

## **ANEXO 5**

### **DETALLE DEL TRABAJO PARA LA ELABORACIÓN DEL MAPA POTENCIAL DE HUMEDALES**

#### ***Objetivo general***

Conocer la localización de las áreas que de acuerdo con el tipo de drenaje, su cercanía a cuerpos de agua, corrientes de agua, etc., tienen altas posibilidades de ser humedales potenciales.

#### ***Objetivo específico***

Mapa base de humedales potenciales de México que servirá para el monitoreo y gestión de los mismos.

#### ***Área de estudio***

El área de estudio comprende la extensión de México, 1 964 375 km<sup>2</sup>, de los cuales 1 959 248 km<sup>2</sup> son superficie continental y 5 127 km<sup>2</sup> corresponden a su superficie insular.

#### ***Humedal potencial***

Son aquellas áreas que por sus características ecológicas (vegetación, suelo, agua, pendiente, etc.) tienen la capacidad de albergar un humedal, el cual existiría al ya no haber intervención humana alcanzando a formar un humedal potencial.

Un humedal potencial es aquel que se compone por comunidades vegetales en diferentes fases de la sucesión secundaria que al ya no haber intervención humana, alcanza a concluir el proceso de la sucesión desarrollándose la vegetación primaria típica de los humedales conservados.

El mapa de J. Rzendowski elaborado en 1992 de vegetación potencial y cuya representación es de 4 000 000, engloba a los humedales en dos tipos de vegetación, la acuática y subacuática; ambas ocupan 23 109.28 km<sup>2</sup> que equivalen al 0.179% de la superficie total del país.

La vegetación acuática y subacuática comprende a la vegetación de manglar, popal, tular, carrizales y parte de la selva caducifolia.

## **Material**

Bibliográfico. Se recopila el material cartográfico en sus diferentes temas: Uso del suelo y vegetación, Edafológica, Topográfica, Climas, etc., además de revisar la información disponible tal como publicaciones, trabajos de investigación públicos y privados, boletines, tesis; impresos o disponibles en Internet obteniendo antecedentes y referencias a observar durante la fase de validación.

## **Cartográfico**

TEMA	ESCALA	Archivo
<b>INEGI</b>		
Continuo Nacional de Uso del Suelo (serie I)	1:250 000	Shape
Continuo Nacional de Edafología (serie I)	1:250 000	Shape
Continuo Nacional Topográfico (serie II)	1:250 000	Shape
Continuo Nacional de Hidrológica Superficial (serie I)	1:250 000	Shape
Continuo Nacional de Climas	1:1 000 000	Shape
Continuo Nacional de Fisiografía	1:1 000 000	Shape
Marco Geoestadístico 2005	1:250 000	Shape
Regiones Ecológicas de América del Norte (Nivel I)	1:1 000 000	Shape
<b>CONABIO</b>		
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	1:250 000	Shape
Regímenes de humedad del suelo	1:4 000 000	Shape
Vegetación potencial de México	1:4 000 000	Shape
Regiones Hidrológicas Prioritarias	1:4 000 000	Shape
Regiones Marinas prioritarias	1:4 000 000	Shape
Regiones Terrestres Prioritarias	1:1 000 000	Shape
Clasificación de Regiones Naturales de México	1:4 000 000	Shape
<b>CONANP</b>		
Sitios Ramsar (68 sitios)		Shape
Áreas Naturales Protegidas (155 ANP)		Shape

## **Preproceso**

Parámetros de la cartografía. En esta etapa se examinaron los archivos digitales para conocer su sistema de coordenadas. El primer paso dentro del análisis fue la homologación de las cubiertas vectoriales para poder sobreponer la información y de esta manera realizar el análisis.

Parámetros con los que se trabajan las cubiertas vectoriales:

Proyección	Cónica Conforme de Lambert
Longitud meridiano central	-102.0
Primer paralelo	17.5
Segundo paralelo	29.5
Paralelo base	12 00 00
Falso este	2500000
Falso norte	0.0
Datum horizontal	ITRF_92
Esferoide	WGS84

*Continuos de información utilizados.* En esta etapa se realizó un análisis de información bibliográfica y el uso de técnicas de sistemas de información, en donde se generaron elementos de juicio cuyo objetivo fue encontrar factores causales y de tendencias que permitan obtener áreas potenciales de localización y distribución de humedales.

*Continuo Nacional de Uso del Suelo y Vegetación.* La coberturas nacionales de la carta de Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000, denominada serie I fue elaborada en el periodo de 1979-1991. Las técnicas y las herramientas que se utilizan para generar esta información fueron la fotografía aérea en formato de 23 por 23 cm, a escalas 1: 50 000, y fotos aéreas del Sistema Nacional de Fotografía Aérea (SINFA) en escala 1:75 000, ambas en formato blanco y negro de la década de los setentas. Esta información obtenida fue vaciada en un mapa base escala 1:250, 000.

*Continuo Nacional de Edafología.* La coberturas nacionales de la carta Edafológica escala 1:250 000, denominada serie I fue elaborada en el periodo de 1979-1991. En ella se señala la distribución de los suelos, clasificados de acuerdo con el sistema FAO/UNESCO (1968) modificado por la Dirección General de Geografía. Se indica la fase textural o cantidad de arena, limo y arcilla de la parte superficial del suelo; la presencia de fases químicas (salinidad y sodicidad) y físicas como grava, pedregosa y lítica, o estratos cementados.

*Continuo Nacional Topográfico.* La coberturas nacionales de la carta Topográfico escala 1:250 000, denominada serie II fue elaborada en el periodo de 1980-1990. Los temas que se retomaron del continuo nacional topográfico son cuerpos y corrientes de agua, ambas perennes e intermitentes, así como curvas de nivel.

*Continuo Nacional de Climas.* La coberturas nacionales de la carta de Climas escala 1:1 000 000 fueron elaboradas en el periodo de 1976-1980. La metodología utilizada es la clasificación de W. Köppen (1936), modificada para México por E. García (1964) y revisada y complementada por INEGI (1980).

*Continuo Nacional Hidrológica Superficial.* La coberturas nacionales de la carta Hidrología Superficial escala 1:250 000, denominada serie II, fue elaborada en el periodo de 1994-2000. Las unidades de escurrimiento son áreas donde la interacción de factores tales como cobertura vegetal, permeabilidad de los suelos y roca, cantidad de precipitación y pendiente del terreno, restringen en diferente grado la infiltración del agua en el terreno.

*Continuo Nacional Fisiográfico.* En 1979, al elaborar la Dirección General de Geografía del INEGI el sistema fisiográfico, se iniciaron los trabajos de delimitación de unidades fisiográficas del país a escalas 1:50 000 y 1:250 000, plasmando las características esenciales de cada una de las 86 áreas en que han sido subdivididas las quince provincias fisiográficas del

territorio mexicano, mismas que son denominadas subprovincias o discontinuidades fisiográficas, siendo éstas representadas a escalas 1:1 000 000 y 1:4 000 000.

*Continuo Nacional de Pendiente.* El continuo nacional de pendientes se generó a partir de las curvas de nivel de la carta topográfica escala 1:250 000, serie II. Este continuo se sobrepone a las áreas de información potencial (AIP) para evaluar en función de la estabilidad-inestabilidad a las comunidades de humedales.

*Continuo de Elevación Mexicano.* Iluminación y sombreado. Un método de mostrar el relieve relativo sobre mapas es por medio de métodos de sombreado.

### **Proceso**

Extracción de tipos de vegetación. Se seleccionó a partir de la cubierta de uso del suelo y vegetación serie I los tipos de vegetación, donde la probabilidad de encontrar un humedal es alta.

<i>Vegetación</i>	<i>Otro tipo</i>
<i>Bosque de galería</i>	<i>Área sin vegetación</i>
<i>Manglar</i>	<i>Agricultura de Humedad</i>
<i>Mezquital</i>	
<i>Palmar</i>	
<i>Popal</i>	
<i>Sabana</i>	
<i>Tular</i>	
<i>Vegetación de dunas costeras</i>	
<i>Vegetación de galería</i>	
<i>Vegetación gipsófila</i>	
<i>Vegetación halófila</i>	
<i>Pastizal gipsófilo</i>	
<i>Pastizal halófilo</i>	
<i>Pastizal natural</i>	
<i>Patizal-huizachal</i>	
<i>Selva alta perennifolia y subperennifolia</i>	
<i>Selva baja espinosa, perennifolia, subperennifolia</i>	
<i>Selva de galería</i>	
<i>Selva mediana perennifolia, subperennifolia</i>	

Según el diccionario de datos de la carta uso del suelo y vegetación de INEGI, la condición de ocurrencias de estas entidades pueden sobreponerse a cuerpos de agua y tienen prioridad sobre la entidad cuerpo de agua.

*Extracción de tipos de drenaje (Edafología).* Se extrajo de la cubierta edafológica serie I, las 4 clases de drenaje existentes en el país donde la probabilidad de encontrar un humedal es alta.

Nulo. Se deriva del primer tipo de unidad (suelo) que es dominante (50% o más) sobre el segundo tipo de suelo. Para el caso de suelos con

drenaje nulo la primera unidad de suelo corresponde al gleysol con subtipos de suelos como calcárico, distrito, eútrico, mólico y vértico.

Lento. Se deriva del primer tipo de unidad (suelo) que es dominante (50% o más) sobre el segundo tipo de suelo. Para el caso de suelos con drenaje lento las principales unidades de suelo que lo componen son vertisol, luvisol, rendzina y feozem con diversos subtipos de suelos.

Moderado. Se deriva del primer tipo de unidad (suelo) que es dominante (50% o más) sobre el segundo tipo de suelo. Para el caso de suelos con drenaje moderado las principales unidades de suelo que lo componen son litosol, regosol, xerosol y feozem con diversos subtipos de suelos.

Rápido. Se deriva del primer tipo de unidad (suelo) que es dominante (50% o más) sobre el segundo tipo de suelo. Para el caso de suelos con drenaje rápido la primera unidad de suelo corresponde al regosol, litosol, fluvisol, solonchak.

*Interpretación y análisis.* El análisis se realizó haciendo intercepciones de polígonos de información temática de la siguiente manera:

*Obtención de áreas de información potencial (AIP).*

Vegetación y Drenaje. Se hicieron combinaciones con los 25 tipos de vegetación y los cuatro tipos de drenaje presente en el suelo (rápido, moderado, lento y nulo). El resultado fue de cuatro cubiertas con áreas de información potencial (AIP), como parte de los resultados parciales de áreas con un alto potencial de ser humedales.

Cubierta uno: Vegetación (25 tipos) y Drenaje nulo. Presencia de pantanos. El gleysol es en México un suelo pantanoso. Suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte el año dentro de los 50 cm de profundidad. Son suelos muy variados en cuanto a su textura, pero predominan más los arcillosos. Esto trae como consecuencia que presenten serios problemas de inundación durante épocas de intensa precipitación. Para esta clase sólo se depuraron las áreas mínimas por debajo de 50 has.

Cubierta dos: Vegetación (25 tipos) y Drenaje lento. En esta categoría los suelos histosol están presentes en un mayor número de sitios, pues son estos suelos los que marcan la presencia de comunidades "semejantes" a las turberas. El suelo histosol lo conforman los suelos de tejidos orgánicos con alta capacidad de retener humedad. Se encuentran restringidos a sitios donde se acumulan desechos orgánicos y agua, lo que favorece que sean suelos mal aireados además de que las bacterias anaerobias destruyen la celulosa sin crear humus.

Cubierta tres: Vegetación (25 tipos) y Drenaje moderado. En el concepto de drenaje moderado están los suelos con mayor presencia en México. Se encuentran ubicados en muy diversos climas y relieves que van desde sierras

hasta terrenos planos. Son poco profundos o someros y muchas veces tienen aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza.

Cubierta cuatro: Vegetación (25 tipos) y Drenaje rápido. El drenaje rápido está formado por suelos que se encuentran en muy diversos climas, vegetación y relieve, son pobres en materia orgánica y poco desarrollados. En este criterio entran con mayor abundancia los fluvisoles, que son literalmente suelos de ríos formados por material acarreado por agua. Otros como los solonchak tienen acumulación de salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país.

Al interceptar la vegetación con los tipos de drenaje se generaron áreas de información potencial (AIP), como parte de los resultados parciales de zonas con un alto potencial de ser humedales.

*Áreas de información potencial (AIP) + Cuerpos y corrientes de agua.* La información que arroja el criterio de vegetación y suelo, junto con el de agua, es muy importante, debido a que los humedales se encuentran entre los ecosistemas naturales más utilizados por el ser humano, obteniéndose con ello, en la base de datos, información adicional para el análisis discriminatorio de los polígonos con altas posibilidades de formar humedales potenciales.

Según la clasificación de los ríos y cuerpos de agua, éstos son de dos tipos, por su estacionalidad: perennes con agua todo el año, e intermitentes con agua sólo en algunos meses del año, por lo general en la época de lluvia.

Para el criterio de cercanía con cuerpos de agua, sólo se dejaron los polígonos que estuvieran a una distancia menor de 2mm, área mínima para la escala 1: 250 000, y en el caso de las corrientes de agua (intermitente o perenne) tendrían que sobreponer o ser intersecados por las AIP.

*Áreas de información potencial (AIP)+ Pendiente del terreno (0-3°).* Al combinar la pendiente (0-3°) con polígonos que presentan algún tipo de drenaje o vegetación y en donde son intersecados por corrientes y/o se encuentran cercanos a cuerpos de agua, se reúnen las condiciones que dan lugar a un tipo de humedal potencial.

*Verificación de las AIP.* Hasta este momento los AIP presentan información de vegetación, drenaje, características, cuerpos y corrientes de agua, además de la PENDIENTE; a partir de la presencia o ausencia de estos valores en cada uno de los polígonos se realizará su selección. Esta selección es de polígono por polígono, para dejar sólo aquellas que cumplan con los criterios mencionados.

*Análisis básico de humedales.* Existen cuatro elementos claves que sirven para la caracterización y delimitación de un humedal

- 1 La existencia (permanente o temporal) de una lámina de agua más o menos profunda.

- 2 La presencia de suelos hidromorfos.
- 3 La existencia de una vegetación de freatofitas (plantas que crecen principalmente a lo largo del curso de una corriente de agua y/o donde sus raíces alcanzan la franja capilar) o una zona saturada de agua subterránea relativamente próxima a la superficie.
- 4 La aparición de una vegetación de hidrófilas que crecen en el agua o en sustratos que, al menos periódicamente, poseen condiciones anaeróbicas (falta de oxígeno) por un exceso de agua.

*Validación de las AIP.* Durante la validación de las AIP y de acuerdo con el análisis, éstas deben de cumplir con uno o todos los parámetros siguientes:

- Presentar un tipo de vegetación
- Tener por lo menos una clase de drenaje del suelo
- Desarrollarse sobre una llanura o depresión
- Estar relacionado con uno o varios cuerpos de agua (intermitente o perenne)
- Intersecar con corrientes de aguas (intermitente o perenne)
- Presentan una pendiente por debajo de 3°, a menos que se hayan desarrollado directamente sobre una corriente de agua

Con base en cada uno de los criterios mencionados se analizan los polígonos de humedales, y de esta manera se corrigen y modifican dejando sólo aquellos que cumplan con uno o todos los parámetros.

*Validación del área mínima de las AIP.* El área mínima con la que cumple cada uno de los polígonos es de 50 ha.

Equivalencias	
Hectáreas (ha)	= 10,000 Metros cuadrados (m <sup>2</sup> )
Hectáreas (ha)	= 100 Kilómetro (km)

*Regionalización de Humedales.* La finalidad principal de regionalizar a los humedales potenciales es poder agrupar la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico, estableciendo grandes unidades en donde los humedales presentan similitudes en estructura y función, facilitando así su posterior clasificación y definición operativa.

La regionalización de los humedales se basó en el mapa de Regiones Ecológicas de América del Norte (Nivel I), el cual agrupa a los principales ecosistemas y proporciona una perspectiva de mosaico ecológico.

### **Resultado**

Los humedales de México son comunidades que están siendo deforestadas, transformadas o reducidas por el hombre. Este estudio es una primera etapa. Trata de dar a conocer con base en una cartografía todos los humedales que existirían más allá de los humedales costeros, los cuales tienen el mismo valor ecológico que los localizados en el desierto, en el altiplano o en la sierra.

Si se toma en cuenta que la superficie de México es de 1 964 375 km<sup>2</sup>, de los cuales 1 959 248 km<sup>2</sup> son superficie continental y 11 122 km forman la línea de costa, una primera aproximación de la superficie total que cubrirían los humedales potenciales en México sería de 6.54%.

<b>SUPERFICIE</b>	<b>km</b>	<b>%</b>
CONTINENTAL	1 959 248 000	100
NO HUMEDAL	1 831 124 085	93.46
HUMEDAL	128 123 915	6.54

Tabla 1. Porcentaje de superficie de los humedales potenciales de México

El concepto de superficie de HUMEDAL incluye los límites del suelo y/o la vegetación y los cuerpos de agua, es decir, el humedal engloba a estos tres parámetros principalmente y son los que marcan su límite como humedal potencial. En la Tabla No. 2 se desglosa al humedal.

<b>SUPERFICIE</b>	<b>km</b>	<b>%</b>
<b>HUMEDAL</b>	<b>128 123 915</b>	<b>100</b>
<i>Agua</i>	<i>28 204 260</i>	<i>22.01</i>
<i>Vegetación + suelo</i>	<i>96 988 992</i>	<i>75.7</i>
<i>Antropogénico (agricultura de humedad)</i>	<i>2 930 663</i>	<i>2.29</i>

Tabla 2. Porcentaje de superficie de los humedales potenciales de México.

Las clasificaciones de los humedales pueden ser muy diversas y formarse bajo contexto zonal, que enmarca el ámbito fisiográfico, continental o litoral en el que se ubica el humedal, siendo éste para México de 7 regiones ecológicas que abarcan la parte continental y litoral, que corresponden a California Mediterránea, Desiertos de América del Norte, Elevaciones Semiáridas Meridionales, Grandes Planicies, Selvas Calido-Húmedas, Selvas Calido-Secas, Sierras Templadas.

<b>ECORREGION</b>	<b>ZONA</b>	<b>POLIGONOS</b>
DESIERTOS DE AMERICA DEL NORTE	ZONA DESERTICA	573
SELVAS CALIDO-HUMEDAS	ZONA CALIDO-HUMEDA	545
ELEVACIONES SEMIARIDAS MERIDIONALES	ZONA SEMIARIDA	475
SELVAS CALIDO-SECAS	ZONA CALIDO-SECA	325
GRANDES PLANICIES	ZONA DE PLANICIES	157
CALIFORNIA MEDITERRANEA	ZONA CALIDA	49
SIERRAS TEMPLADAS	ZONA TEMPLADA	34
TOTAL		2 158

La vegetación que se presenta en los humedales potenciales es bosque de galería, huizachal (en parte), manglar, mezquital, palmar, pastizal-huizachal (en parte), pastizal gipsofílo, halófilo y natural, popal, sabana, selva alta, mediana y baja, selva de galería, tular, vegetación de dunas costeras, de desiertos arenosos, de galería y halófila así como áreas sin vegetación aparente.

Además de estos tipos de humedales, se incluyó un grupo de humedales que, por su estrecha vinculación con la actividad humana, se han denominado humedales antropogénicos: **humedales culturales** como el entarquinamiento o agricultura de humedad. La permanencia del entarquinamiento como técnica de riego permite la utilización de aguas torrenciales y el incremento de la frontera agrícola en diferentes regiones del país, particularmente en el Bajío mexicano; en la actualidad el entarquinamiento continúa siendo empleado como técnica de riego.

Asimismo, se podrían incluir a los canales y chinampas de Xochimilco, en el Distrito Federal, que son un vestigio de la agricultura mexicana o azteca típica de la zona central del país, y que conservan aún connotaciones culturales muy arraigadas e importantes para los mexicanos (además de conservar tradiciones de uso del suelo, y una biodiversidad muy importante). Un tipo de manejo del suelo saturado con fines de producción agrícola similar a lo de las chinampas se da en Tabasco, con el cultivo de los marceños – parcelas productivas rodeados por canales, que se realizan en la primavera (marzo, precisamente) para aprovechar la humedad del suelo para la producción de cultivos.

También quedan agrupados en esta denominación los **humedales artificiales** como algunos embalses, represas en vaguadas o charcas ganaderas, etc.

Se trata de cuerpos de agua que, aunque no pueden considerarse estrictamente humedales por no ser ecosistemas naturales, tienen un valor ambiental considerable, ya que por sus características de manejo constituyen hábitats esenciales para la conservación de determinados grupos de especies (aves, anfibios, plantas acuáticas, etc.).

## Cartografía de humedales potenciales de México Nivel Nacional



**Fig. 6.** Distribución de humedales potenciales en México

