó reacción al ácido clorhídrico, por lo que se determina que el porcentaje de carbonatos es cero. La estabilidad de agregados es alta por lo tanto el suelo es poco susceptible a la erosión, debido a la características propias del suelo (alto contenido de arcilla, agua retenida contra la gravedad



Figura 9. Perfil de suelo del punto 13.

Tabla 6. Caracterización de suelo del punto 13 en el estero del Tamesí; Identificador del punto (ID); Horizonte (Hte); Conductividad específica en dilución 1:2.5 (C.E.).

ID	Hte	Profundidad (cm)	Textura	Color	Humedad	Poros	ORP (mV)	pH	Sales C.E. 1:2.5 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Materia Orgánica (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Estructura tipo, tamaño y grado	Estabilidad de agregados
13	1	0 a 20	Arcillosa	10 YR4/1	Húmeda	Comunes, fuera de los agregados finos vesiculares	127	8.2	0.4	4 Media	0	De cementación	Alta
	2	20 a 50	Arcillosa	10 YR5/1	Húmeda	Pocos, dentro de agregados, muy finos, vesiculares	111	8.1	0.3	2 Baja	0	De cementación	Alta
	3	50 a 150	Arcillosa	2.5Y6/1	Húmeda	Pocos, dentro de agregados, muy finos, vesiculares	109	8.1	0.3	1 Muy baja	0	De cementación	Alta



## **Vegetación**

### **Objetivo**

Describir las comunidades vegetales acuática identificando la especie dominante así como su forma de crecimiento.

### **Métodos**

Se utilizó el método florístico (ver Manual general de métodos de campo INH-UNAM versión 1.0) mediante la colecta de plantas acuáticas en las diferentes comunidades acuáticas encontradas en el sitio en estudio, las especies que no se podían colectar por inaccesibilidad al sitio o por ser especies arbóreas se identificaron de manera visual in-situ, tal es el caso de las especies de la franja de vegetación acuática (Selva de galería) del río Tamesí. También en el manglar se reconocieron los doseles de las especies de mangle. La información se recopiló haciendo listados de las especies encontradas.

La colecta se realizó para dos sistemas de humedales: el Marino Estuarino representado por dos lagunas: Chairel (punto 11) y La Escondida (punto 12) y el Sistema Continental con dos variantes: el fluvial como es el río Tamesí donde se realizó un recorrido de aproximadamente unos 17 Km (representado gráficamente por el punto 16), y el lacustre constituido por varias lagunas del sistema: La Tortuga (punto 14), Champayán (puntos 4, 7 y 13) y Mayorazgo (punto 10).

### **Resultados**

#### **Sistema Marino Estuarino**

##### **Punto 11. Laguna el Chairel**

Se encontró un manglar representado por las especies arbóreas de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

#### **Sistema Continental Fluvial:**

##### **Punto 16. Río Tamesí**

La vegetación de galería está representada por una franja muy delgada, dado que presenta cambio de uso de suelo para el uso agrícola y pecuario. A lo largo del recorrido del río, en la franja se identificaron las especies acuáticas arbóreas como: *Salix Humboldtiana*, *Taxodium mucronatum*,

*Tabebuia rosea*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum* así como, la comunidad de tular dominada por la especie *Typha domingensis* planta herbácea enraizada emergente y otras especies como: *Eichhornia crassipes*, *Salvinia sp.*, ambas con forma de vida libre flotadora.

**Sistema Continental Lacustre:**

**Punto 12. Laguna Escondida**

Se encontró la comunidad acuática de tular representada por la especie dominante enraizada emergente *Typha domingensis* asociándose otras especies como el carrizo *Phragmites australis* planta herbácea enraizada emergente y la especie libre flotadora *Salvinia sp.*

**Punto 14. Laguna la tortuga**

Se encontró una comunidad de tular dominada por dos especies *Typha domingensis* y *Phragmites australis*; asociándose a ella las especies libres flotadoras *Salvinia sp.* y *Eichhornia crassipes* considerada especie invasora. Atrás de la comunidad de tular se presenta una población de la especie arbustiva *Mimosa pigra*.

**Puntos 4, 7 y 13 en la Laguna Champayán y punto 10 en la Laguna Mayorazgo**

Se identificó la comunidad de tular en las orillas de las lagunas con transición a una población de *Mimosa pigra* y en islotes que se forman en las lagunas, el tular se conformaba por la especie de *Typha domingensis*. En el punto siete (laguna Champayan) sumergida en el agua se colectó la especie acuática enraizada sumergida de *Ceratophyllum demersum*.

**Colecta de ejemplares**

A continuación se presenta la Tabla con los nombres científicos de las plantas colectadas, y los puntos georreferenciados.

**Tabla 7. Se identificaron 14 especies en los 22 ejemplares colectados y observados en el sistema lagunar río Tamesí. Las fotografías de cada ejemplar se colocaron en el Anexo 2.**

<b>Ejemplar</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>LongitudUTM</b>	<b>LatitudUTM</b>
<b>1</b>	P11. L. Chairel	<i>Laguncularia racemosa</i>	605725.2470	2466420.0088
<b>2</b>	P11. L. Chairel	<i>Avicennia germinans</i>	605725.2470	2466420.0088
<b>3</b>	P11. L. Chairel	<i>Conocarpus erectus</i>	605725.2470	2466420.0088

4	P11. L. Chairel	<i>Rhizophora mangle</i>	605725.2470	2466420.0088
5	P11. L. Chairel	<i>Typha domingensis</i>	611757.4391	2465383.5850
6	P12. L. Escondida	<i>Phragmites australis</i>	611757.4391	2465383.5850
7	P12. L. Escondida	<i>Salvinia sp</i>	611757.4391	2465383.5850
8	P7. L. Champayán	<i>Ceratophyllum demersum</i>	606853.2584	2475593.5693
9	P16. Río Tamesí	<i>Taxodium mucronatum</i>	570149.4838	2484790.0353
10	P16. Río Tamesí	<i>Tabebuia rosae</i>	570149.4838	2484790.0353
11	P16. Río Tamesí	<i>Salix huboldtiana</i>	570149.4838	2484790.0353
12	P16. Río Tamesí	<i>Ceiba pentandra</i>	570149.48386	2484790.0353
13	P16. Río Tamesí	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	570149.4838	2484790.0353
14	P14. L. La Tortuga	<i>Typha domingensis</i>	590743.0827	2475475.415
15	P14. L. La Tortuga	<i>Phragmites australis</i>	590743.0827	2475475.415
16	P14. L. La Tortuga	<i>Eichhornia crassipes</i>	590743.0827	2475475.415
11	P14. L. La Tortuga	<i>Salvinia sp</i>	590743.0827	2475475.415
18	P14. L. La Tortuga	<i>Mimosa pigra</i>	590743.0827	2475475.415
19	P 13. L. Champayán	<i>Typha domingensis</i>	592666.6197	2483106.7248
20	P 13 L. Champayán	<i>Phragmites australis</i>	592666.6197	2483106.7248
21	P 13 L. Champayán	<i>Eichhornia crassipes</i>	592666.6197	2483106.7248
22	P 13 L. Champayán	<i>Salvinia sp</i>	592666.6197	2483106.7248
23	P 13 L. Champayán	<i>Mimosa pigra</i>	592666.6197	2483106.7248

### **Discusión**

Mediante el método utilizado se identificaron diferentes comunidades acuáticas entre las cuales se encuentra el tular representado por la especie herbácea dominante enraizada emergente *Typha domingensis*, a la que se le asocian otras especies.

El manglar constituido por las especies arbóreas: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, con una zonación por especie muy marcada.

La vegetación de galería representada por las especies arbóreas *Salix Humboldtiana*, *Taxodium mucronatum*, *Tabebuia rosea* y *Ceiba pentandra* y dos poblaciones: la arbustiva conformada por *Mimosa pigra* y la herbácea conformada por la especie enraizada emergente *Ceratophyllum demersum*.

Se sugiere realizar el método florístico en dos temporadas del año. Esto permitirá entender la dinámica temporal de estas comunidades, así como tener un listado completo de la flora del sitio.

## **Análisis de la condición general del sitio**

A pesar de la fuerte presión que ejerce el cambio de uso de suelo, particularmente el incremento de la mancha urbana, sobre la zona, únicamente se observaron evidencias de eutrofización en los puntos muy cercanos a la zona conurbada Tampico-Altamira-Ciudad Madero. Sin embargo, esto no indica que la condición del agua no esté siendo afectada por otras descargas de aguas residuales o industriales, sino que probablemente la capacidad de carga de las lagunas aún no ha sido rebasada. Por lo anterior se recomienda, por un lado, aumentar el número de puntos de registro y su frecuencia en el tiempo, así como realizar otro tipo de análisis complementarios en la zona de estudio, como son DBO, DQO y coliformes fecales, para comprobar esta situación.

Dado el manejo hidráulico del sistema lagunar Tamesí, para evitar la intrusión de agua marina mediante diques, se presentan diferentes tipos de vegetación, debido a las diferentes características físicas químicas y biológicas que presentan los distintos sistemas y por consiguiente diferentes tipos de humedales presentes en el denominado "Sistema Lagunar Tamesí". El sistema estuarino representado por la laguna el Chairel se identificó una vegetación de manglar compuesta por especies arbóreas como: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, el sistema fluvial representado por el río Tamesí, al margen de este se presenta una vegetación de galería conformada por varias especies arbóreas como: *Salix Humboldtiana*, *Taxodium mucronatum*, *Tabebuia rosea*, *Ceiba pentandra*, *Enterolobium cyclocarpum* y el sistema lacustre conformado por las lagunas La Escondida, La Tortuga, Champayan y Mayorazgo presentan una vegetación de tular constituida por comunidades de hidrófitas enraizadas emergentes dominada por las especies *Typha domingensis* y *Phragmites australis*, así otras especies libres flotadoras asociadas a la comunidad como: *Salvinia sp.*, e *Eichhornia crassipes* ambas consideradas invasoras de alta prioridad en México (Aguirre Muñoz, A., R. Mendoza Alfaro et al. 2009).

En la caracterización de suelos para el humedal del Tamesí se encontró que los suelos tienen texturas finas, con desarrollo de arcillas minerales lo que provoca una estructura de cementación, en superficie se observan grietas que van a profundidad correspondiente a propiedades vérticas lo que se utilizó como criterio de diagnóstico para clasificar el suelo como Vertisol. El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas

en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales. El material parental lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas como se observa en los suelos de las márgenes del río Tamesí.

Estos suelos se vuelven muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. El labrado es muy difícil excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones. Con un buen manejo, son suelos muy productivos.

Distintos puntos seleccionados para los criterios de delineación y caracterización de suelos no pudieron realizarse debido a que en una amplia área existe una alta tasa de perturbación, por prácticas intensivas de agricultura. Esto provoca pérdida de horizontes superficiales y detrimento de la estructura general del suelo, lo que lo hace susceptible a la erosión que provoca que al extraer el perfil de suelo el material no cuente con la suficiente cohesión para permanecer en el barreno al momento de su extracción, lo que hizo imposible la caracterización de distinto sitios.

### **Conclusión metodológica**

En esta primera exploración del sitio, las variables permitieron caracterizar manera general al sistema, sin embargo debido al tamaño de la zona se requiere un mayor número de muestras y frecuencia muestral para registrar la existencia de posibles diferencias entre las lagunas. Además, del registro de otras variables que permitan de manera más directa la detección y cuantificación de perturbaciones antropogénicas.

La metodología de delineación permitió definir el punto límite del humedal utilizando los tres criterios (agua suelo y vegetación) La vegetación fue el criterio visible que identificó la zona de transición del humedal a la zona terrestre, determinando el punto límite de este al ausentarse las plantas del humedal (acuáticas, subacuáticas y tolerantes) y el suelo hidromórfico.

El método florístico permitió caracterizar en general a las comunidades del humedal presentes. Sin embargo la colecta no fue representativa, ya que hubo sitios inaccesibles, el tiempo de colecta fue poco y sólo se realizó en una temporada del año. Por lo que se recomienda realizar otras jornadas de colectas.

Los métodos de delineación y caracterización de suelos se vieron limitados cuando se encontró labranza, donde las características buscadas en el suelo se pierden.

## **ANEXOS**

## Anexos

### *Anexo 1. Fotografías de la validación de las firmas espectrales.*

 <p>Punto 1. DSC 00130 NE: Tular</p>	 <p>Punto 2. DSC 00079 ¿matorral espinoso?</p>
   <p>Punto 12. DSC 0214 N, 0215 S, 0216 O, 0217 E. Salvia, carrizo y tule</p>	  <p>Punto 10. DSC 33N, 34S 35O 36E: agua dulce</p>





Punto 11. DSC0015 DSC0014NE: Mangle blanco y rojo



Punto 3. DSC0072 SO DSC 0073 S: Agua dulce



Punto 13. DSC0110 S: pastizal



Punto 14. DSC\_085NE DSC086NE: Mimosa pigra y tular

## **Anexo 2. Variación de los parámetros fisicoquímicos del agua**

### **Temperatura**

Los datos de temperatura para los sitios visitados indican que el sistema de humedales es de aguas cálidas. Los valores oscilaron entre 24.4° y los 27.8 °C correspondiendo a los puntos 6 (Champayán) y 10 (Laguna Mayorazgo) respectivamente (Figura 7). Durante el registro de los parámetros medidos en el agua, en los puntos 3, 4, 5, 9 y 10, se observaron condiciones de mezcla en toda la columna de agua provocadas por un efecto de “Norte” en la zona.

El punto 6 de la Laguna Champayán (cercano a la zona de Altamira) varió en más de 2 °C con respecto al máximo registrado en la laguna (26.6 °C), lo que posiblemente se deba a una menor profundidad en la profundidad.

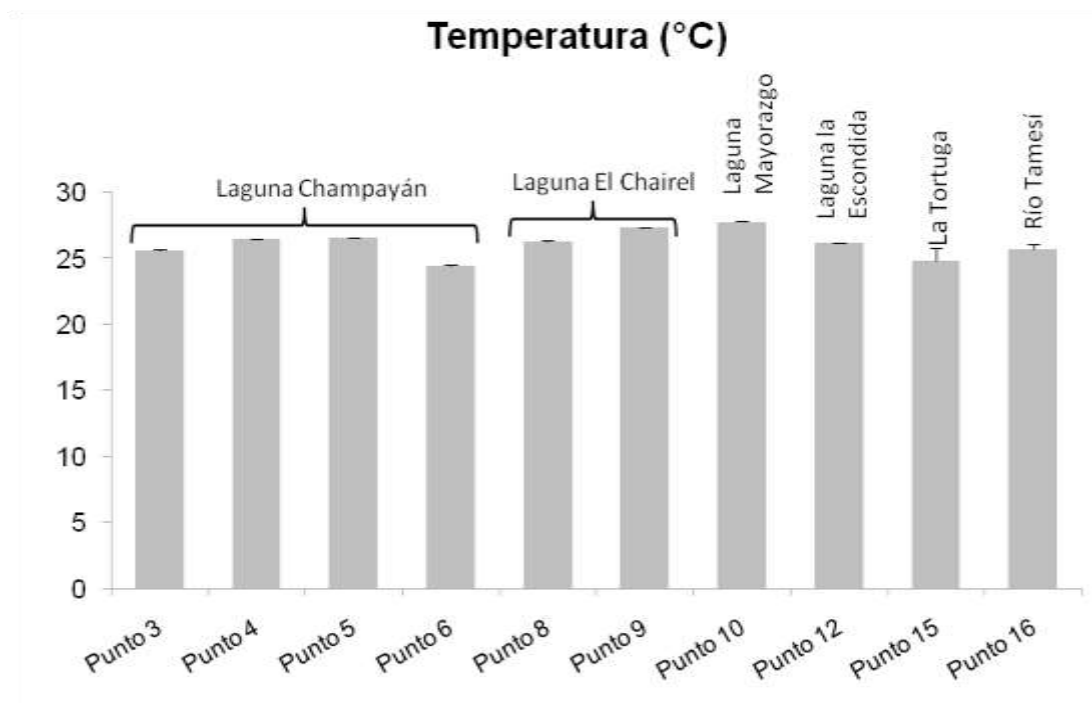


Figura 7.- Promedio y desviación estándar de temperatura de los sitios muestreados en la zona del estero del Tamesí.

### **Alcalinidad y pH**

Los valores registrados de pH se presentaron en un intervalo de ligera basicidad de 7.8 a 8.9 (Figura 8), correspondiendo a los puntos 16 y 6 respectivamente. Estos datos son característicos de cuerpos de agua naturales y zonas inundables con baja reserva alcalina ( $140$  a  $180 \text{ mg l}^{-1} \text{ CaCO}_3 = 2.8\text{-}3.6 \text{ meq l}^{-1}$ ), localizados en sitios influenciados por entrada de materia orgánica alóctona. En

esta zona se encontró además una gran densidad de vegetación acuática en particular de *typha domingensis*, lo que constituye también una fuente de materia orgánica autóctona importante.

La diferencia que se observa en el punto 6 en la Laguna de Champayán puede deberse a la entrada de aguas residuales provenientes de la ciudad de Altamira, lo que contribuye a estimular la producción primaria en este punto.

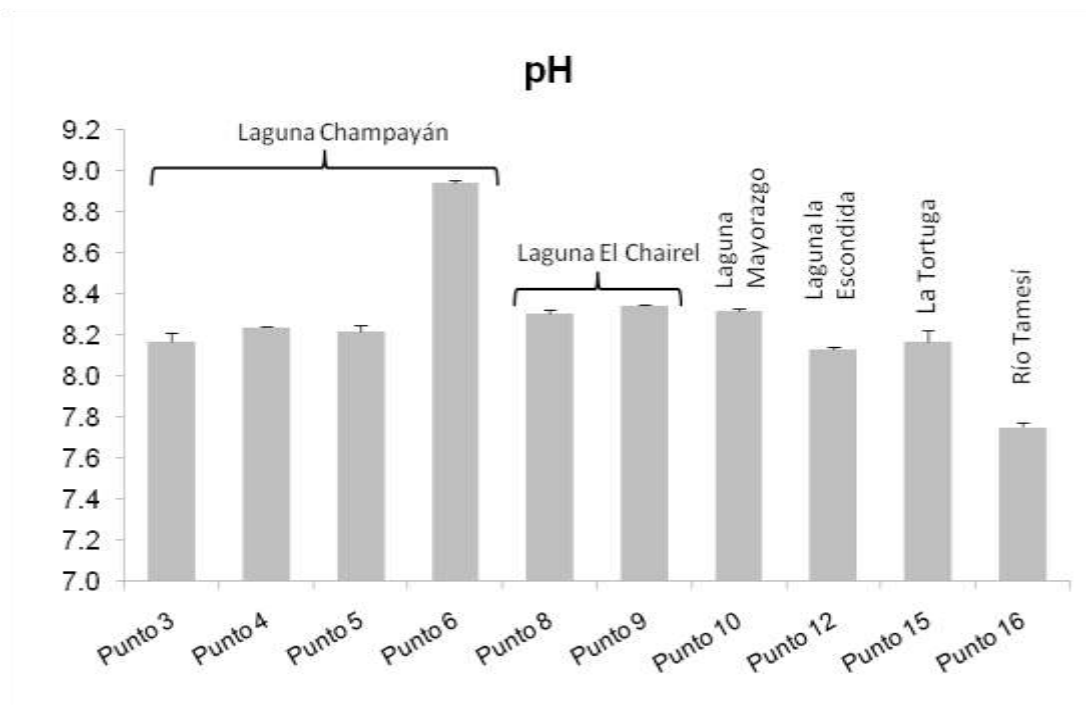


Figura 8.- Promedio y desviación estándar del pH de los sitios muestreados en la zona del estero del Tamesí.

### Oxígeno disuelto

Los valores registrados de oxígeno disuelto OD oscilaron entre 5.6 y 12.1 mg l<sup>-1</sup>, correspondiendo a los puntos 16 y 6 respectivamente con una saturación de oxígeno de 69.5 y 148 % (Figura 9). Siendo el punto 16 el único registro de subsaturación (69.5 %) ubicado en el Río Tamesí, lo que confirma la entrada de escorrentías con materia orgánica alóctona, cuya respiración consume el OD. Para el caso de la Laguna Champayán (puntos 3, 4, 5 y 6), parecen existir condiciones de eutrofización en esta zona de la laguna de Champayán puesto que existen descargas de agua residual (entrada de materia orgánica), lo que estimula la producción primaria, evidenciada por los valores de sobresaturación y una baja transparencia (0.59 m) de la columna de agua. Aunado a lo anterior, de acuerdo a comentarios de algunos pescadores locales, se perdió la pesca en esta

Laguna por causa de contaminación y actividades petroleras. Sin embargo, es necesario realizar los análisis correspondientes para confirmar si aún persisten evidencias de estas actividades.

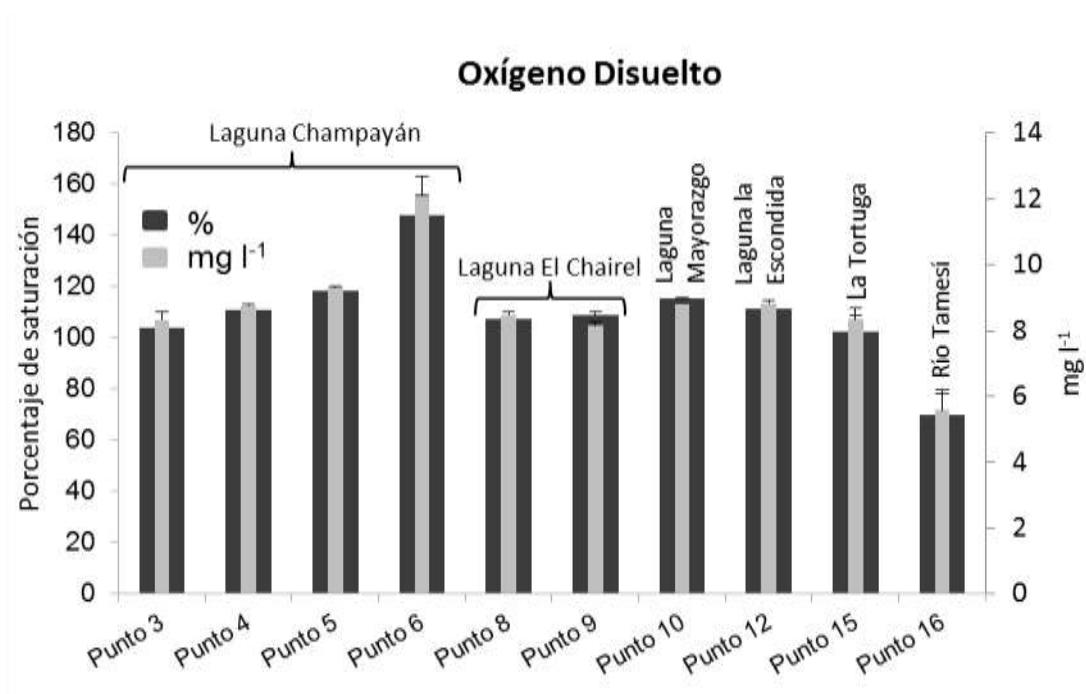


Figura 9.- Promedio y desviación estándar del oxígeno disuelto de los sitios muestreados en la zona del estero del Tamesí.

### Conductividad, Sólidos Disueltos Totales (SDT) y Salinidad

Los valores de conductividad encontrados oscilan en una escala entre los 534 a 10657  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  (SDT= 267 a 5313  $\text{mg l}^{-1}$ , Figura 11 y salinidad ‰= 0.3 a 6.0, Figura 12 correspondiendo a los puntos 15 y 9 respectivamente. (Figura 10). El punto 9 es considerablemente más alto que el resto de los sitios. Con base en los registros y con excepción del Punto 9 (El Chairel) el sistema de humedales es de agua dulce, aunque se presentan al noroeste lagunas con altas concentraciones de sales como El Josecito; laguna no muestreada (Hurtado y Mora, 2007) Sin embargo, la naturaleza de los iones mayores en el Punto 9 será diferente si la conductividad es ocasionada por la entrada de agua marina. La Laguna del Chairel tiene conexión con el Río Panuco, por lo tanto su salinidad posiblemente es marina. Por la parte norte la Laguna el Chairel se encuentra conectado mediante una esclusa a la Laguna Mayorazgo, lo que no permite la mezcla del agua dulce y oligohalina entre ambos cuerpos. El valor registrado en el Punto 8 (parte de la laguna el Chairel) muestra que estos dos cuerpos de agua están relativamente.

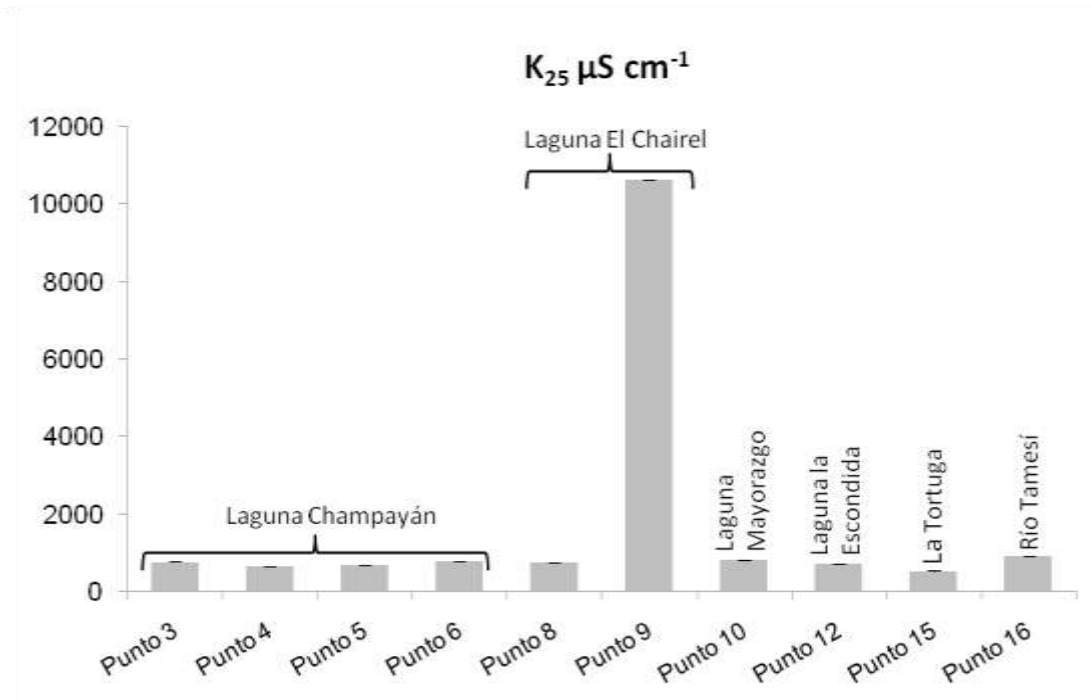


Figura 10.- Promedio y desviación estándar de la conductividad (K<sub>25</sub>) de los sitios muestreados de los sitios muestreados en la zona del estero del Tamesí.



Figura 11.- Promedio y desviación estándar de la salinidad de los sitios muestreados de los sitios muestreados en la zona del estero del Tamesí.

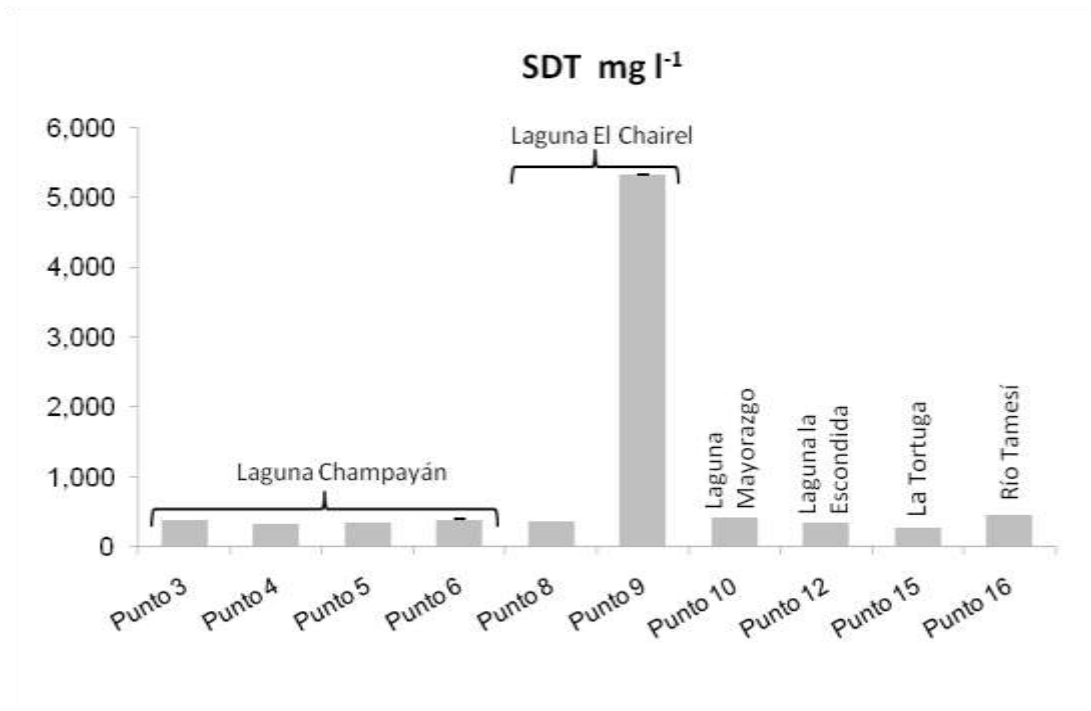








Figura 12.- Promedio y desviación estándar de sólidos disueltos totales de los sitios muestreados en la zona del estero del Tamesí.

### Transparencia




La transparencia de los cuerpos de agua depende de factores como la presencia de materia orgánica (por ejemplo: fitoplancton, taninos) e inorgánica; en estado disuelto o en suspensión. Los valores de transparencia que se registraron oscilaron entre los 0.35 a 0.97 m. de profundidad en los puntos 7 y 12 respectivamente. En general, fueron registros bajos de transparencia, lo anterior se debió a la mezcla de la columna de agua ocasionada por el efecto de “Norte”.

**Anexo 3: Fotografías de especies colectadas en el sistema lagunar río Tamesí**

<p>Ejemplar 1, 2,3, 4 Manglar (especie visible <i>Rhizophora mangle</i>).</p> <p>Laguna Chairel (punto 11)</p>	 <p>A photograph showing a dense mangrove forest with prominent prop roots of Rhizophora mangle trees extending into the water. The water is calm and reflects the green foliage. A date stamp '02-11-2011' is visible in the bottom right corner.</p>
<p>Ejemplar 5. <i>Typha domingensis</i>.</p> <p>Laguna Chairel (punto 11)</p>	 <p>A close-up photograph of Typha domingensis reeds, showing their long, narrow, green leaves and dense growth habit. A date stamp '02-11-2011' is visible in the bottom right corner.</p>
<p>Ejemplar 6. <i>Phragmites australis</i>.</p> <p>Laguna Escondida (punto 12)</p>	 <p>A photograph of Phragmites australis reeds growing along the edge of a body of water. The reeds are tall and dense, with some showing signs of aging or drying. The water is slightly rippled. A date stamp '02-11-2011' is visible in the bottom right corner.</p>

<p>Ejemplar 7. <i>Salvinia sp.</i></p> <p>Laguna Escondida (punto 12)</p>	
<p>Ejemplar 8. <i>Ceratophyllum demersum.</i></p> <p>Laguna Champayan (punto 7)</p>	
<p>Ejemplar 11. <i>Salix huboldtiana.</i></p> <p>Río Tamesí (punto 16)</p>	



<p>Ejemplar 13. <i>Enterolobium cyclocarpum.</i></p> <p>Río Tamesí (punto 16)</p>	
<p>Ejemplar 16. <i>Eichornia crassipes.</i></p> <p>Laguna Tortuga (punto 14)</p>	
<p>Ejemplar 18. <i>Mimosa pigra.</i></p> <p>Laguna Tortuga (punto 14)</p>	

## Bibliografía

Friedrich T., A. Kassam y F. Shaxson F. 2009. STOA Project “Agricultural Technologies for Developing Countries”—case study. Conservation agriculture. Institute of Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS), Forschungszentrum Karlsruhe.

INEGI. Sitio web oficial. URL. 2002.  
<http://mapserver.inegi.org.mx/geografia/espanol/estados/nl/rh.cfm?c=444&e=25>. Acceso 27 enero (2012).

Hurtado S. y A. Mora. 2007. Estudio de Flora y Vegetación Acuática del “Sistema Lagunario” de Rio Tamesí. Hábitat que Sustenta el Ecosistema.

Ingeniería de la Calidad del Agua S. A. de C.V. 1994. Estudio par alas restauración Ecológica de “Sistema Lagunario” del JRio Tamesí Primera Etapa Evaluación de Causasz y Efectos. Comisión Nacional del Agua. MEXICO.

Stasio, B.T., T Golemgski y D. M. Livingstone. 2009. Temperature as a Driving Factor in Aquatic Ecosystems, p. 690-698. En: Gene F. Likens (ed). Encyclopedia of Inland Waters. Vol 1, Elsevier.