



**UNIVERSIDAD DE SOTAVENTO A. C.  
ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



---

---

**TÍTULO:**

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RESTAURACIÓN DE  
HUMEDALES EN LA REGIÓN DE COATZACOALCOS-MINATITLÁN**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERA INDUSTRIAL**

**PRESENTA:**

**ISAURA CAMACHO GONZÁLEZ**

**ASESOR DE TESIS:**

**ING. SUSANA ELVIRA GONZÁLEZ CARRASCO**

**COATZACOALCOS, VER.**

**FEBRERO 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **RESUMEN**

En la presente investigación se toman como referencia proyectos que están relacionados con la remediación y cuidado de ecosistemas, como los del objeto de estudio, se visualizaron métodos y técnicas para restauración de humedales y ecosistemas similares, se presenta una propuesta que pretende llevar a cabo modificaciones en los factores alterados por la mano del hombre en los humedales de la región, esperando que estos ecosistemas, se conviertan en zonas de beneficios para la población de la región Coahuila de Zaragoza y Minatitlán así como regiones cercanas y poder conservar estos ecosistemas de forma adecuada.

## **TITULO**

PROPUESTA DE UN SISTEMA DE RESTAURACIÓN DE HUMEDALES EN LA REGIÓN DE COATZACOALCOS- MINATITLAN.

**Dedicatoria:**

A la memoria del Ing. Juan Antonio Haaz Ortiz.

### **Agradecimientos:**

Primero a dios que estuvo ayudándome en cada momento para finalizar este trabajo, por otorgarme fortaleza y perseverancia.

A mi familia pese a que no conocían el tema me aconsejaron y apoyaron, principalmente a mi madre que fue mi guía y consejera cuando las ideas se hacían confusas y las palabras ilegibles por eso y más gracias.

A mis maestros que contribuyen a mi formación como profesionista por compartir sus conocimientos.

A la Ing. Susana Elvira González Carrasco, Por sus consejos, orientación, correcciones y paciencia por otorgarme su invaluable tiempo, muchas gracias ya que sin su asesoría no podría haber sido posible finalizar esta tesis.

A la ing. Virginia Arias Márquez por su apoyo y labor como directora de carrera.

Por último a toda institución y persona que me otorgaron información para la realización de este trabajo, contribuyendo a llegar a buen término.

# INDICE

INTRODUCCIÓN	11
JUSTIFICACION	13
CAPITULO I	14
PROBLEMA	15
HIPÒTESIS	16
OBJETIVO GENERAL	17
Objetivo específico	17
ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA PROPUESTA	18
ESTRATEGIAS DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA	20
CAPITULO II	21
ANTECEDENTES	22
2.1. ORGANIZACIONES EN EL MUNDO ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES	22
2.1.1. RAMSAR	22
2.1.2. WETLAND	23
2.1.3. BIRDLIFE INTERNACIONAL	25
2.1.3.1. EL TRABAJO A FAVOR DE LOS HUMEDALES	26
2.1.4. LA UNION ITERNACIONAL PARA LA CONSERVACION DE LA NATURALEZA (UICN)	27
2.1.4.1FONDO MUNDIAL PARA LA NATURALEZA (WWF)	28
2.1.4.2. RAMSAR Y WWF	29
2.1.5. OTRAS CONVENCIONES A NIVEL MUNDIAL RELACIONADA CON LA CONSERVACION DE LOS HUMEDALES	29
2.2. ORGANIZACIONES NACIONALES ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES	29
2.2.1. RAMSAR MEXICO	29
2.2.2.1.1. LA CONANP Y RAMSAR	30

2.2.1.2 CONANP Y ASOCIACION INTERAMERICANA PARA LA DEFENSA DEL AMBIENTE (AIDA)	31
2.2.1.3. ESTRATEGIA MEXICANA DE COMUNICACIÓN, EDUCACIÓN, CONCIENCIACIÓN Y PARTICIPACIÓN (CECoP) EN HUMEDALES 2010-2015	33
2.2.2. COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)	36
2.2.2.1. ACCIONES PARA LOS HUMEDALES CONAFOR	36
2.2.3. ESPACIOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE. A.C.	37
2.2.4. INTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA Y CAMBIO CLIMATICO (INECC)	38
2.2.4.1. INECC y el inventario nacional de los humedales	39
2.2.5. PRONATURA MEXICO, A.C.	40
2.2.5.1. PRONATURA MEXICO, A.C. a nivel nacional.	41
2.3. ORGANIZACIONES EN EL ESTADO DE VERACRUZ ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES	41
2.3.1. RAMSAR EN VERACRUZ	41
2.3.2. INSTITUTO DE ECOLOGIA A.C (INECOL)	43
2.3.2.1. INVESTIGACIONES DE INECOL EN VERACRUZ	44
2.3.2.2. INECOL Y OTRAS ORGANIZACIONES EN VERACRUZ	45
2.3.3. PRONATURA VERACRUZ	45
2.3.4. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA (INEGI) XALAPA	48
2.3.4.1. RECOMENDACIONES DEL INEGI	49
2.3.5. PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DE VERACRUZ (SINACVER)	49
2.4. ORGANIZACIONES EN EL MUNICIPIO DE COATZACOALCOS Y MINATITLAN DEL ESTADO DE VERACRZ ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES	50
2.4.1. SEDEMA Y SEMARNAT	50
2.4.2. LIMBO Ambientalistas comprometidos, A.C.	51
2.4.2.1. Actividad Desarrollada	52
2.4.3. SEMARNAT E INTITUCIONES PUBLICAS Y DE GOBIERNO TOMARAN MEDIDAS SOBRE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES	54

2.4.3.1. CONABIO Y LA LAGUNA DEL OSTION	55
2.4.3.2. Proyectos de conservación, restauración o rehabilitación del manglar	55
2.4.4. Petróleos mexicanos y el instituto politécnico nacional, programa de remediación del pantano de santa alejandrina, anexo a la refinera lázaro cárdenas de Minatitlán	57
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>59</b>
<b>3. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL</b>	<b>60</b>
<b>3.1. HUMEDALES</b>	<b>60</b>
3.1.1. ¿Que son los humedales?	60
3.1.2. Tipos de humedales	60
3.1.3. FUNCIONES DE LOS HUMEDALES	61
3.1.4. Los sustratos en los humedales	63
3.1.5. Tipos de vegetación en los humedales	64
3.1.6. Microorganismos en los humedales	65
<b>3.2. VERTEDEROS A CIELO ABIERTO</b>	<b>65</b>
3.2.2. Lixiviados	67
3.2.3. Clasificación de lixiviados	67
<b>3.3. RESTAURACION ECOLOGICA</b>	<b>68</b>
3.3.1. Atributos de los ecosistemas restaurados	70
3.3.2. Terminología	72
3.3.3. Los ecosistemas y la restauración	78
3.3.4. El monitoreo y evaluación del ecosistema a restaurar	80
3.3.5. Planes a seguir para la restauración	81
3.3.6. La restauración y la economía de la restauración	82
<b>3.4. METODOS DE RESTAURACION</b>	<b>82</b>
3.4.1. Fitorestauración	82
3.4.2. Fitoextracción	83
3.4.3. Fitodegradación	84

3.4.4. Bombeo biológico_____	84
3.4.5. Extracción_____	84
<b>CAPÍTULO IV_____</b>	<b>85</b>
<b>4. Sitio designado para la restauración en el humedal Coatzacoalcos y Minatitlán_____</b>	<b>86</b>
4.1. Descripción general del sitio_____	86
4.1.1 Flora y fauna endémica _____	89
4.2. Condición actual de la zona de los basureros de las matas_____	92
4.2.1. Problemática social_____	93
4.3. Consecuencias que se producen en la zona por la situación actual _____	95
<b>CAPÍTULO V_____</b>	<b>97</b>
<b>5. Las ventajas de un sistema de fitorestauración a comparación de otros procesos de bioremediación_____</b>	<b>98</b>
5.1. La efectividad de la fitorestauración_____	99
5.2. Propuesta del sistema de restauración en humedales de Coatzacoalcos y Minatitlán_____	100
5.3. Costo beneficio_____	104
5.3.1. Análisis costo beneficio_____	110
5.4. Acercamiento a posibles soluciones con alternativa_____	111
<b>CONCLUSIÓN_____</b>	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA_____</b>	<b>115</b>
<b>ANEXO_____</b>	<b>118</b>
<b>TABLAS DE CLASIFICACION DE LA CONVENCION RAMSAR SOBRE HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL_____</b>	<b>119</b>
Tabla rango de composición típica de lixiviados en México_____	123
<b>ESQUEMAS REALIZADOS CON SKETCHUP_____</b>	<b>125</b>
Norma oficial mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003_____	129
Norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003_____	130
Norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005_____	131

**LISTADOS DE NORMAS DE METALES PESADO Y COMO EFECTAN LA SALUD DEL SER HUMANO\_\_\_\_\_132**

**TABLA DE PRINCIPALES PROBLEMAS Y SUS CAUSAS DERIVADOS DE LA EXISTENCIA DE TIRADEROS DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES, A CIELO ABIERTO\_\_\_\_\_135**

## INTRODUCCIÓN

El término humedales se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, costeros y marinos que comparten ciertas características. Generalmente se les identifica como áreas que se inundan temporalmente, donde la napa freática aflora en la superficie o en suelos de baja permeabilidad cubiertos por agua poco profunda. Todos los humedales comparten una propiedad primordial: el agua juega un rol fundamental en el ecosistema, en la determinación de la estructura y las funciones ecológicas del humedal.

Por ello se presentan diversos modelos ambientales que cuentan con características que nos benefician para la toma de decisiones en la selección y creación de un sistema de restauración para el objeto de estudio, así como el análisis de técnicas que se emplearan para complementar lo propuesto en este trabajo y llevar a cabo los objetivos del mismo, que van desde dar a conocer el objeto de estudio, sus características y ubicación, el deterioro de este y porque se encuentra en ese estado y que hacer, para reducir el daño que este presenta, como aprovechar los beneficios de estos ecosistemas cuando se encuentran en buen estado.

Por lo cual en el primer capítulo, se presenta el problema, se plantea la hipótesis, el objetivo general de la propuesta, objetivos específicos, también se exponen alcances, limitaciones, que generan estrategias del sistema.

El segundo capítulo está conformado por los antecedentes, son toda organización, instituciones y asociaciones., relacionadas con los humedales y su restauración a nivel mundial, nacional, estatal y regional.

En el tercer capítulo, se encuentra el marco teórico y conceptual, donde se definen los conceptos de humedales, tipos de humedales, sus funciones y más características de estos ecosistemas, la definición de los vertederos a cielo abierto, los lixiviados que se generan por la acumulación de la basura y los tipos que existen, se

describe la restauración ecológica, relacionados con el ecosistema, términos, monitoreo, evaluación y planes a seguir para una restauración; se introducen los términos de la fitorestauración, fitoextracción , fitodegradación, bombeo ecológico y extracción que conforman la propuesta del sistema.

El cuarto capítulo se localiza el sitio asignado para la restauración, la descripción general, condiciones actuales de la zona y consecuencias que se producen por la situación actual.

El quinto capítulo se muestra porque la fitoremediación y no otro proceso de biorremediación, se expone la efectividad de la fitorestauración gracias a las plantas que lo realizan se explica la propuesta del sistema conformada por pasos en donde se explican los métodos a seguir en cada uno, el análisis costo beneficio y un acercamiento a una posible solución una vez que el sistema se haya llevado a cabo para que este mismo problema no se presente.

## JUSTIFICACIÓN

Los humedales actúan como filtros previniendo el aumento de nitritos, los cuales producen eutrofización. La relación del suelo, el agua, las especies animales, los vegetales y los nutrientes permiten que desempeñen estas funciones y generen vida silvestre, pesquerías, recursos forestales, abastecimiento de agua y fuentes de energía. La combinación de estas características permite que sean importantes para la sociedad.

Al realizar la remediación de la zona donde se encuentran los vertederos de tres municipios, se reducirán de manera considerable los incendios que se presentan en el área y ocasionan problemas de salud en los pobladores del ejido tacoteno, por el humo que en estos conatos se genera e impide la circulación en el tramo de la carretera Coatzacoalcos y Minatitlán.

El proyecto influirá en la preservación de la flora y la fauna de la región, la recuperación de la biodiversidad en donde por causa de las perturbaciones generadas por el ser humano, muchas de las especies pertenecientes a estos hábitat han emigrado de los humedales por las aves de rapiña que atrae la basura depositada en el humedal.

Este sería el inicio para que otros proyectos de remediación y restauración ambiental se puedan llevar a cabo en el humedal y podría tener diversos impactos en los pobladores de la región.

Por los beneficios que otorgaran a la sociedad, una de las consecuencias de restaurar los humedales es el impacto en el sector turístico de ambos municipios, este trabajo sería un beneficio al aplicar el sistema de restauración de humedales en la región.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA**

El deterioro y desaparición de los humedales es el principal obstáculo a vencer en la restauración de los mismos de la región Coatzacoalcos, Minatitlán. En estos últimos años con los problemas de abastecimiento de agua y el cambio climático, los humedales han jugado un papel fundamental para mantener la calidad de las aguas de consumo doméstico y han mitigado mucho de los efectos de cambio climático sobre la biodiversidad

## **HIPÒTESIS**

Proponer un sistema de restauración de humedales ayudará a la recuperación y conservación de estos ecosistemas en la región de Coatzacoalcos, Minatitlán.

## **OBJETIVO GENERAL**

Proponer un sistema que permita restaurar en la zona del basurero que comprenden los humedales, aminorando así la extinción de ecosistemas endémicos de la región Coatzacoalcos-Minatitlán

### **Objetivos específicos**

- Identificar la situación del humedal, de la región Coatzacoalcos- Minatitlán.
- Proponer un sistema de restauración en la zona comprendida como el predio las matas en los humedales de Coatzacoalcos y Minatitlán.

## **ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA PROPUESTA.**

El análisis DAFO, también conocido como análisis FODA o DOFA, es una metodología de estudio de la situación de un proyecto, analizando sus características internas (Debilidades y Fortalezas) y su situación externa (Amenazas y Oportunidades) en una matriz cuadrada.

El análisis es muy simple y claro, pero esta simplicidad está conformado por fundamentos de la administración, por medio del procesamiento de la información para la toma de decisiones, esta metodología se divide en un análisis interno por medio de este se pueden identificar los recursos disponibles, la rentabilidad, la investigación y desarrollo e innovación y el análisis externo la determinación de posibles oportunidades de éxito, factores que no podemos controlar, como los económicos, políticos, legales, sociológicos, tecnológicos.

Al llevarse a cabo las acciones se deben considerar el aprovechamiento de las oportunidades que se detectaran en el análisis y eliminar las amenazas; sin dejar de tener conciencia de las debilidades y fortalezas, posteriormente fijamos nuestros objetivos, elegiremos la estrategia para llegar a ellos mediante acciones.

<b>ANALISIS DAFO</b>	
<p><b>FORTALEZAS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.-Existencia de normas y legislaciones que regulan la preservación de los humedales</li> <li>2.-La propuesta del sistema de restauración de humedales es económica y amigable con el medio.</li> <li>3.Crecimiento de proyectos en disposición final de residuos en el país.</li> </ol>	<p><b>OPORTUNIDAD:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Falta de un relleno sanitario para la región.</li> <li>2.- La restauración ambiental es cada vez más utilizada en el mundo.</li> <li>3.- Los ejidatarios de la zona piden retirar basura de sus predios.</li> </ol>
<p><b>DEBILIDAD:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de cultura ambiental en la región.</li> <li>2.Desconocimiento de legislación ambiental en la zona.</li> <li>3.Mal manejo de residuos municipales.</li> </ol>	<p><b>AMENAZAS:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.falta de recursos por parte del gobierno estatal y federal.</li> <li>2.intervención de intereses políticos de la región.</li> <li>3.cambios de administración</li> </ol>
<b>Tabla de datos 1</b>	Análisis DAFO, Fuente: elaborado: en noviembre del 2015

## **ESTRATEGIAS DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA**

En función del análisis DAFO con respecto a algunas situaciones que interviene en la zona a restaurar se realizaron las estrategias que se muestran a continuación:

1.-Pese a la falta de cultura ambiental en la región, existen normas y legislaciones ambientales que favorecen la preservación de los humedales de la región.

2.-Aunque se desconocen las legislaciones ambientales en la zona, la propuesta del sistema de restauración de humedales es de aplicación práctica y económica.

3.-En el municipio existe un mal manejo de la basura pero actualmente se están creando proyectos para la disposición final de residuos en el país.

4.-Por el momento no se han autorizado recursos por parte del gobierno estatal y federal, pero los ejidatarios de la zona piden que se retire la basura de sus predios.

5.-En la actualidad la región no cuenta con un relleno sanitario pero podemos esperar que la siguiente administración tenga mejores estrategias y más interés en materia ambiental.

6.- Pueden intervenir intereses políticos en la restauración ambiental de la región, pero esta se está haciendo cada vez más conocida en el mundo.

## **CAPÍTULO II**

## **ANTECEDENTES**

### **2.1 ORGANIZACIONES EN EL MUNDO ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES**

#### **2.1.1 RAMSAR**

Ramsar es el más antiguo de los acuerdos ambientales intergubernamentales mundiales. El tratado fue negociado a través de la década de 1960 por los países y las organizaciones no gubernamentales preocupadas por el aumento de la pérdida y degradación de los hábitats de los humedales para las aves acuáticas migratorias. Fue adoptada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975.

La misión de la Convención es "la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo".

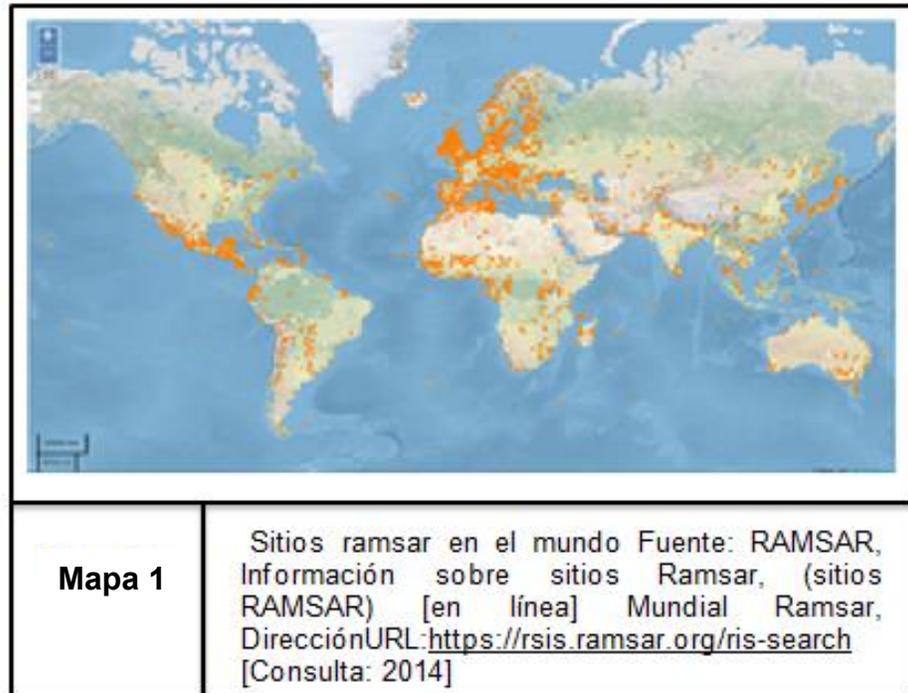
Los humedales figuran entre los ecosistemas más diversos y productivos. Ellos proporcionan servicios esenciales y facilitan toda nuestra agua dulce. Sin embargo, ellos siguen siendo degradados y convertidos a otros usos.

La Convención emplea una definición amplia de los humedales. Incluye todos los lagos y ríos, acuíferos subterráneos, pantanos y marismas, pastizales húmedos, turberas, oasis, estuarios, deltas y llanuras mareales, manglares y otras zonas costeras, arrecifes de coral, y todos los sitios artificiales como estanques piscícolas, Arrozales, embalses y salinas.

En virtud de los "tres pilares" de la Convención, las Partes Contratantes se comprometen a:

Trabajar en pro de la utilización racional de todos sus humedales;

Designará humedales idóneos para la lista de Humedales de Importancia Internacional (la "Lista de Ramsar") y garantizar su gestión eficaz; Cooperar en lo internacional sobre los humedales transfronterizos, los sistemas de humedales compartidos y las especies compartidas.



### 2.1.2 WETLAND.

Wetlands<sup>1</sup>internacional es una organización mundial de conservación, sin fines de lucro, que opera sobre bases científicas y produce instrumentos e información para brindar asistencia destinada al desarrollo y aplicación por parte de los gobiernos de las políticas, convenios y tratados que son necesarios para lograr la conservación de los humedales.

“Somos una fuente de consulta especializada sobre temas relativos a los humedales y a las acciones prioritarias para su conservación y uso racional, proveyendo de análisis científicos y de nuestra experiencia en programas de conservación y manejo a nivel mundial y nacional. Nuestro trabajo responde a las necesidades expresadas por gobiernos, sectores productivos, comunidades locales y otros interesados directos”.

<sup>1</sup> Wetlands international, P.O. Box 471, 6701 AL Wageningen, Holanda.

Al ocuparnos de las principales necesidades de conservación de los humedales de ámbito mundial actuamos como un catalizador para la cooperación intersectorial, las asociaciones y el desarrollo de redes. Buscamos combinar nuestras capacidades con las de otras organizaciones asociadas, a través de la colaboración interregional y programas multisectoriales que demuestran soluciones innovadoras para los problemas relativos al manejo de los humedales in situ.

Si se los compara con otros biomas, los humedales hacen una contribución significativamente alta a la biodiversidad mundial. Sin embargo, la tasa de pérdida y deterioro de los humedales se está acelerando en muchas regiones del mundo. Las acciones para la conservación y uso racional de los humedales pueden hacer una contribución significativa a la conservación de la biodiversidad, al desarrollo sostenible y la mitigación de la pobreza, mediante la salvaguarda de las especies que dependen de los humedales, de recursos hídricos de mucho valor, y de otros productos y servicios de los humedales.

Creemos que el bienestar espiritual, físico, cultural y económico de la gente depende de la salvaguarda y restauración de los humedales a nivel mundial. Consideramos que se le debe otorgar una mayor preeminencia a su conservación y uso racional como una contribución al desarrollo sostenible. Son necesarias una mejor gobernanza y acciones concertadas por parte de todos los sectores sociales, desde el nivel mundial al local, para mantener los humedales y su variedad de valores y servicios, para las generaciones presentes y futuras.

Nuestra visión a largo plazo es que los humedales y los recursos hídricos se conservan y gestionan teniendo en cuenta toda la gama de sus valores y servicios, para beneficio de la biodiversidad y del bienestar humano.

## Valores

En el trabajo a través de todas nuestras oficinas y con nuestros asociados mantenemos los siguientes valores básicos:

- Nuestro trabajo tiene validez mundialmente.
- Nuestro trabajo tiene sólidas bases científicas e incorpora el conocimiento tradicional.
- Trabajamos mediante asociaciones y con una amplia gama de distintos sectores.
- Respetamos los valores tradicionales.
- Trabajamos de manera transparente y rendimos cuenta de lo que hacemos.

### 2.1.3 BIRDLIFE INTERNACIONAL

BirdLife<sup>2</sup> internacional fue fundada en 1922 por los estadounidenses ornitólogos T. Gilbert Pearson y Jean Theodore Delacour. Como el comité internacional para la protección de las aves, este cabildeo grupo cambió su nombre en 1993 a BirdLife internacional.

BirdLife International es una red de más de 110 organizaciones no gubernamentales nacionales de conservación que comparten información, planes y programas, aprendiendo unos de otros para alcanzar la conservación efectiva de la biodiversidad, basada en la ciencia.

Como una de las Organizaciones Internacionales Socias, BirdLife trabaja de cerca con Ramsar desde los inicios de la Convención. Los socios de BirdLife en el mundo apoyan a sus Gobiernos para cumplir la misión de la Convención: “la conservación y uso sostenible de todos los humedales a través de acciones nacionales y de

cooperación internacional, como una contribución hacia el logro del desarrollo sostenible”. Staff, miembros, voluntarios y colaboradores de los socios de BirdLife están involucrados en el seguimiento de

---

<sup>2</sup> Oficina global BirdLife de Wellbrook corte, Girton Road, Cambridge, CB3 0NA REINO UNIDO.[consulta enero del 2015]

humedales, concienciación, capacitación e investigación, y desarrollan puestas en función políticas y legislaciones.

En 2011, las Secretarías de BirdLife y Ramsar renovaron y “refrescaron” su Memorando de Cooperación, haciendo un fuerte énfasis en los vínculos nacionales y regionales. El Memorando constituye la base ideal para el crecimiento y la consolidación constructiva de la cooperación entre Gobiernos y los socios de BirdLife.

### **2.1.3.1 EL TRABAJO A FAVOR DE LOS HUMEDALES**

Fomentar la conciencia nacional sobre los humedales Como Punto Focal ONG del Programa de Comunicación, Educación, Concienciación y Participación (CECoP), Malaysian Nature Society trabaja con el Gobierno, empresas y otros socios en un dinámico programa público de concienciación<sup>3</sup>.

Restauración de humedales para el beneficio de las aves y la gente En la Bahía Alta de Panamá, un sitio clave para las aves playeras migratorias en América, la Sociedad Audubon de Panamá capacita a grupos locales de conservación y restaura bosques de manglares, protección natural que también proporciona sustentó de vida y contribuye al alivio de la pobreza.

Restauración de hábitat a escala de paisaje Nature Iraq trabaja para nuevamente traer vida a las Marismas de Mesopotamia, un excepcional complejo de humedales dañado a causa del drenaje inducido en el pasado por un mandato político gubernamental. La organización entrena a biólogos locales para realizar el seguimiento y manejo de marismas, y en asociación con el Gobierno buscan establecer el primer parque nacional de Irak.

---

<sup>3</sup> Los socios de BirdLife apoyan a los gobiernos del mundo a implementar Ramsar, para contactar a nivel mundial: [www.birdlife.org](http://www.birdlife.org) o, resección de información [wetlands@birdlife.org](mailto:wetlands@birdlife.org)..[consulta 2012]

## 2.1.4 LA UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN)

<sup>4</sup>Una asociación única de miembros. Fundada en 1948 como la primera organización medioambiental global del mundo. Con el nombre de **Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza** con siglas (UICN)

Actualmente es la red global de profesionales de la conservación más grande y más antigua del mundo.

Una autoridad líder en temas de medioambiente y desarrollo sostenible.

Más de 1.200 organizaciones miembros en alrededor de 160 países, incluyendo 200+ organizaciones gubernamentales y 800+ no gubernamentales.

Además de 11.000 científicos y expertos voluntarios agrupados en seis Comisiones. Más de 1.100 profesionales en 45 oficinas alrededor del mundo.

Un foro neutral para gobiernos, ONG, científicos, empresas y comunidades locales para encontrar soluciones pragmáticas para los desafíos de la conservación y el desarrollo. Miles de proyectos de campo y actividades alrededor del mundo.

Gobernado por un Consejo elegido por las organizaciones miembros cada cuatro años durante el Congreso Mundial de la Naturaleza de UICN.

Financiada por gobiernos, agencias bilaterales y multilaterales, fundaciones, organizaciones miembro y corporaciones.

Condición de Observador ante la Asamblea General de las Naciones Unidas.

**Conocimiento:** UICN desarrolla y apoya ciencia de vanguardia para la conservación, particularmente en especies, ecosistemas, biodiversidad y el impacto que estas tienen en los medios de vida humanos.

**Acción:** UICN ejecuta miles de proyectos de campo alrededor del mundo para manejar mejor los ambientes naturales.

---

<sup>4</sup> IUCN Centro para la Naturaleza, Rue Mauverney 28 1196, Gland, Suiza, numero de contacto 41 (22) 999-0000 o contactar a [press@iucn.org](mailto:press@iucn.org)

**Influencia:** UICN apoya a los gobiernos, ONG, convenciones internacionales, organizaciones de las naciones unidas (NU), compañías y comunidades para desarrollar leyes, políticas y mejores prácticas.

#### **2.1.4.1 FONDO MUNDIAL PARA LA NATURALEZA (WWF)**

El Fondo Mundial para la Naturaleza se fundó por iniciativa del príncipe Bernhard of Lippe-Biesterfeld de Holanda, el mismo que fundó el Grupo Bilderberg, y un grupo de individuos comprometidos con la naturaleza, quienes crearon una red mundial con influencia en varios estratos sociales, políticos, académicos y diferentes nacionalidades.

Fue oficialmente establecido como una organización sin fines de lucro el 11 de septiembre de 1961 bajo el nombre de **World Wildlife Fund** (Fondo Mundial para la Vida Salvaje) y adoptó como logo el mundialmente reconocido panda de expresivos ojos y parches negros, inspirado por el panda Chi-Chi entregado al Zoológico de Londres y que generó grandes discusiones sobre la amenaza de desaparición de la especie. Desde entonces el panda representa un fuerte y reconocido símbolo de conservación que traspasa todas las barreras idiomáticas.

Sus mayores éxitos de conservación residen en la creación y manejo de áreas protegidas, conservación de especies, investigación, educación, sensibilización ambiental y desarrollo e implementación de políticas ambientales.

A diferencia de otros organismos de conservación, WWF destaca por su labor en el campo, trabajo directamente ligado a las comunidades indígenas que en muchos casos dependen de los recursos naturales para sobrevivir.

En poco más de cuatro décadas, WWF (antes conocida como Fondo Mundial para la Naturaleza) se ha convertido en una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y respetadas del mundo.

Con casi cinco millones de personas cooperantes distribuidas en cinco continentes, WWF tiene oficinas en más de 90 países y puede afirmar tranquilamente que ha jugado una función clave en la evolución del movimiento de conservación global.

Desde 1985, WWF ha invertido más de US\$ 1 billón en más de 12.000 proyectos.

Todos estos proyectos y actividades son parte de la campaña por detener la acelerada degradación ambiental de la Tierra, y construir un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza.

Esta sección explica cómo la organización creció desde un pequeño grupo de comprometidos entusiastas ambientales hasta convertirse en una red mundial, apoyada por gente de todo tipo, que, como WWF, se preocupa por el bienestar de nuestro planeta.

#### **2.1.4.2 RAMSAR Y WWF**

A través de la consulta y la cooperación, el WWF y Ramsar desarrollan programas de colaboración para los humedales y conservación sostenible de los recursos hídricos.

#### **2.1.5 OTROS CONVENCIONES A NIVEL MUNDIAL RELACIONADAS CON LA CONSERVACIÓN DE LOS HUMEDALES**

Otras organizaciones, como la Sociedad de Científicos especializados en humedales, (Ducks Unlimited, Eurosite) la Asociación Internacional de Evaluación de Impacto Ambiental, el International (Water Management Institute, LakeNet, The Nature) Conservación y el Instituto de los Recursos Mundiales, entre otras - y da cabida en su labor científica y técnica a muchas otras en calidad de invitadas permanentes.

### **2.2. ORGANIZACIONES NACIONALES ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES**

#### **2.2.1 RAMSAR EN MEXICO**

México forma parte de la Convención de Ramsar desde 1986, es actualmente la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, la Dependencia del Gobierno Federal encargada, de llevar a cabo la aplicación de la Convención. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales,

manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas kársticos y sitios con especies amenazadas.

### **2.2.1.1 LA CONANP Y RAMSAR**

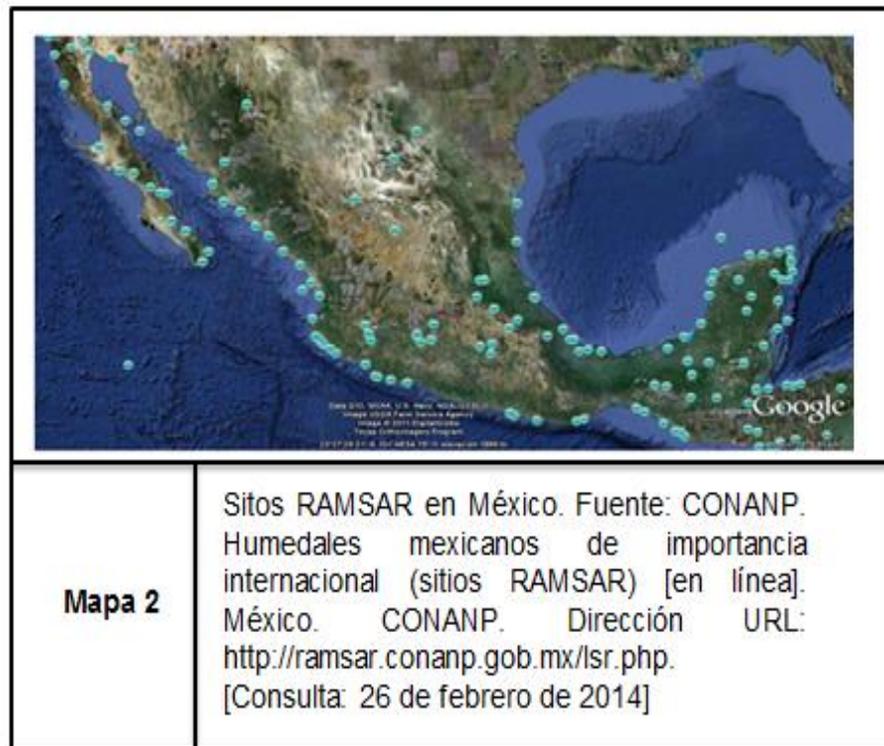
Los humedales representan ecosistemas estratégicos y de gran importancia para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, por lo que es necesario llevar a cabo acciones que aseguren el mantenimiento de sus características ecológicas, por ello, a partir de 2003, la CONANP es la entidad administrativa del Gobierno Federal encargada de atender aquellos humedales que han sido reconocidos por la Convención Ramsar como humedales de importancia internacional.

En noviembre de 2012 se publica en el DOF el Reglamento Interior de la SEMARNAT en cuyas disposiciones se atribuye a la CONANP lo siguiente:

Art. 70, fracc. XIV: Fungir como autoridad designada ante la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas y coordinarse con las unidades administrativas competentes de la Secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para aplicar los lineamientos, decisiones y resoluciones derivadas de los acuerdos y compromisos adoptados en dicha Convención, con la participación que, en su caso, corresponda a la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales.

Art. 73, fracc. VII: Coordinar la ejecución de las acciones necesarias para dar cumplimiento a los compromisos de la Convención Ramsar, específicamente en materia de hábitat de especies acuáticas.

Los atributos y las funciones de los humedales son fundamentales para el equilibrio ecológico y ambiental global, ya que son el hábitat de muchas especies de fauna y flora, y elementos vitales en la estructura ecosistémica, sociocultural y económica de las naciones del mundo. Se contabiliza hasta el 2 de febrero de 2014 que la CONANP atiende 142 sitios Ramsar.



### 2.2.1.2 CONANP Y ASOCIACION INTERAMERICANA PARA LA DEFENSA DEL AMBIENTE (AIDA)

AIDA y los miembros del Comité Nacional de Humedales han obtenido una gran victoria tras años de trabajo para proteger legalmente a los humedales zonas terrestres inundables de manera permanente o intermitente como esteros (desembocaduras de ríos en el mar), arrecifes, manglares, entre otras de México.

El 4 de febrero de 2014, la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) presentó la nueva Política Nacional de Humedales, un marco legal que nosotros habíamos estado pidiendo desde 2009.

“No es la panacea, pero es un buen comienzo”, dice Sandra Moguel, abogada de AIDA que participó en el Comité Nacional de Humedales, un grupo liderado por la CONANP que ayudó a desarrollar la política.

México es rico en humedales; el país ocupa el segundo lugar, después del Reino Unido, en el número de zonas de humedales protegidas bajo la Convención Ramsar, un tratado internacional para

la conservación y el uso sostenible de esos ecosistemas. Los arrecifes de coral, con siglos de antigüedad, sirven como áreas de reproducción para peces que alimentan a la población y deleitan a los buzos. Los bosques de manglar albergan especies en peligro de extinción y brindan servicios ambientales cada vez más importantes: absorben las emisiones de carbono, y protegen a las costas de tormentas, mismas que son más severas debido al cambio climático.

Pero muchos arrecifes, manglares, esteros y ríos han sido víctimas de desarrollos pobremente planeados. En el golfo de California, por ejemplo, planes de mega *resorts* nos han mantenido ocupados defendiendo el arrecife de coral cabo Pulmo y, ahora, una propuesta de expansión portuaria está amenazando los arrecifes de Veracruz. Para defender estos y otros humedales, hemos tenido que recurrir a una maraña de leyes y políticas.

Pero ya no más. Ahora contamos con un instrumento específico y además acorde a las leyes y políticas referidas a la protección de humedales.

La nueva política establece acciones, metas y prioridades para el manejo y protección de los humedales. Es un gran avance. Si bien una política nacional de humedales es un requisito para Ramsar, la de México se distingue de muchas otras en el mundo por establecer no solo principios y lineamientos, sino también un plan de acción para llevarlos a cabo.

Por ejemplo, el gobierno pronto establecerá y mantendrá niveles mínimos de agua para preservar los manglares. Otras acciones garantizarán el uso razonable de los humedales. La pesca, el turismo y otras actividades que dependen de los manglares deben realizarse de manera sostenible. Si se producen daños, el Estado debe garantizar la restauración de estos ecosistemas.

Un elemento clave que AIDA impulsó es el principio de progresividad ambiental. La nueva política impide al gobierno continuar modificando y reduciendo áreas naturales protegidas para dar paso a grandes proyectos de infraestructura, o beneficiar intereses privados.

Ahora las autoridades deben preservar y promover la progresividad ambiental respetando los estatutos de áreas protegidas y mejorando las salvaguardas.

Estamos emocionados. Este principio podría ayudar a AIDA en su batalla legal para detener la construcción del proyecto hidroeléctrico Las Cruces en el río San Pedro Mezquital. La hidroeléctrica reduciría el flujo de agua y los sedimentos que alimentan y sostienen a los manglares de Marismas Nacionales, una zona protegida de humedales en el golfo de California. La construcción de la hidroeléctrica revertiría claramente el progreso ambiental.

La nueva política tiene puntos débiles. Por ejemplo, no establece fechas para revisar el progreso del plan de acción, y las acciones podrían complementarse para que sean más efectivas, pero, comparativamente, está a la vanguardia de las políticas de humedales en América Latina. “México está poniendo el ejemplo”, dice Moguel. “Esperemos que esto aliente a otros países a hacer lo mismo”.

### **2.2.1.3 ESTRATEGIA MEXICANA DE COMUNICACIÓN, EDUCACIÓN, CONCIENCIACIÓN Y PARTICIPACIÓN (CECoP) EN HUMEDALES 2010-2015**

Durante la 10.<sup>a</sup> Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención Ramsar, se aprobó el "Programa sobre comunicación, educación, concienciación y participación para 2009 - 2015" (Programa CECOP)<sup>5</sup>; orientado a la difusión de la conservación y manejo sustentable de los humedales, con el propósito de aplicar herramientas de comunicación, educación, concienciación y participación en un ámbito internacional, nacional, regional y local.

El programa CECOP es un instrumento para proporcionar orientación a las partes contratantes, las secretarías de Ramsar, las organizaciones internacionales asociadas (OIA), otras organizaciones de la sociedad civil, incluyendo las organizaciones de base comunitaria, así como los interesados directos locales y externos, respecto de la

realización de actividades apropiadas en apoyo de la aplicación de la Convención Ramsar.

---

<sup>5</sup> Comisión nacional de humedales, iniciativa CECOP, Coordinadora para la Atención de Humedales y Zonas Costero Marinas contacto [laura.martinez@conanp.gob.mx](mailto:laura.martinez@conanp.gob.mx)

Dentro de los principios rectores del Programa CECOP, se encuentran:

- Herramientas para ayudar a las personas a comprender los valores de los humedales, de modo que se motiven para defender la conservación y el uso racional de los humedales y puedan dirigir sus acciones a participar en la formulación, la planificación y el manejo de las políticas pertinentes.
- Fomenta la producción de herramientas y conocimientos especializados eficaces de CECOP con miras a lograr que los principales interesados directos participen en el manejo sustentable de los humedales, así mismo, transmitir mensajes adecuados para promover el principio de uso racional en toda la sociedad.
- La Convención Ramsar considera que el Programa CECOP debería ser una parte central de la aplicación de la Convención Ramsar por cada Parte Contratante. La inversión de recursos en el Programa CECOP, hará que aumente el número de promotores, agentes y redes informados que se interesan activamente por las cuestiones relativas a los humedales y atraerá a partidarios informados en las instancias de decisión y la población.
- Para reforzar las acciones de Comunicación, Educación, Concienciación y Participación (CECOP), el Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (Cecadesu) de la SEMARNAT (Visita la página del Cecadesu) fue designado en 2002 como coordinador Nacional ó Punto Focal Gubernamental, con la finalidad de ser el principal punto de contacto en cuestiones relacionadas con CECOP en México, así como para encabezar iniciativas en la elaboración y el establecimiento de la Estrategia Mexicana de Comunicación, Educación, Concienciación y Participación en humedales (Estrategia CECOP en humedales). (Estrategia CECOP, archivo pdf).
- La CONANP, junto con el CECADESU decidieron establecer nueve Centros regionales CECOP (uno para cada región CONANP), en los sitios Ramsar de: Xochimilco (Ciudad de México), Pátzcuaro (Michoacán), La Mancha (Veracruz),

- Mazatlán (Sinaloa), Dzilam de Bravo (Yucatán), Laguna Madre (Tamaulipas), La Encrucijada (Chiapas), Chacahua (Oaxaca) y Guanajuato (Las Lajas).
- Los Centros regionales CECOP, son los responsables de convocar a las principales instancias y representantes de la ciudadanía local, para diseñar y poner en función los Programas regionales CECOP; sus funciones y responsabilidades son las siguientes:
- Poner en marcha de forma transparente los programas y actividades derivadas de la presente Estrategia en su área de influencia.
- Establecer y mantener contactos, estructuras y mecanismos necesarios para asegurar una transmisión eficiente de información, entre los agentes sociales competentes y los diferentes sectores de la población local.
- Fomentar un proceso de permanente actualización de los conocimientos sobre actividades y programas estratégicos, estructuras administrativas y redes de la Estrategia CECOP en humedales.
- Precisar, confirmar, orientar y coordinar la dirección estratégica de las acciones derivadas de la Estrategia CECOP en humedales, en su ámbito de competencia.
- Dar orientaciones de procedimiento a quienes participen en programas y actividades vinculadas a la Estrategia CECOP en los humedales Ramsar.
- Concientizar a la población de la región sobre los valores y funciones que tienen los humedales para la vida, y los costos de su pérdida y degradación.
- Emplear herramientas de comunicación, educación, concienciación y participación, que permitan la prevención y resolución de problemas de los Sitios Ramsar y de otros humedales de su región.
- Promover la corresponsabilidad entre diferentes sectores de la población y las Instituciones gubernamentales locales, para que se apropien de la Estrategia CECOP en humedales.
- Promover la integración de expertos en los temas de interés de la Convención Ramsar para fortalecer los programas regionales CECOP.

- Constituir una fuente central de información sobre temas y contenidos de la Estrategia CECOPE, así como de los humedales de su región y estado.

### **2.2.2 COMISIÓN NACIONAL FORESTAL (CONAFOR)**

La CONAFOR<sup>6</sup> es una institución pública reconocida nacional e internacional por nuestra contribución eficaz, eficiente y transparente en la protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los ecosistemas forestales de México, en corresponsabilidad con la sociedad y los tres órdenes de gobierno, para legar a las futuras generaciones la riqueza forestal de la que hoy somos beneficiarios.

La Comisión Nacional Forestal, creada por decreto presidencial<sup>7</sup> el 4 de abril del 2001, es un Organismo Público Descentralizado cuyo objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes, programas, y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

#### **Objeto**

Desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y de restauración en materia forestal, así como participar en la formulación de los planes y programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable.

#### **2.2.2.1 ACCIONES PARA LOS HUMEDALES CONAFOR.**

En el marco del Día Mundial de los Humedales, cuyo lema de este 2015 es “Humedales para nuestro futuro” se celebra mañana 2 de febrero, por lo que el organismo resaltó la importancia de preservar estos grandes reservorios de agua dulce.

Indicó que entre 2011 y 2015 ha apoyado 25 proyectos finiquitados, en siete entidades con litoral, restaurando, una superficie de un millón 903.93 hectáreas, y ejerciendo un presupuesto de 13 millones 869 mil 558 pesos, a través de Proyectos Especiales.

---

<sup>6</sup> Comisión nacional forestal (CONAFOR), Carretera Picacho - Ajusco Km. 5.5, Delegación Tlalpan, Col. Miguel Hidalgo, 14250 Ciudad de México, D.F. Contactar a 01 55 2615 004.

<sup>7</sup> Vicente Fox Quesada, en el plan nacional de desarrollo 2000-2006, decreto la creación y estatutos orgánicos de la conafor.

Además, en este momento, hay nueve proyectos en ejecución en cinco entidades con litoral, para restaurar dos mil 238.5 hectáreas, una vez que hayan concluido los trabajos, habiendo ejercido hasta la fecha siete millones 700 mil 939 pesos.

Por su parte, explicó que los humedales se definen como la zona de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres, ya que se trata de superficies inundadas temporal o permanente, como pantanos, ciénagas, lagos y marismas, acotadas por vegetación hidrófila de presencia permanente o estacional.

### **2.2.3 ESPACIOS NATURALES Y DESARROLLO SUSTENTABLE A. C.**

En octubre de 1995, Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A. C. (ENDESU) se creó con la misión de conservar y promover el uso sustentable de los recursos naturales en México, por el valor que representan para las futuras generaciones.

Desde el inicio nos propusimos formar un grupo de trabajo que dejara huella en el estado de conservación de nuestros recursos naturales; ser una organización reconocida por su seriedad y profesionalismo; por su capacidad de innovación y; por ser un socio capaz y confiable, siempre dispuesto a sumar esfuerzos en favor de la conservación y el buen manejo de nuestro capital ambiental.

19 años de trabajo nos han permitido desarrollar más de 200 proyectos, 50 de los cuales se encuentran actualmente en operación. Sus resultados se pueden apreciar en la restauración y conservación de miles de hectáreas de bosques, selvas y humedales en diversos puntos del país. Trabajamos en la recuperación y monitoreo de especies en riesgo o peligro de extinción. Colaboramos con las comunidades que habitan nuestras áreas naturales protegidas para aprovechar en forma sustentable la flora y fauna de la que son propietarios. Le hemos dado la máxima prioridad a la educación ambiental para que las próximas generaciones valoren sus recursos y los manejen mejor.

Hoy somos una asociación de ámbito nacional, reconocido por el resultado e impacto de nuestros proyectos y por el manejo responsable de recursos financieros, al haber canalizado de forma eficaz y transparente más de 200 millones de pesos a acciones de conservación de nuestros recursos naturales.

## **2.2.4 INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (INECC)**

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) tiene como antecedente el Instituto Nacional de Ecología (INE), creado en 1992 como un órgano desconcentrado de la Secretaría de Desarrollo Social, con atribuciones técnicas y normativas en materia de ecología.

El INE mantiene su misma naturaleza jurídica con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca en 1994; y con la creación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en 2001 se reforma, de un órgano operativo y de gestión, en un instituto de investigación científica en materia de medioambiente y recursos naturales.

En 2012, el INECC se crea según lo dispuesto en el artículo 13 de la nueva Ley General de Cambio Climático, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012. Es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, con personalidad jurídica, patrimonio propio y autonomía de gestión, sectorizado en la SEMARNAT, y tiene por objeto:

- Coordinar y realizar estudios y proyectos de investigación científica o tecnológica con instituciones académicas, de investigación, públicas o privadas, nacionales o extranjeras en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico.
- Brindar apoyo técnico y científico a la SEMARNAT para formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de equilibrio ecológico y protección del medio ambiente.
- Promover y difundir criterios, metodologías y tecnologías para la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.
- Coadyuvar en la preparación de recursos humanos calificados, a fin de atender la problemática nacional con respecto al medio ambiente y el cambio climático.
- Realizar análisis de prospectiva sectorial, y colaborar en la elaboración de estrategias, planes, programas, instrumentos y acciones relacionadas con el desarrollo sustentable, el

medioambiente y el cambio climático, incluyendo la estimación de los costos futuros asociados al cambio climático, y los beneficios derivados de las acciones para enfrentarlo.

- Evaluar el cumplimiento de los objetivos de adaptación y mitigación, así como las metas y acciones contenidas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Programa Especial de Cambio Climático y los programas de las entidades federativas en materia de cambio climático.
- Emitir recomendaciones sobre las políticas y acciones de mitigación o adaptación al cambio climático, así como sobre las evaluaciones que en la materia realizan las dependencias de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios.

#### **2.2.4.1 INECC y el inventario nacional de los humedales**

El objetivo general del Inventario Nacional de Humedales es contar con información cartográfica, ambiental y estadística reciente de los ecosistemas de humedal del país para orientar la toma de decisiones y apoyar la gestión en términos de su aprovechamiento sustentable, conservación y relación con el cambio climático.

Reconociendo que la CONAGUA tiene la atribución legal de delimitar y llevar el Inventario de los humedales en bienes nacionales o de aquellos inundados por las aguas nacionales de acuerdo con el artículo 86 bis de la Ley de Aguas Nacionales vigente, y asumiendo las competencias de otras áreas del sector ambiental, incluyendo al INEGI, en materia del Inventario Nacional de Humedales (INH), se integra un grupo interinstitucional con la finalidad de dar una orientación ecosistémica además de hidráulica al inventario, es decir, un enfoque multipropósito.

Las Dependencias involucradas acordaron participar en este grupo interinstitucional que tendría la finalidad de desarrollar las bases técnicas y de cooperación para cumplir así con sus respectivos mandatos relativos al tema.

Para la elaboración del DER, con esta visión multipropósito consensuada, se integró el grupo interinstitucional, que reúne los intereses sobre los humedales de diferentes instancias del gobierno federal, con la participación de las siguientes dependencias:

- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables (DGSPRNR)
- Dirección General de Vida Silvestre (DGVS)
- Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros (ZOFEMATAC)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Instituto Nacional de Ecología (INE)
- Coordinación de Asesores de la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

### **2.2.5 PRONATURA MÉXICO, A.C.**

Pronatura México, A. C. es una organización sin fines de lucro creada en 1981 que cuenta con un sistema de 6 representaciones ecoregionales que trabajan a lo largo y ancho del país instalando programas y proyectos que permitan reducir las amenazas a la conservación de la biodiversidad del país. La misión de Pronatura México, A. C. es la conservación de la flora, la fauna y los ecosistemas prioritarios del país, promoviendo un desarrollo de la sociedad en armonía con la naturaleza.

Las líneas estratégicas de acción del Sistema Nacional Pronatura México, A.C. son:

- Conservación y manejo sustentable en ecosistemas prioritarios.
- Restauración de ecosistemas.
- Educación ambiental y comunicación estratégica. › Desarrollo comunitario sustentable.
- Conservación biocultural.
- Política y gestión ambiental.
- Generación y manejo de la información.
- Desarrollo institucional.
- Mercado voluntario de carbono en México.

- Sustentabilidad de Cuencas Hidrológicas.

#### **2.2.5.1 Pronatura México, A.C. a nivel nacional**

Ha desarrollado más de 400 proyectos integrados en 32 programas ecoregionales y ocho programas nacionales:

- Restauración y Cosecha de Agua.
- Conservación de Aves.
- Protección y Conservación de Humedales.
- Conservación Marina Pesquera.
- Conservación de Tierras privadas.
- Gestión Política y Legislación Ambiental.
- Educación para la Conservación.
- Comunales Sostenibles.

### **2.3. ORGANIZACIONES EN EL ESTADO DE VERACRUZ ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES**

#### **2.3.1 RAMSAR EN VERACRUZ**

Xalapa, Ver. El estado de Veracruz alberga nueve sitios Ramsar, es decir, humedales de importancia internacional, esto de acuerdo con Sitios de Patrimonio Natural y Cultural de Veracruz (Sinacver).

Actualmente, México cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas kársticos y sitios con especies amenazadas.

Los nueve sitios Ramsar que existen en el estado de Veracruz, son: en primer lugar, el Parque nacional sistema arrecifal veracruzano, ubicado entre Veracruz y Boca del Río, en una superficie de 52 mil 238 hectáreas, y declarado sitio Ramsar desde el 2 de febrero de 2004.

Al respecto cabe recordar que organizaciones ambientales como La Asamblea Veracruzana de Iniciativas en Defensa Ambiental (Lavida) indicaron precisamente que la zona donde se realizará la ampliación del Puerto de Veracruz, es considerada sitio Ramsar, por lo que dicho

proyecto, justificado en beneficios económicos, causará gran daño a los ecosistemas marinos.

Siguiendo con la lista de los sitios Ramsar, el segundo de estos en el estado es Manglares y Humedales de la Laguna de Sontecomapan, en Catemaco, con una superficie de 8 mil 921 hectáreas.

Sistema **Lagunar Alvarado**, en el municipio de Alvarado, cuya superficie es de 267 mil 010 hectáreas.

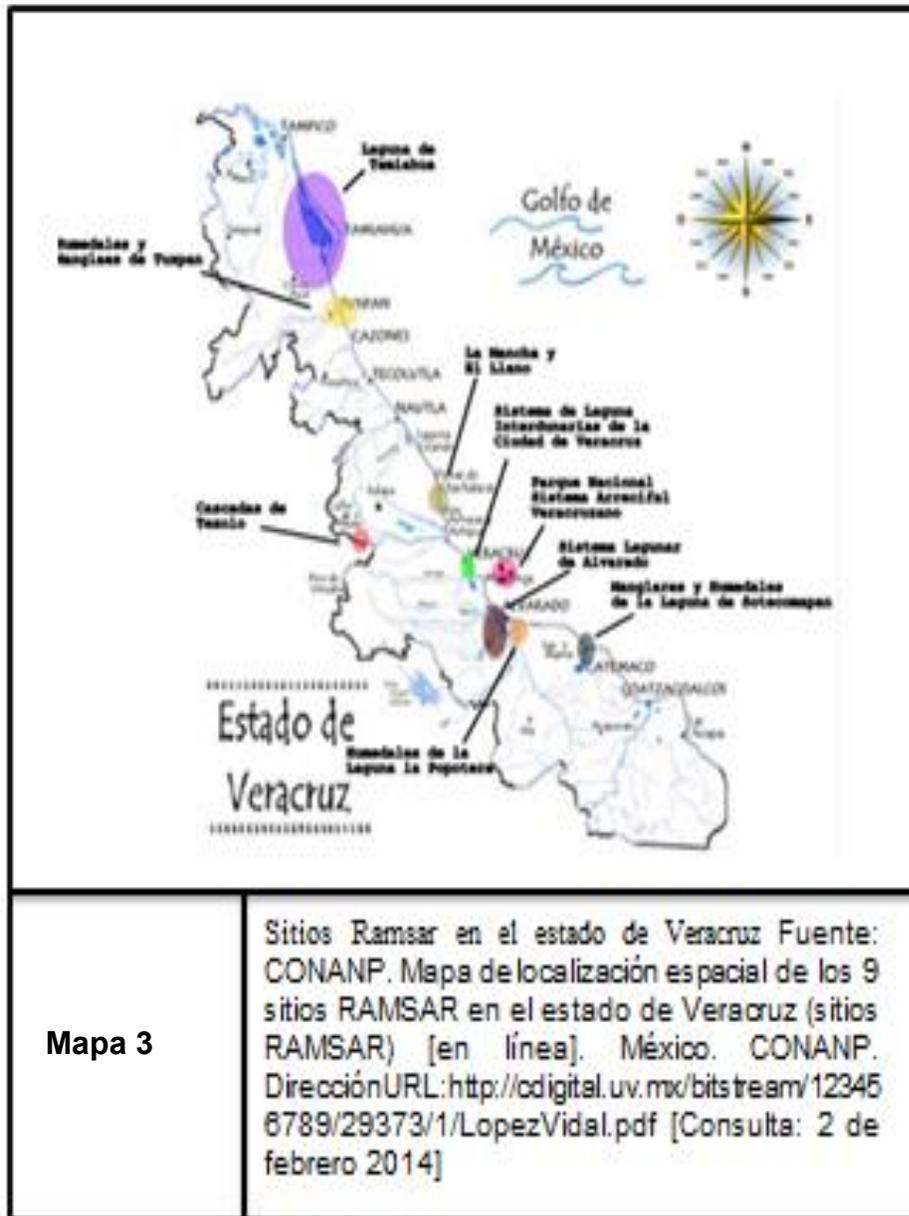
La Mancha y El Llano Actopan, son considerados el cuarto sitio Ramsar, con una superficie de 1 mil 414 hectáreas.

Así también, con una superficie de **1 mil 975 hectáreas**, los humedales de la **Laguna La Popotera Alvarado y Lerdo de Tejada**, fue declarado el quinto sitio Ramsar el 5 de junio de 2005.

Con declaración del dos de febrero de 2005, con superficie de 141 hectáreas, el sistema de Lagunas Interdunarias de la Ciudad De Veracruz y Boca del Río, es considerado el sexto sitio Ramsar del estado.

Le sigue la Laguna de Tamiahua, en los municipios de **Tamiahua, Tamalín, Ozuluama, Tampico Alto y Tuxpan**, con una superficie de 88 mil hectáreas, declarado sitio Ramsar el 27 de noviembre de 2005. El 2 de febrero de 2006 se declaró sitio Ramsar la zona de **Manglares y Humedales de Tuxpan, municipio de Tuxpan**, cuya extensión es de 6 mil 870 hectáreas.

El noveno Ramsar Veracruzano es la **Cascada de Texolo y su entorno Xico**, con una superficie de 500 hectáreas.



### 2.3.2 INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C (INECOL).

Generar y transferir conocimientos científicos en ecología, biodiversidad y manejo de recursos naturales, produciendo valor a través del desarrollo de proyectos de investigación básica, aplicada e innovación tecnológica, formación de recursos, difusión y vinculación, valores que repercutan en la sociedad para crear opinión y generar conciencia en diferentes sectores para la conservación y uso apropiado del patrimonio natural de la nación.

### **2.3.2.1 INVESTIGACIONES DE INECOL EN VERACRUZ**

La cuenca del Papaloapan alberga un complejo de lagunas y humedales desde salobres hasta de agua dulce sumamente productivos, que dieron riqueza a la ciudad de Tlacotalpan, declarada Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. La superficie de humedales delimitada por las zonas bajas de inundación (humedal potencial que corresponde a 274 mil hectáreas), hoy está parcialmente transformada: 20 por ciento corresponde a humedales poco alterados, los humedales transformados en potreros cubren 24.6 por ciento y las zonas drenadas con canales y con diques que actualmente tienen principalmente cultivo de caña y piña ocupan el 27.5 por ciento. La actividad agropecuaria y desecación de humedales avanza progresivamente. De esta manera, el estado de Veracruz ha degradado o perdido el 58 por ciento de sus humedales, una situación que se repite en casi todo el territorio mexicano.

La paradoja: mejor en áreas conservadas, peor en el manejo de los humedales. Hasta ahora, la respuesta al problema de desarrollo, crecimiento demográfico y falta de planificación urbana ha sido coyuntural, sin atender las restricciones impuestas por el medioambiente y sin valorar los servicios ambientales que los propios ecosistemas de humedales proporcionan para la contención de inundaciones y la productividad agrícola y pesquera.

Las grandes obras de desarrollo pueden ser necesarias, pero cuando afectan a los humedales y a los beneficios que nos proporcionan, debe buscarse su revaluación y ubicación territorial. Incluyendo alternativas técnicas y especificando sus consecuencias y costo ambiental para optar por la compatibilidad en el medio actual, las comunidades que lo habitan y la sociedad que se beneficia de ello. Existen tanto los instrumentos legales como la capacidad técnica para hacerlo. Sin embargo, se opta por el camino más fácil: bajar costos e incrementar ganancias, sacrificando así nuestro futuro cercano.

Hay una escandalosa subestimación del valor que tienen los humedales entre los ciudadanos que dependen directa o indirectamente de esos recursos y esto se refleja en las decisiones de las dependencias e instituciones responsables de gestionar políticas de uso y/o conservación de estos ecosistemas.

Los pasos decididos en la dirección correcta serían dar sustento legal a las políticas de manejo de los humedales para que sus funciones se mantengan ante el contexto de presión creciente de uso de suelo y generar mecanismos para acabar con la impunidad de las empresas responsables de los desastres ambientales, incluyendo a

los funcionarios que permitieron que eso sucediera. Afortunadamente existen ciudadanos que se organizan y protegen sus recursos y funcionarios responsables que buscan cauces legales para avanzar en la protección y manejo de los humedales. En resumen, se requiere que los que toman decisiones hagan pausa, volteen y escuchen, pensando en el bien de todos los mexicanos.

### **2.3.2.2 INECOL Y OTRAS ORGANIZACIONES EN VERACRUZ**

En Veracruz, con financiamiento del consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACYT), a través de los fondos de Ciencia Básica y el fondo sectorial CONACYT-SEMARNAT, El INECOL<sup>8</sup>, ha realizado investigaciones sobre la función que los suelos de humedales tienen como sumideros de carbono. En humedales de agua dulce de la planicie costera centro-norte (Actopan-Tecolutla-), se encontraron valores de secuestro de carbono de 26 y 35 Kg Cm<sup>-2</sup> en humedales herbáceos y arbóreos, respectivamente. Mientras que, en suelos que inicialmente fueron selvas inundables y que fueron taladas para su conversión a potreros, el carbono secuestrado fue solo de 20 Kg Cm<sup>-2</sup>, resultado del cambio de uso de suelo y la desecación de los humedales, lo que originó la liberación del carbono secuestrado hacia la atmósfera. Por lo anterior, resalta la importancia de promover y difundir la conservación y el respeto por los humedales y evitar las iniciativas destructoras, no solo con la implementación de estrategias de concientización, o con la aplicabilidad de las normas correspondientes de conservación, si no también, considerando que las autoridades competentes generen opciones de trabajo a las personas que dependen permanentemente de los beneficios de los humedales

### **2.3.3 PRONATURA VERACRUZ**

Los sistemas lagunares y estuarinos de las costas veracruzanas, son de los más importantes del país, cubriendo originalmente cerca de 800 km de litoral del estado de Veracruz. Los humedales veracruzanos son marinos y costeros con subtipo: intermareal arbolado; incluye manglares, pantanos de "nipa", bosques inundados o inundables mareales de agua dulce, contiene lagunas de agua entre salobre y salada con una relativamente angosta conexión al mar, como parte de sus características. Algunos han sido detectados por todas las iniciativas de identificación y priorización de ecosistemas críticos por ser hábitat importante de aves migratorias que llegan del norte del continente, así como de diversas especies

---

<sup>8</sup> Instituto de Ecología, A.C. (INECOL)  
Carretera Antigua a Coatepec No. 351, Col. El Haya.  
C.P. 91070, Xalapa, Veracruz, México

endémicas y en peligro de extinción. Es importante su aporte a la economía regional y estatal dada su producción pesquera, ganadera y de caña de azúcar. La mayoría de su población está étnicamente compuesta tanto por mestizos de origen negroide como por otras etnias. Los humedales costeros de Veracruz son ecosistemas con una alta riqueza biológica, los humedales son muy productivos e importantes por la gran cantidad de bienes y los servicios ambientales que nos ofrecen tales como limpieza de agua, regulación de la temperatura, reservorio de pesquerías, etc. Sin embargo los humedales son muy frágiles, se ven afectados por las diferentes actividades humanas, tales como la ganadería, la deforestación, la contaminación de los ríos, etc.

Los humedales de Veracruz comienzan en la parte norte con el complejo lagunar formado por las lagunas de Pueblo Viejo, Tamiahua y Tampamachoco; y hacia el sur están las bocas, playas y esteros de los ríos Tuxpan, Cazonos, Tecolutla, Nautla, laguna La Mancha, los sistemas de dunas y charcas desde Villa Rica hasta Alvarado, los ríos Actopan y Antigua, lagunas San Julián y Mandinga, el sistema lagunar de Alvarado, lago de Catemaco y La laguna del Ostión y por último en el extremo sur el río Coatzacoalcos y sus tributarios. Entre todos estos humedales mayores se encuentran pequeños riachuelos, charcas y lagunetas que son igualmente importantes ya que hacen las veces de conectores entre los sistemas mayores.

La "cadena" de humedales del estado es particularmente valiosa porque albergan aves migratorias (más de 200 especies) durante el invierno y también son el hogar de muchas especies residentes algunas de ellas en peligro como el pato real (*Cairina moschata*) y halcón aplomado (*Falco femoralis*), y algunas raras como el alcaraván (*Burhinus bistriatus*). También son el hogar de especies tan carismáticas como el Manatí que ocupa las lagunas interiores y cada año arriban miles de tortugas marinas de cinco especies para utilizar las cálidas arenas de las costas como sitios de anidación.

La vegetación acuática que rodea a los humedales y la parte de espejo de agua son igualmente importantes ya que otorgan un refugio muy efectivo contra depredadores, incluyendo al hombre, ya que son de difícil acceso y así las aves, anfibios, reptiles crustáceos y peces pueden ocultarse fácilmente en la densa vegetación que crece en los márgenes. Muchas de estas especies sirven como alimentos, medicinas y materiales de construcción.

Los sistemas lagunares en especial los manglares son el refugio y zonas de reproducción de decenas de especies de peces y crustáceos de valor comercial, por lo que parte de la economía de algunos veracruzanos de las comunidades aledañas a estas zonas se sustenta aquí.

Estos humedales son también las únicas fuentes de agua que mucha de la fauna, el ganado, los cultivos y pobladores tienen durante los meses de sequía que van de enero a fines de julio lo cual le otorga un valor agregado a estas áreas.

Cuando se visitan los humedales del estado de Veracruz se encuentra con una de las áreas de mayor valor para el país y el continente por su diversidad biológica; solo basta un pequeño recorrido en bote por los manglares, apompales y pastizales para disfrutar de una gran variedad de plantas y cientos de especies de peces, anfibios, reptiles, mamíferos y aves. La actividad turística en los humedales veracruzanos empieza a ser propiamente promovida, ya que estos hábitats son zonas de gran valor paisajístico y recreativo.

### **Objetivos**

Pronatura Veracruz a través de su Programa Conservación de Humedales se encuentra realizando diversas actividades que ayuden a frenar la problemática ambiental que se presenta en estos importantes sitios a través de los siguientes objetivos de conservación:

- Reducir los impactos de las actividades humanas a través de actividades de uso sustentable de recursos naturales.
- Crear una conciencia de protección y cuidado del medio a través de la educación ambiental y la difusión con públicos meta definidos.
- Promover la conservación de áreas extensivas de hábitat crítico para especies clave participando con las autoridades para lograr la protección de sitios.
- Mantener un sistema de monitoreo que permita “vigilar la salud” de objetos y sitios clave
- **Líneas de Acción**
- Los objetivos anteriores se promueven a través de diferentes actividades que se realizan en comunidades con las cuales se trabaja en colaboración con grupos y cooperativas locales, escuelas, instituciones afines y autoridades, tales como:

## **Líneas de Acción**

Los objetivos anteriores se promueven a través de diferentes actividades que se realizan en comunidades con las cuales se trabaja en colaboración con grupos y cooperativas locales, escuelas, instituciones afines y autoridades, tales como:

- Establecimiento de estrategias de conservación y manejo de especies y hábitat prioritarios adecuados a la situación del humedal.
- Diseño y elaboración de materiales didácticos que permitan desarrollar actividades de educativas, con estudiantes, maestros y públicos definidos.
- Realización de campañas de difusión y actividades de educación ambiental sobre la importancia de conservación del humedal utilizando especies emblemáticas para promover una conciencia ecológica entre los pobladores de la zona.
- Promoción de uso de herramientas legales y gestión ambiental para la protección de humedales prioritarios para la conservación.
- Desarrollo de metodologías que permitan realizar monitoreo e investigación de las poblaciones de aves, tortugas marinas y manatí y sus hábitat en los humedales

### **2.3.4 INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA (INEGI) XALAPA.**

El 2 de febrero, el INEGI dio a conocer que en el Estado se ubican 247 mil hectáreas de humedales, de los cuales el 27.5 por ciento se han transformado en potreros, mientras que las zonas drenadas con canales y diques para el cultivo de caña o piña ocupan el 30.5 por ciento.

El instituto recordó que uno de los complejos de lagunas y humedales más reconocido del país se encuentra en la Cuenca del Papaloapan, en donde se ubican espacios salobres y de agua dulce, los cuales deben ser resguardados.

Mediante un comunicado, el instituto señaló que es necesario frenar el deterioro de los humedales debido a que constituyen el escalón intermedio entre la tierra y el mar, por lo cual se convierten en la zona de amortiguamiento de eventos naturales que pudieran convertirse en catástrofes sociales.

"El riesgo es mayor si se considera que el nivel medio del mar aumentará en las próximas décadas como fruto del calentamiento global y que la frecuencia de eventos extremos, como inundaciones y huracanes, aumentó en las últimas décadas, esto podría elevarse con la desaparición de estos ecosistemas", se expone en el escrito.

El INEGI refirió que el 70 por ciento del agua que se extrae de los humedales, acuíferos, ríos y lagos se utiliza en la agricultura, por lo cual, de no hacerlo adecuadamente, dichos ecosistemas pueden desaparecer.

"Se calcula que el consumo de agua en la agricultura aumentará 19 por ciento para ser utilizada en los sistemas de riego en zonas donde el agua ya escasea, las crecientes demandas de agua y tierra con fines agrícolas suponen una amenaza cada vez más seria para el futuro de los humedales", describe el documento.

#### **2.3.4.1 RECOMENDACIONES DEL INEGI.**

El instituto solicitó a la población disminuir, además de los daños generados a los humedales, el uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes, los cuales contribuyen a la contaminación de dichos ecosistemas.

Para este año, con el lema "Humedales para nuestro futuro", las organizaciones ambientales señalan que el futuro de la humanidad depende de los humedales, ya que son reservorios del agua dulce y, a su vez, depuran y recargan los mantos acuíferos, proporcionan peces y cultivos, funcionan como un escudo natural que protege las costas, actúan como una esponja contra inundaciones o sequías y detienen el cambio climático.

#### **2.3.5 PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DE VERACRUZ (SINACVER).**

Se trata de un portal web que surge a raíz de la necesidad de reconocer el patrimonio natural y cultural del territorio veracruzano, la transformación a la que ha sido sujeta y lo que actualmente se puede encontrar en dichos sitios.

En este espacio, se integra información sobre lo que hoy conocemos como el territorio veracruzano, desde una perspectiva de

transformación histórica, donde cada sitio (de patrimonio natural y cultural) es tratado desde una visión profunda, que va más allá de su descripción florística y faunística; se refieren a su historia y percepción actual, sus relaciones con el bienestar social, las actividades humanas que se realizan en ellos, así como sus dificultades actual y las oportunidades para su conservación.

Este portal, en el que se enlistan textos, imágenes, audios, videos, entre otros, del patrimonio natural y cultural de Veracruz, muestra que estos sitios no están separados de lo que ocurre fuera de ellos, sino que su paisaje revela tanto el pasado como las situaciones actuales de los procesos ecológicos, económicos, sociales y políticos.

### **Objetivo general**

Servir como una herramienta que facilite el acceso y análisis de información referente a sitios de patrimonio natural y cultural en el estado de Veracruz.

### **Objetivos particulares**

Presentar información (ecológica, social, económica, cultural, etc.) de los sitios de patrimonio natural y cultural de Veracruz.

Dar a conocer los avances y logros en la gestión de dichos sitios especiales de conservación, así como los problemas o asuntos críticos que hay que enfrentar para lograr su manejo adecuado.

## **2.4. ORGANIZACIONES EN EL MUNICIPIO DE COATZACOALCOS Y MINATITLAN DEL ESTADO DE VERACRUZ ENCARGADAS DE LA PROTECCION DE LOS HUMEDALES.**

### **2.4.1 SEDEMA Y SEMARNAT**

El Gobierno del Estado y autoridades municipales impulsan una estrategia conjunta para proteger los humedales en el sur del estado; por ello, el secretario de Medio Ambiente, Víctor Alvarado Martínez, y el alcalde de Coatzacoalcos, Joaquín Caballero Rosiñol, se reunieron para realizar un análisis del tema, unir esfuerzos y crear nuevas Áreas Naturales Protegidas (ANP).

En el encuentro, en el que participó el delegado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), José Antonio González Azuara, el titular de la Sedema subrayó la importancia de trabajar mano a mano para avanzar en materia ambiental en el sur del estado.

Expuso las acciones y programas del gobierno de Javier Duarte de Ochoa para proteger espacios prioritarios de conservación, y felicitó la iniciativa de trabajar en conjunto con el Ayuntamiento de Coatzacoalcos en la protección de ecosistemas, como los humedales.

Alvarado Martínez dijo que una de las metas de la actual administración estatal es incrementar la superficie de ANP, sobre todo por los servicios ambientales que prestan como fábricas de agua.

El presidente Municipal de Coatzacoalcos subrayó el interés de su gobierno por trabajar bajo la directriz de la Secretaría de Medio Ambiente para redoblar esfuerzos en la protección del entorno.

#### **2.4.2 LIMBO Ambientalistas Comprometidos, A.C.**

LIMBO, A. C<sup>9</sup>, es una organización de la sociedad civil, sin fines de lucro, cuyo objetivo general es dar Apoyo en el aprovechamiento de los recursos naturales, la protección del ambiente, la flora y la fauna, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la promoción del desarrollo sustentable en la región y comunitario, de las zonas urbanas y rurales, la Promoción y fomento educativo, cultural, artístico, científico y tecnológico.

Fomentando las actividades Cívicas, enfocadas a promover la participación ciudadana en asuntos de interés público, proporcionar la asistencia jurídica en materia ambiental, de seguridad y salud; coadyuvar a la promoción de la equidad de género, logrando con esto la cooperación para el desarrollo comunitario.

---

<sup>9</sup>Encargado: Biol. Juan Manuel Quintero Soto, Av. Ignacio de la Llave 1401, Col. Centro, Coatzacoalcos, Ver. México, C.P. 96400 +52(921) 2 14 84 73

Constituidos en enero del 2008, como una iniciativa de un grupo de profesionistas de Coatzacoalcos, Ver; con el fin de dar mayor impulso y vinculación con la comunidad a los proyectos de conservación de nuestros ecosistemas y tradiciones culturales que confluyen en este municipio, así como de servir como un vínculo entre profesionistas, sector privado, instituciones educativas, dependencias gubernamentales, organismos no gubernamentales e individuos que trabajan por la conservación del entorno natural y cultural.

El nombre de LIMBO, fue tomado por el estado en que se encuentran los problemas ambientales y culturales, no solo nacionales, sino mundiales, es decir, en un sitio en que nadie quiere saber de ellos, y sin embargo está ahí, en estado de latencia, vivo, demandante que requiere ser atendido en forma inmediata.

#### **2.4.2.1 Actividad Desarrollada.**

Desde 2009, LIMBO, A. C. participa dentro del Consejo de Cuenca del Río Coatzacoalcos y en el Subcomité de Playas Limpias, como titulares, representantes de la Sociedad Civil Organizada de Coatzacoalcos, Ver.

Desde el 2009, desarrollamos un programa de educación ambiental bajo un convenio con el CETIS79, para desarrollar proyectos ambientales, en donde los bachilleres trabajan en cuatro líneas de acción: a) Separación de residuos; b) Reforestación; c) Educación Ambiental y d) Protección de la fauna, este programa tiene cuatro etapas, de las cuales se han realizado las dos primeras, que han generado la conciencia juvenil en materia ambiental y la generación de los proyectos en las áreas indicadas.

Durante Noviembre y Diciembre del 2008, con el apoyo del INDESOL y en coordinación con la Regiduría Novena del H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos, se desarrollaron 26 sesiones de un taller destinado a la Educación Ambiental para la Sustentabilidad, donde participaron autoridades y público en general.

Participación como expositores en el Congreso Regional de Turismo "TURISMO SUSTENTABLE" con la ponencia "MANGLARES", organizado por la Universidad del golfo de México, realizado en la Cd. de Coatzacoalcos, del 8 al 10 de mayo del 2008

Desde el 2008 participamos en el Comité de Manglares, organizado por la Secretaría de Marina.

Desde el 2008 participamos en el Comité de Playas Limpias, Organizado por la Secretaría de Marina.

Desde el 2008 participamos, en el Subcomité de Protección Ambiental, que coordina el Comité Local de Ayuda Mutua, A.C. (CLAM) de la industria química y petroquímica de Coatzacoalcos.

En proceso de firma Convenio de Colaboración con el Centro de Estudios del Mar No. 15, para integrar a los estudiantes a la resolución de la problemática ambiental, social y cultural de la región. En proceso de firma Convenio de Colaboración con la Universidad Istmo Americana, la “Propuesta de Convenio Marco de Colaboración” para integrar a los estudiantes universitarios a la resolución de la problemática ambiental, social y cultural de la región.

Se preparó y presento al C. Lic. Marcelo Montiel Montiel, en Noviembre del 2007, candidato electo a la presidencia municipal de Coatzacoalcos, el “marco conceptual de la problemática ambiental de Coatzacoalcos y las soluciones al corto, mediano y largo plazo para el municipio de Coatzacoalcos”.

Participación como expositores en la semana ambiental organizada por la Secretaria de Marina en noviembre del 2007, con los temas “Deterioro Ambiental, una factura por cobrar...” y Residuos”.

En noviembre del 2007, se entregó a la SEMARNAT y PROFEPA Federal, Estatal y Municipal la Denuncia Pública: por la Obra de sanitarios en la zona costera de Coatzacoalcos, que incumplen con el marco normativo ambiental y los compromisos internacionales, en materia de zonas costera.

Se presentó a la Gerencia de Green Forest, el anteproyecto para la obtención del registro de UMA extensiva, en octubre del 2007.

Participación en la revisión y adecuación de los Términos de Referencia para el “Plan estratégico para la recuperación y restauración ambiental de la cuenca baja del Río Coatzacoalcos” organizado por la Delegación Federal en el Estado de Veracruz de la SEMARNAT, el cual se revisó y aprobó en septiembre del 2007.

Se presentó a la Coordinación Regional Zona sur de la Delegación Federal en el Estado de Veracruz de la SEMARNAT, el Marco Conceptual del Proyecto “Consolidación de proyectos productivos que permitan evitar el deterioro de la selva de ubicada en el Ejido de Rincón Grande”, en septiembre del 2007.

Adhesión a la carta con las demandas ciudadanas para la aplicación del Convenio de Estocolmo, para la reducción de pesticidas, organizado por la Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas en México, A.C. (RAPAM), en agosto del 2007 y que fue revisada en septiembre del 2007.

### **2.4.3 SEMARNAT E INSTITUCIONES PÚBLICAS Y DE GOBIERNO TOMARÁN MEDIDAS SOBRE LA PROTECCIÓN DE LOS HUMEDALES.**

Debido a los constantes incendios que se han presentado en los humedales de esta región, la fauna que se desarrolla en ese hábitat se ha visto severamente afectada, por lo que la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales regional (SEMARNAT) y la Universidad Veracruzana (UV), en conjunto con otras instituciones, se reunieron para tomar medidas de protección para estas especies.

El coordinador regional de la SEMARNAT, Juan Domínguez, explicó que “esta reunión tiene el objetivo de reunir dependencias que estén involucradas de cierta forma con el problema y así formar un grupo de trabajo para hacer un diagnóstico y poder desarrollar una propuesta en beneficio a estas especies que se ven afectadas”.

Asimismo, aseguró que se busca una mayor convocatoria y futuras reuniones para lograr un mejor impacto: “Esta no es la única reunión que tenemos planeada, haremos muchas más, ya que este es un problema que tenemos año con año”.

Por su parte, Enrique Ramírez Nazariiega vicerrector de esta región, indicó: “Todos los que estamos presentes debemos de comprometernos en un grupo de trabajo en el cual deben estar involucrados todos los niveles de gobierno, instituciones educativas y población en general”.

Además, José Antonio Fernández Figueroa, director de la facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria (FISPA), campus Acayucan, añadió que “es importante involucrar tanto a los alumnos como a catedráticos de las instituciones educativas y formar con ellos un grupo operativo”.

Cabe destacar la asistencia de instituciones como Instituto Tecnológico de Coatzacoalcos, el Tecnológico de Minatitlán, PEMEX, API y los Ayuntamientos de Cosoleacaque y Coatzacoalcos, entre Otras.

#### **2.4.3.1 CONABIO Y LA LAGUNA OSTIÓN**

##### **2.4.3.2 Proyectos de conservación, restauración o rehabilitación del manglar**

En el año de 1993 el Programa de Acción forestal Tropical A. C. y el Instituto Nacional Indigenista, proporcionaron algunos apoyos para iniciar la reforestación de una hectárea de manglar<sup>10</sup>

En el año de 1994 se reforestaron 3 ha. que corresponden a los bordes de la laguna en algunas comunidades del municipio de Pajapan<sup>11</sup>, con apoyo de la Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) En 1995 y 1997 la Sedesol apoyó la reforestación de 33 ha. en las comunidades de El Pescador<sup>12</sup> y Jicacal.

En 1998, el Programa Nacional de Reforestación (Pronare) impulso la reforestación de 25 ha de mangle rojo en cuatro comunidades alrededor de la Laguna, 5 en Barillas, 5 en el Pescador y 5 en el Mangas,<sup>13</sup> así como 10 en el Jicacal.

En el 2002 se realizó la reforestación de 217 ha. con apoyo financiero de Pronare y la Conafor.

Los Comités de Ecología de El Pescador, Mangal y Jicacal están impulsando un Comité intermunicipal de defensa de los recursos de la Laguna del Ostión.

Reforestación de la Laguna del Ostión en Pajapan patrocinado por Conafor en el 2006

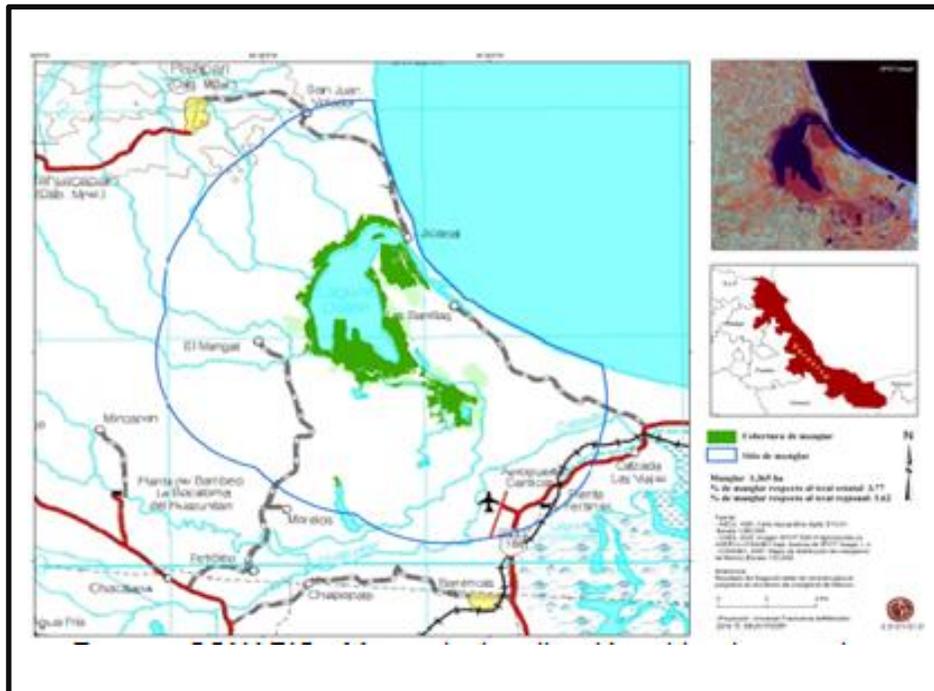
---

<sup>10</sup> Los manglares son bosques pantanosos que viven donde se mezcla el agua dulce del río con la salada del mar.

<sup>11</sup> se encuentra en el estado de Veracruz, es uno de los 212 municipios de la entidad y tiene su ubicación en la zona sur del Estado.

<sup>12</sup> está situado en el Municipio de Pajapan (en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave). Tiene 206 habitantes

<sup>13</sup> está situado en el Municipio de Medellín (en el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave). Tiene 224 habitantes



**Mapa 4**

Sitio de manglar con relevancia biológica  
 Laguna ostión Fuente: CONABIO. Mapa de localización sitio de manglar con relevancia biológica y con necesidad de rehabilitación ecológica laguna ostión (Caracterización del sitio de manglar Laguna Ostión, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad)[línea]. México. CONABIO. Dirección URL: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/glaires>

#### **2.4.4. Petróleos mexicanos y el Instituto Politécnico Nacional, programa de remediación del pantano de Santa Alejandrina, anexo a la refinería Lázaro Cárdenas de Minatitlán.**

El director general de Refinación, Miguel Tame Domínguez, y el titular del Instituto Politécnico Nacional, Enrique Fernández Fassnacht, dieron a conocer que este programa de rescate de humedales ha logrado la recuperación de la biodiversidad en esta zona que por años recibió el impacto de la operación industrial de la localidad.

Especialistas del área del sistema de Seguridad, Salud y Protección Ambiental de Pemex, en coordinación con técnicos de la Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN, llevaron a cabo desde 2010 la última fase del proyecto de restauración que fue el retiro de más de 417 mil metros cúbicos de petróleo crudo intemperado. Este proceso permitió que el petróleo depositado en el pantano desde hace décadas y recuperado con este programa, se reusara como material asfáltico a través de una mezcla con oxidantes.

El programa de remediación, permitió el saneamiento de cuerpos de agua de la zona, lo que ha generado la presencia de fauna diversa, principalmente de aves y peces, así como la siembra de más de 25 mil árboles de diversas variedades en suelos inundables. La importancia del pantano de Santa Alejandrina, reside en su papel como regulador de los movimientos hidráulicos del río Coatzacoalcos, que es el principal afluente del sur veracruzano.

Tame Domínguez, resaltó que este programa de restauración, se ha convertido en uno de los proyectos ambientales más ambiciosos de Petróleos Mexicanos, ya que la zona podría albergar un centro de educación ambiental orientado principalmente al avistamiento de aves migratorias que arriban a este lugar como un punto importante en su ruta entre el norte y el sur del continente americano.

Indicó que este programa se deriva de la adopción en los procesos de producción de combustibles de mejores ingenierías que se han adoptado en el Sistema Nacional de Refinación (SNR) con un fuerte compromiso de respeto al medioambiente.

Por su parte, el Dr. Fernández Fassnach, se congratuló de los resultados del programa que, dijo, es una muestra más de las alianzas de alta rentabilidad social entre el IPN y Pemex. Destacó que en este programa de restauración se establecieron modelos de operación y administración que son ejemplo en muchos países.

De acuerdo con el Dr. Fernández Fassnach. (2015). Es un caso de éxito de un gran trabajo realizado entre Pemex y el Politécnico; ha sido una experiencia de gran valor como un programa de colaboración institucional que además se convierte en un instrumento que fomenta una cultura de protección al medioambiente.<sup>14</sup>



**Figura 1**

Pantano de santa alejandrina Fuente: la jornada ecología. Foto: Especial. (Este programa de restauración se ha convertido en uno de los proyectos ambientales más ambiciosos de Petróleos Mexicanos.)[en línea]. México/Minatitlán ver. Dirección URL: <http://www.posta.com.mx/ciencia-y-medio-ambiente/concluye-pemex-rehabilitacion-de-pantano-de-santa-alejandrina>

<sup>14</sup> pantano de Santa Alejandrina, anexo a la refinería Lázaro Cárdenas de Minatitlán, (20 de abril del 2015).

## **CAPÍTULO III**

### **3. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL**

#### **3.1 HUMEDALES**

##### **3.1.1. ¿Que son los humedales?**

Los humedales son zonas donde el agua es el principal factor controlador del medio y la vida vegetal y animal asociada a él. Los humedales se dan donde la capa freática se halla en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas poco profundas.

La Convención de Ramsar aplica un criterio amplio a la hora de determinar qué humedales quedan sujetos a sus disposiciones

Con arreglo al texto de la Convención RAMSAR (1971), se entiende por humedales: “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros”.

##### **3.1.2. Tipos de humedales**

La clasificación propuesta por la convención de Ramsar es una de las más amplias que existen en la actualidad al incluir los humedales artificiales (creados por el hombre) y las aguas subterráneas. Además, en el caso de México y como se establece en la política nacionales de humedales, se considera dentro de las acciones relativas a este ecosistema la clasificación Ramsar, que podría ser modificada por el desarrollo de los trabajos nacionales<sup>15</sup>.

Las diferencias respecto a las clasificaciones basadas en el funcionamiento y la utilidad de los humedales, para no extender en el estudio de las clasificaciones construidas de acuerdo con el funcionamiento de los humedales, se observa que estas se enfocan más en el régimen hidrológico y otras fuerzas externas incluido el clima.

---

<sup>15</sup> Secretaria de medio ambiente y recursos naturales, política nacional de humedales, México, SEMARNAT.

Tabla de clasificación de la convención Ramsar sobre humedales de importancia internacional en anexos.

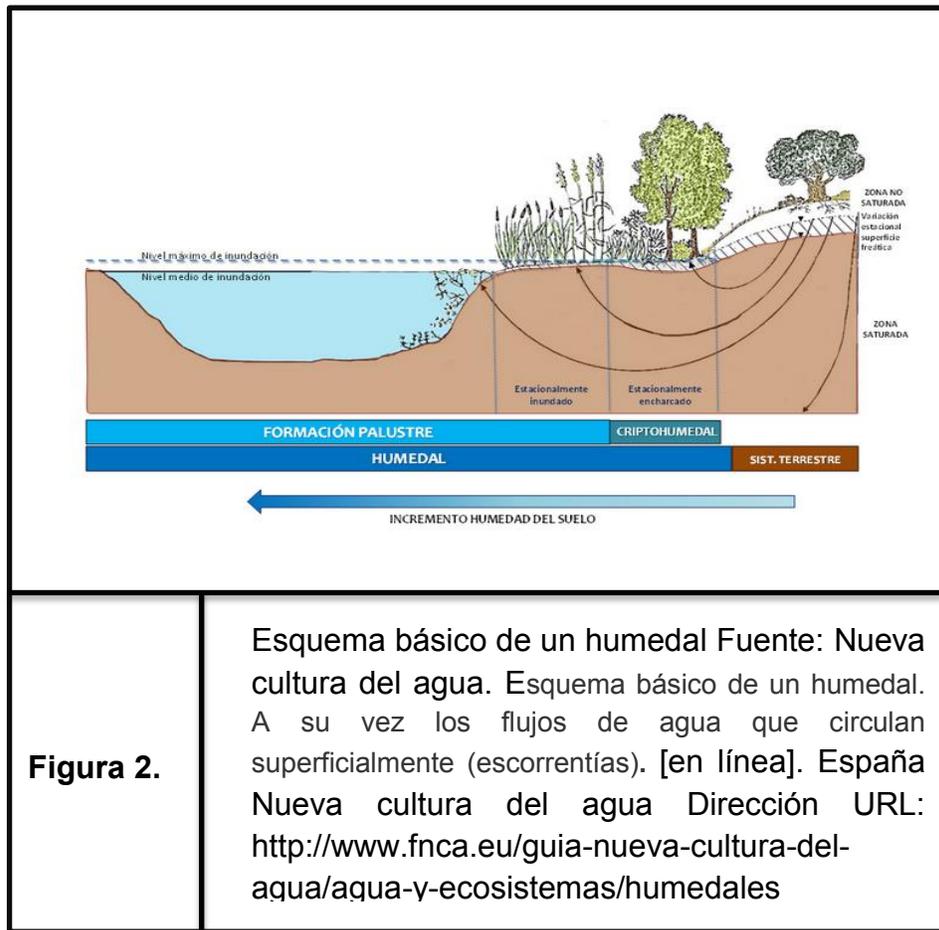
### **3.1.3 FUNCIONES DE LOS HUMEDALES.**

Los humedales son ecosistemas muy productivos, en el suelo sedimentario rico en detritus,<sup>16</sup> se acumulan concentraciones importantes de carbono, nitrógeno y fósforo. En las turbas se concentra gran cantidad de materia orgánica en descomposición. Y por su capacidad de absorción, el humedal actúa como una gran esponja que retiene el exceso de agua durante los periodos lluviosos, reservándola para las temporadas secas, por lo que regula los efectos perjudiciales de las crecientes de los ríos y los consecuentes riesgos de inundación. Además, aporta grandes volúmenes de agua a los acuíferos (aguas subterráneas), regulando el nivel freático y contribuyendo al mantenimiento de los manantiales.

Tienen también un importante papel como filtrado de agua, esto es gracias a las plantas hidrófilas, que con sus tejidos, almacena y liberan agua, y de esta forma hacen un proceso de filtración e influyen así en el control de la contaminación ya que la vegetación extrae importantes concentraciones de metales, que finalmente, al morir las plantas, terminan en el fondo formando lodos anaerobios.

---

<sup>16</sup> son residuos, generalmente sólidos permanentes, que provienen de la descomposición de fuentes orgánicas (vegetales y animales)



**Figura 2.**

Esquema básico de un humedal Fuente: Nueva cultura del agua. Esquema básico de un humedal. A su vez los flujos de agua que circulan superficialmente (escorrentías). [en línea]. España Nueva cultura del agua Dirección URL: <http://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-aqua/aqua-y-ecosistemas/humedales>

- **Funciones físicas:** regulación del ciclo hídrico superficial y de acuíferos, retención de sedimentos, control de erosión, y estabilización micro climático.
- **Funciones químicas:** regulación de ciclos de nutrientes (retención, filtración y liberación), y descomposición de biomasa terrestre como base de la productividad de los sistemas acuáticos.
- **Funciones bioecológicas:** productividad biológica, estabilidad e integridad de ecosistemas, y retención de dióxido de carbono.
- **Funciones sociales:** sistemas productivos y socioculturales (economías extractivas, pesca artesanal, caza, recolección, pastoreo y agricultura en época de estiaje), recursos hidrobiológicos, y soporte de acuicultura. También proveen servicios de recreación, investigación científica y educación.

### 3.1.4 Los sustratos en los humedales.

Los sustratos<sup>17</sup> en los humedales incluyen suelos, arenas, gravas, rocas y materiales orgánicos como el compost. Sedimentos y restos de vegetación se acumulan en el humedal debido a la baja velocidad del agua y a la alta productividad típica de estos sistemas. El sustrato y lo que estos incluyen son importantes por varias razones:

- Soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal.
- La permeabilidad del sustrato afecta el movimiento del agua a través del humedal.
- Muchas transformaciones químicas y biológicas (sobre todo microbianas) tienen lugar dentro del sustrato.
- Los sustratos proporcionan almacenamiento para muchos contaminantes
- La acumulación del resto de vegetación aumenta la cantidad de materia orgánica en el humedal. La materia orgánica da lugar al intercambio de materia,<sup>18</sup> la fijación de microorganismos y es una fuente de carbono, el cual es la fuente de energía para algunas de las más importantes reacciones biológicas en el humedal.

Las características físicas y químicas del suelo y otros sustratos se alteran cuando se inunda. En un sustrato saturado, el agua reemplaza los gases atmosféricos en los poros y el metabolismo microbiano consume el oxígeno disponible y aunque se presentan dilución de oxígeno de la atmósfera, puede darse lugar a la formación de un sustrato anóxico<sup>19</sup>, lo cual será importante para la remoción de contaminantes como nitrógenos y metales.

---

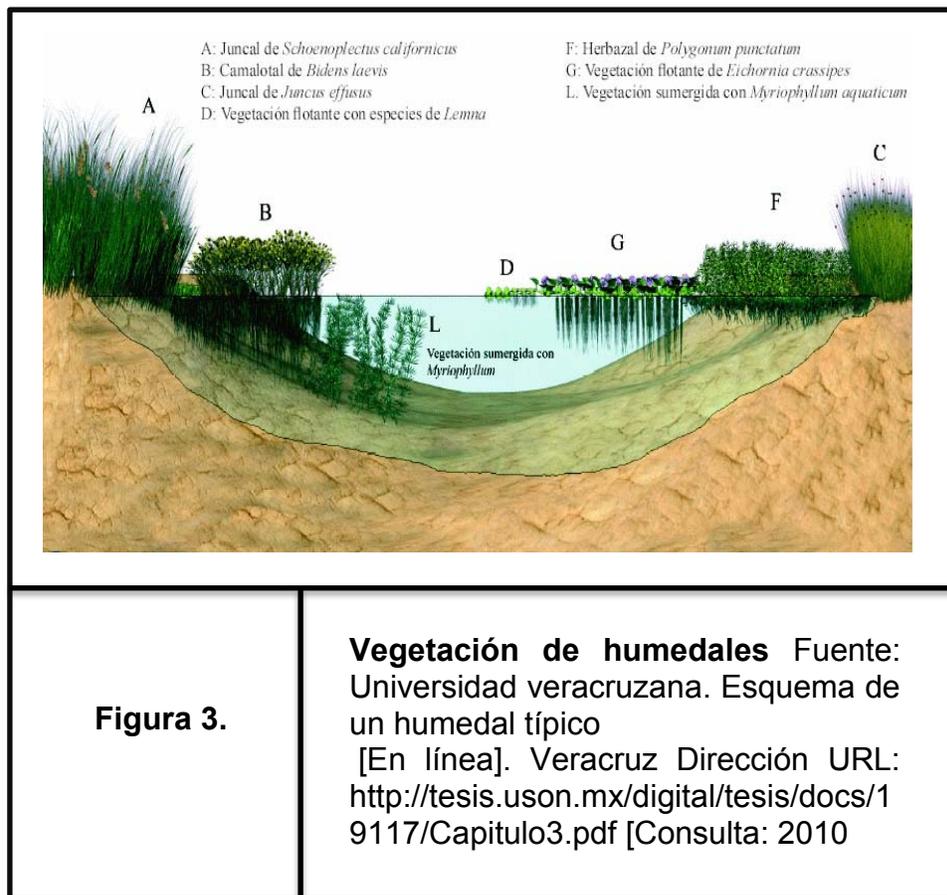
<sup>17</sup> la superficie en la que una planta o un animal vive. El sustrato puede incluir materiales bióticos o abióticos

<sup>18</sup> Los seres vivos se relacionan entre sí para conseguir dos elementos esenciales para su supervivencia

<sup>19</sup> Sustratos sin oxígeno libre.

### 3.1.5 tipos de vegetación en los humedales.

Los humedales suelen tener plantas emergentes como espadañas, carrizos y juncos. La figura 2 presenta un esquema de un humedal típico. La vegetación proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilita la filtración y la absorción de los constituyentes del agua residual y materiales sólidos, permite la transferencia de oxígeno a la columna de agua y controla el crecimiento de algas al limitar la penetración de luz solar.



**Figura 3.**

**Vegetación de humedales** Fuente: Universidad veracruzana. Esquema de un humedal típico [En línea]. Veracruz Dirección URL: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/Capitulo3.pdf> [Consulta: 2010]

### 3.1.6 Microorganismos en los humedales.

Muchas transformaciones de los nutrientes del carbono orgánico en los humedales son debidos al metabolismo microbiano y están directamente relacionadas con el crecimiento de microorganismos. Estos incluyen, principalmente, bacterias, hongos y protozoarios. Esta biomasa<sup>20</sup> se encuentra formando una biopelícula<sup>21</sup> alrededor de las partículas del lecho.

En general, los procesos microbiológicos por los cuales los microorganismos depuran aguas residuales y materiales sólidos en el humedal son los mismos que en los sistemas biológicos convencionales. Los microorganismos utilizan los nutrientes y el carbono tanto como fuente de energía como para la formación de biomasa. La velocidad de crecimiento de esta nueva biomasa dependerá tanto de las condiciones ambientales como de la disponibilidad del sustrato.

Las poblaciones microbianas se ajustan a los cambios en el agua que les llega y se pueden extender rápidamente cuando se tiene la suficiente energía. Cuando las condiciones medioambientales no son convenientes, muchos microorganismos se inactivan. La comunidad microbiana de un humedal puede ser afectada por sustancias tóxicas, como pesticidas y metales pesados y debe tenerse cuidado para prevenir que tales sustancias se introduzcan en las cadenas tróficas<sup>22</sup> en concentraciones perjudiciales.

### 3.2 VERTEDEROS A CIELO ABIERTO.

El vertedero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama *vertedero* al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemados y humos, polvo y olores nauseabundos.

---

<sup>20</sup> Cantidad total de materia viva presente en una comunidad o ecosistema.

<sup>21</sup> Estructura colectiva de microorganismos que se adhiere a superficies vivas o inertes y está revestida por una capa protectora segregada por los propios microorganismos.

<sup>22</sup> proceso de transferencia de energía alimenticia a través de una serie de organismos, en el que cada uno se alimenta del precedente y es alimento del siguiente.

Los vertederos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores.

La segregación de subproductos de la basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal. Ello ocasiona la depreciación de las áreas y construcciones colindantes; asimismo, genera suciedad, incremento de contaminantes atmosféricos y falta de seguridad por el tipo de personas que concurren a estos sitios.

En la actualidad, el hecho de que los municipios abandonen sus basuras en vertederos a cielo abierto es considerado una práctica irresponsable para con las generaciones presentes y futuras, así como opuesta al desarrollo sostenible.



**Figura 4**

Vertedero a cielo abierto Fuente: Diario de Xalapa. El ayuntamiento local presume de un relleno sanitario que en realidad no es más que un basurero a cielo abierto. [En línea]. Xalapa Veracruz Dirección URL: <http://www.oem.com.mx/diariodexalapa/notas/n2106595.htm>[Consulta: 13 de junio de

### **3.2.2 lixiviados**

Lugares de acumulación de basura, donde se desprende un líquido que provoca una de las mayores afectaciones al ambiente, y es conocido propiamente con el término de lixiviado. Este líquido proviene de desechos muy heterogéneos en composición y arrastra todo tipo de contaminantes muchos de ellos en concentraciones elevadas, por lo que es catalogado como uno de los más complejos y difíciles de tratar (Luna et al. 2007), al contener concentraciones elevadas de contaminantes orgánicos e inorgánicos incluyendo ácidos húmicos, nitrógeno amoniacal y metales pesados, además de sales inorgánicas (Lopes y Peralta, 2005; Wiszniowski et al. 2006).

La Norma Oficial Mexicana NOM-083- SEMARNAT-2003 y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en su artículo 5 fracción XVI, definen a los lixiviados como el “líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos”. Algunos autores como Wiszniowski et al. (2006) definen al lixiviado como el agua de lluvia que pasa a través del SDF además del líquido que se genera en la degradación de los desechos dentro de un relleno sanitario. Otros autores como Wang et al. (2003) definen a estos líquidos como aguas residuales complejas generadas cuando el contenido de humedad o de agua de los residuos sólidos en un relleno sanitario, es mucho mayor a su capacidad de campos

### **3.2.3. Clasificación de los lixiviados.**

Los lixiviados se clasifican de acuerdo con su composición, y tanto la calidad como la cantidad de ellos varía sustancialmente entre sitios y estaciones, dependiendo de factores como el contenido de humedad de los residuos dispuestos; la hidrogeología específica del sitio; el diseño, operación y edad del relleno sanitario; así como la biodegradabilidad relativa de los diferentes contaminantes orgánicos

presentes en el relleno sanitario (Reinhart y Townsend, 1998). Aunque no es posible hablar de una composición promedio, pueden manejarse valores típicos a manera de contar con una referencia. En la tabla de rango de composición típica de lixiviados se presentan valores propuestos por Bagchi (1990). La Tabla se encuentra localizada en los anexos.

### **3.3 RESTAURACION ECOLÓGICA.**

Según Jackson (1993), la Sociedad de Restauración Ecológica, define la restauración ecológica como " El proceso de alterar intencionalmente un sitio para establecer un ecosistema". La meta de este proceso es imitar la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema específico a restaurar.

Existen tres formas básicas de restaurar un área degradada (Machlis 1993):

- Recuperarla: volviendo a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas.
- Rehabilitarla: Usando una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área.
- Restaurarla: Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población que antes.

Existe un nivel de degradación por debajo del cual no habrá recuperación (Finegan 1993; Machlis 1993). En este sentido, Machlis (1993), plantea que la restauración es indicada cuando el proceso normal de recuperación sería demasiado lento o no ocurriría porque se traspasó algún límite ecológico. Ejemplos de dichos límites son:

- Cuando el área es vulnerable ante trastornos recurrentes (como por ejemplo incendios)
- Cuando hay pocos remanentes de las comunidades originales y las distancias de dispersión son largas (como por ejemplo en las islas)
- Cuando la tasa de dispersión de las principales especies animales o vegetales es baja

- Cuando ciertas especies clave no pueden recolonizar sin ayuda externa (por ejemplo especies poco comunes o en peligro de extinción, o especies de vital importancia funcional)
- Cuando hay una cantidad excesiva de malas hierbas y plagas.

### **3.3.1 Atributos de los ecosistemas restaurados.**

Un ecosistema se ha recuperado y restaurado cuando contiene suficientes recursos bióticos y abióticos como para continuar su desarrollo sin ayuda o subsidio adicional. Este ecosistema se podrá mantener tanto estructural como funcionalmente. Demostrará capacidad de recuperación dentro de los límites normales de estrés y alteración ambiental. Interactuará con ecosistemas contiguos en términos de flujos bióticos y abióticos e interacciones culturales.

Los nueve atributos que se indican a continuación, proveen una base para determinar cuándo se ha logrado la restauración. No es esencial la expresión total de todos estos atributos para demostrar la restauración. En cambio, solo se necesita que estos atributos demuestren una trayectoria apropiada de desarrollo ecosistémico hacia la meta o la referencia deseada. Algunos atributos son fácilmente mensurables. Otros se tendrán que evaluar indirectamente, incluyendo la mayoría de las funciones de un ecosistema, las cuales no se pueden medir sin recurrir a investigaciones que excederían la capacidad y el presupuesto de la mayoría de los proyectos de restauración.

1. El ecosistema restaurado contiene un conjunto característico de especies que habitan en el ecosistema de referencia y que proveen una estructura apropiada de la comunidad.
2. El ecosistema restaurado consta de especies autóctonas hasta el grado máximo factible. En ecosistemas culturales restaurados, se puede ser indulgente con especies exóticas domesticadas y con especies ruderales, y arvenses que se supone que coevolucionaron con ellas. Las especies ruderales son plantas que colonizan los sitios alterados; las especies arvenses típicamente crecen entre plantas de cultivo.
4. Todos los grupos funcionales necesarios para el desarrollo y/o la estabilidad continua del ecosistema restaurado se encuentran representados o, si no, los grupos faltantes tienen el potencial de colonizar por medios naturales.
5. El ecosistema restaurado aparentemente funciona normalmente de acuerdo con su estado ecológico de desarrollo y no hay señales de disfunción.

6. El ecosistema restaurado se ha integrado adecuadamente con la matriz ecológica o el paisaje, con los cuales interactúa a través de flujos e intercambios bióticos y abióticos.

7. Se han eliminado o reducido, tanto como sea posible, las amenazas potenciales del paisaje que lo rodea a la salud e integridad del ecosistema.

8. El ecosistema restaurado tiene suficiente capacidad de recuperación como para aguantar los acontecimientos estresantes periódicos y normales del ambiente local y que sirven para mantener la integridad del ecosistema.

9. El ecosistema restaurado es autosostenible al mismo grado que su ecosistema de referencia y tiene el potencial de persistir indefinidamente bajo las condiciones ambientales existentes. No obstante, los aspectos de su biodiversidad, estructura y funcionamiento podrían cambiar como parte del desarrollo normal del ecosistema y podrían fluctuar en respuesta a acontecimientos normales y periódicos aislados de estrés y de alteración de mayor trascendencia. Como con cualquier ecosistema intacto, la composición de las especies y otros atributos de un ecosistema restaurado podrían evolucionar a medida que cambian las condiciones ambientales.

Es posible que otros atributos ganen importancia y se agreguen a esta lista, en la medida en que se identifiquen como metas del proyecto de restauración. Por ejemplo, una de las metas de restauración podría ser el suministro sostenible de bienes y servicios naturales específicos para el beneficio social. En este contexto, el ecosistema restaurado sirve de capital natural para la acumulación de dichos bienes y servicios. Otra meta podría ser que el ecosistema restaurado provea hábitat para especies raras o para albergar un acervo genético diverso de ciertas especies. Otras metas posibles podrían incluir la oferta de valores estéticos o la promoción de actividades de sociales importantes, tal como sería el fortalecimiento de una comunidad a través de la participación de los individuos en un proyecto de restauración.

### **3.3.2 Terminología.**

Un ecosistema consta de la Biota (flora, fauna y microorganismos) que existe en una zona determinada, el ambiente que la sostiene y las interacciones entre estos. Las poblaciones de las especies que forman la biota se identifican colectivamente como la comunidad biótica. Con frecuencia, la comunidad se segrega conforme a su estado taxonómico (por ejemplo; la comunidad de insectos) o de formas de vida (por ejemplo; La comunidad arbórea).

También se pueden reconocer colecciones de organismos por el papel funcional que desempeñan en el ecosistema (por ejemplo; productores primarios, herbívoros, carnívoros, descomponedores, fijadores de nitrógeno, polinizadores), en cuyo caso se conocen como grupos funcionales. El ambiente físico o abiótico que sostiene la biota de un ecosistema incluye el suelo o sustrato, el medio atmosférico o acuoso, la hidrología, el clima, el relieve y la orientación topográfica, y los regímenes de nutrientes y salinidad. El hábitat se refiere al lugar de morada de un organismo o comunidad que proporciona las condiciones necesarias para sus procesos vitales.

Se puede reconocer un ecosistema dentro de una unidad espacial de cualquier tamaño, desde un micro sitio que contiene solo unos pocos individuos hasta un área con algún nivel de homogeneidad estructural y taxonómica, tal como un “ecosistema de humedal” de pequeña escala y basado en una comunidad, o un “ecosistema de selva pluvial tropical” de gran escala y basado en un bioma. La restauración ecológica se puede realizar en una amplia gama de escalas, pero en la práctica, toda la restauración de ecosistemas se debe enfocar desde una perspectiva de paisaje espacialmente explícita, para asegurar la adecuación de los flujos, las interacciones y los intercambios con los ecosistemas contiguos. Un paisaje consiste en un mosaico de dos o más ecosistemas que intercambian organismos, energía, agua y nutrientes. En vez de enfocarse en solamente un ecosistema, una buen aparte de la restauración ecológica tiene como objetivo legítimo y muy importante de la reintegración de ecosistemas y paisajes fragmentado.

Un paisaje o ecosistema natural es aquel que se desarrolla mediante procesos naturales y que se organiza y mantiene por sí solo. Un paisaje o ecosistema cultural es aquel que se ha desarrollado bajo la influencia conjunta de los procesos naturales y la organización impuesta por el hombre. Muchas praderas y sabanas se mantienen en gran parte por las actividades humanas, por ejemplo, debido los incendios superficiales periódicos que se generan para cazar, cosechar o manejar rebaños. En Europa, muchas de las praderas ricas en especies son en realidad ecosistemas culturales que surgieron luego de la tala de los bosques que tuvo lugar en la Edad de bronce y que luego se han mantenido debido a la siega y al pastoreo estacional del ganado.

La reparación de una pradera dañada califica como una restauración ecológica, aunque el ecosistema de pradera que se identifica como el paisaje de referencia es producto de las actividades humanas. En otro ejemplo, hoy en día gran parte del Occidente de Norteamérica está cubierto por un bosque denso de coníferas. En el siglo XIX, gran parte de estos bosques eran abiertos y se parecían a un parque con abundante cobertura herbácea, debido al uso frecuente de incendios y a uso que le daban a las plantas las tribus indígenas. Estas arboledas parecían naturales y su condición era sostenible bajo el régimen tribal del uso de las tierras.

El retorno de este ecosistema a una arboleda rala con aspecto de parque, que esté ocupada y utilizada en la manera tradicional de las tribus, se considera una restauración ecológica. Las prácticas culturales sostenibles son usos humanos tradicionales de las tierras que mantienen la biodiversidad y productividad. En este contexto, la biota se valora tanto por su importancia en la estabilidad del ecosistema como por su valor a corto plazo como un producto. Quizás todos los ecosistemas naturales están influenciados culturalmente, siquiera un poco y esta realidad merece reconocimiento en el proceso de la restauración.

Los términos degradación, daño, destrucción y transformación todos representan desviaciones de lo normal o del estado deseado de un ecosistema intacto. Los significados de estos términos coinciden en parte y su aplicación no siempre queda clara. La degradación se relaciona con cambios graduales o sutiles que reducen la integridad y la salud ecológica. El daño se refiere a cambios obvios y agudos en

un ecosistema. Un ecosistema queda destruido cuando la degradación o el daño elimina toda la vida macroscópica y, por lo general, también arruina el ambiente físico. La transformación es la conversión de un ecosistema en otro tipo de ecosistema o uso de la tierra.

Un ecosistema de referencia puede servir de modelo para la planificación de un proyecto de restauración ecológica y posteriormente, servir en la evaluación de un proyecto. En casos donde el objetivo de la restauración consiste en dos o más tipos de ecosistemas, se le puede decir paisaje de referencia, o si se ha de restaurar solamente una porción del paisaje local, se le dice la unidad del paisaje de referencia. El ecosistema, paisaje o unidad seleccionados también se pueden llamar sencillamente “la referencia”. Típicamente, la referencia representa un punto avanzado de desarrollo que se encuentra en punto a lo largo de la trayectoria de restauración deseada. En otras palabras, se espera que con el tiempo el ecosistema restaurado emulará los atributos de la referencia, y se desarrollarán las metas y estrategias del proyecto de acuerdo con esas expectativas. La referencia puede constar de una o varias ubicaciones específicas que contienen ecosistemas modelo, una descripción escrita o una combinación de ambas.

La información que se recopila de la referencia incluye componentes tanto bióticos como abióticos.

Una trayectoria ecológica es aquella que describe la ruta de desarrollo de un ecosistema a través del tiempo. En la restauración, la trayectoria empieza con el ecosistema no restaurado y progresa hacia el estado deseado de recuperación que se expresa en las metas del proyecto de restauración y que es personificada en el ecosistema de referencia. La trayectoria abarca todos los atributos ecológicos, bióticos y abióticos de un ecosistema y, en teoría, se puede monitorear mediante la medición secuencial de conjuntos coherentes de parámetros ecológicos. Ninguna trayectoria es estrecha o específica; sino que la misma abarca una amplia pero limitada gama de posibles expresiones ecológicas a través del tiempo, tal como se pudiera describir matemáticamente mediante la teoría del caos o predecir por varios modelos ecológicos. Es imposible hacer una descripción empírica completa de una trayectoria por dos motivos. En primer lugar, el número de características mensurables de un ecosistema es mucho mayor de

las que se pueden razonablemente monitorear y la descripción de su trayectoria a través del tiempo es obligatoriamente incompleta. Segundo, los datos de monitoreo se prestan al trazado de trayectorias de parámetros individuales, pero su combinación en una sola trayectoria que represente al ecosistema entero requiere de un análisis de variables múltiples tan enormemente complejo de un tipo que aún no se ha desarrollado. Esto representa un desafío crítico para la investigación en el futuro.

La biodiversidad se refiere a la biota en términos de la diversidad genética y taxonómica, la variedad de seres vivos que se hallan presentes y la estructura de la comunidad que así se crea, además de los papeles ecológicos que se desempeñan. La biota se organiza jerárquicamente desde el nivel del genoma hasta los individuos, especies, poblaciones y comunidades. Los dos aspectos que se relacionan con la biodiversidad son la composición de especies, i.e., la identidad taxonómica de las especies presentes, y la riqueza de especies, i. e ; el número de especies diferentes presentes. No se puede recalcar demasiado la importancia de un amplio restablecimiento de la composición de especies. Si un ecosistema restaurado se ha de mantener por sí solo, todos los grupos funcionales de especies deben estar representados. La redundancia de especies, la presencia de múltiples especies que desempeñan un papel similar en la dinámica del ecosistema, provee la seguridad de

que se mantendrá la salud del ecosistema en respuesta al estrés, a las perturbaciones u a otros cambios ambientales.

Para que un ecosistema esté bien adaptado a las condiciones locales de un sitio y para que demuestre la capacidad de recuperación ante un ambiente estresante o cambiante, las poblaciones que lo componen deben poseer una buena salud genética. Una población con buena salud genética es aquella que no solo está adaptada a las condiciones del ambiente, sino que también posee alguna “diversidad genética”, que le permitiría adaptarse a cambios ambientales futuros. En circunstancias normales, la reintroducción de ecotipos locales es suficiente para mantener la buena salud genética. No obstante, en sitios que han sufrido mucho daño y por consiguiente una alteración de su ambiente físico, la introducción de linajes genéticos diversos bien podría ser la estrategia preferida que así permite la recombinación y el desarrollo eventual de ecotipos novedosos y más adaptables.

La estructura de la comunidad vegetal significa la fisonomía o arquitectura de la vegetación con respecto a la densidad, estratificación horizontal y frecuencia de distribución de las poblaciones de especies, así como los tamaños y seres vivos de los organismos que componen dichas comunidades.

Los procesos ecológicos o funciones de los ecosistemas son los atributos dinámicos de los ecosistemas, que incluyen a las interacciones entre organismos y a las interacciones entre los organismos y su medio ambiente.

Los procesos ecológicos son la base del auto mantenimiento de un ecosistema. Algunos ecólogos de restauración limitan el uso de la terminología “funciones del ecosistema” a aquellos atributos dinámicos que más directamente afectan el metabolismo, principalmente la captura y transformación de energía, nutrientes y humedad. Por ejemplo, la fijación del carbono por fotosíntesis, las interacciones tróficas, la descomposición y el reciclaje de minerales y nutrientes. Cuando las funciones del ecosistema se definen estrictamente de esta manera, los demás atributos dinámicos se denominan “procesos del ecosistema”, como por ejemplo, la estabilización de los sustratos, el control del microclima, la diferenciación de hábitat para especies especializadas, la polinización y la dispersión de semillas. El funcionamiento a escalas espaciales más amplias se concibe, generalmente, en términos más amplios, como la retención de nutrientes y humedad a largo plazo y la sostenibilidad total del ecosistema.

Las funciones y los procesos del ecosistema, junto con la reproducción y el crecimiento de los organismos, son lo que permiten que un ecosistema se autorenewe o sea auto génico. Una meta común para la restauración de cualquier ecosistema natural es el restablecimiento de los procesos auto génicos hasta el punto en que ya no se necesita la ayuda de los restauradores. En ese caso, el papel principal de un practicante de la restauración es el de iniciar los procesos autogenicos. Los practicantes de restauración normalmente suponen que los procesos autogenicos comenzarán una vez que se ha restablecido la estructura y la composición de las especies apropiadas. Esta no siempre es una suposición válida, pero sí es un punto de partida razonable para la restauración de un ecosistema.

Algunos procesos dinámicos son externos en su origen, como por ejemplo, incendios, inundaciones, vientos dañinos y choques de salinidad de marejadas, así como tormentas, heladas y sequías. Estos procesos externos estresan la biota y se les dice estresores. La biota de cualquier ecosistema debe ser resistente o resiliente<sup>23</sup> al estrés normal que periódicamente ocurre en el ambiente local. Estos atributos mantienen la integridad del ecosistema, ya que evitan el establecimiento de otras especies que no se pueden adaptar a esas condiciones de estrés. Por ejemplo, el influjo mareal de agua salada es esencial para mantener el ecosistema de una marisma e impide su conversión en un ecosistema de agua dulce. En los ecosistemas culturales, las actividades mediadas por el hombre, tales como la quema controlada o el pastoreo, se consideran ser estresores. Los términos alteración o perturbación a veces se utilizan en lugar de “estresor” o “acontecimiento estresante”. Sin embargo, la palabra “perturbación” aquí, se limita a la acepción de impactos sobre un ecosistema que son más graves o agudos que un acontecimiento estresante normal.

La palabra resistencia describe la capacidad de un ecosistema en mantener sus atributos estructurales y funcionales al verse enfrentado con estrés y perturbaciones. La resiliencia de un ecosistema es la capacidad de recobrar los atributos estructurales y funcionales que han sufrido daño debidos a estrés o perturbaciones. La estabilidad del ecosistema es la capacidad de un ecosistema de mantener una determinada trayectoria a pesar del estrés; denota un equilibrio dinámico más no un estancamiento.

---

<sup>23</sup> Consiste en la absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad

La estabilidad se logra en parte gracias a la capacidad de resistencia y a la resiliencia<sup>24</sup> de un ecosistema.

Los términos “integridad de un ecosistema” y “salud de un ecosistema” se usan comúnmente para describir el estado deseado de un ecosistema restaurado. Aunque algunos autores usan esa terminología de modo intercambiable, tienen significados o acepciones bien diferenciadas. La integridad de un ecosistema es el estado o la condición de un ecosistema que demuestra la biodiversidad característica de la referencia, tales como la composición de especies y la estructura de la comunidad, y tiene plena capacidad de sostener el funcionamiento normal del ecosistema.

La salud del ecosistema es el estado o la condición de un ecosistema en el cual los atributos dinámicos se expresan dentro de valores “normales” de actividad en relación con su fase ecológica de desarrollo. Un ecosistema restaurado expresa su salud si funciona normalmente en relación con el ecosistema de referencia, o a un conjunto apropiado de atributos de ecosistemas restaurados. El estado de integridad de un ecosistema sugiere, aunque no necesariamente confirma, una buena salud del ecosistema y un ambiente abiótico adecuado.

### **3.3.3. Los ecosistemas y la restauración.**

Un ecosistema que pasa por la restauración puede terminar en uno de una gran variedad de estados posibles. Cualquier estado que se exprese se acepta como restauración, con tal de que sea comparable con alguno de los estados posibles en que la referencia se pudiera haber desarrollado. Por lo tanto, una sola referencia es una expresión inadecuada de la constelación de posibles estados y de la gama histórica de variaciones expresadas por el ecosistema restaurado. Por lo tanto, es mejor usar como referencia un agregado de múltiples sitios de referencia y, si fuera necesario, de otras fuentes también. Esta descripción compuesta da una base más realista para la planificación de la restauración.

---

<sup>24</sup> es un término que procede del latín *residens* y que hace mención a la acción y efecto de residir (estar establecido en un lugar, asistir periódicamente por razones de empleo)

Las fuentes de información que se pueden usar para describir una referencia incluyen:

- Descripciones ecológicas, listas de especies y mapas del sitio del proyecto antes del daño.
- Fotografías históricas y recientes, tanto aéreas como terrestres.
- Remanentes del sitio que se ha de restaurar que indiquen las condiciones físicas anteriores y la biota.
- Descripciones ecológicas y listas de especies de ecosistemas similares e intactos.
- Especímenes de herbarios y museos.
- Versiones históricas e historias orales de personas familiarizadas con el sitio del proyecto antes del daño.
- Evidencias paleoecológicas, por. Ejemplo; polen fosilizado, carbón, historia de los anillos de los árboles y basureros de roedores.

Cuando la meta de la restauración es un ecosistema natural, casi todas las referencias disponibles habrán sufrido algunos impactos adversos causados por el hombre que no se deberían emular. Por lo tanto, es posible que la referencia requiera interpretación para quitar esas fuentes de cambios artificiales. Por estas razones, la preparación de la descripción de una referencia, requiere experiencia y un conocimiento ecológico.

Es fundamental que se registren por escrito las metas de un proyecto de restauración para determinar el nivel de detalle que se necesitará en la descripción de la referencia. Para restauraciones a nivel del paisaje y a gran escala, para las cuales solo se pueden prescribir metas generales, la descripción de la referencia podrá ser igualmente general. En esos casos, las fotografías aéreas pueden representar la fuente de información más importante para la preparación de la referencia. La restauración a una escala más fina podrá requerir información muchísimo más detallada de la referencia, tal como datos que se coleccionan en el sitio en pequeñas parcelas.

### **3.3.4. El monitoreo y evaluación del ecosistema a restaurar.**

Un proyecto de restauración correctamente planeado trata de satisfacer metas claramente expresadas que reflejen atributos importantes del ecosistema de referencia. Las metas se logran mediante la búsqueda de objetivos específicos. Las metas son ideales mientras que los objetivos son medidas concretas que se toman para lograr las metas. Se deben hacer dos preguntas fundamentales con respecto a la evaluación de un ecosistema restaurado. ¿Se lograron los objetivos? ¿Se alcanzaron las metas? Las respuestas a ambas preguntas logran validez solamente si se especifican las metas y los objetivos antes de ejecutar el trabajo del proyecto de restauración.

Los ecosistemas son complejos y dos ecosistemas intactos jamás serán idénticos, por lo menos no cuando se examinan detenidamente. Por esa razón, ningún ecosistema restaurado jamás podrá ser idéntico a una referencia particular. El número de variables de un ecosistema que se puede usar en una evaluación es demasiado grande como para que todas puedan medirse dentro de un período de tiempo razonable. La selección de cuáles variables se evaluarán y cuáles se pasarán por alto requiere de pragmatismo y juicio por parte del evaluador.

Los objetivos se evalúan conforme a estándares de desempeño, que también se conocen como criterios de diseño o criterios de éxito. En gran parte, estos estándares o criterios se originan en la comprensión del ecosistema de referencia. Los estándares de desempeño proporcionan una base empírica para determinar si se han logrado o no los objetivos del proyecto. Los objetivos, los estándares de desempeño, los protocolos para el monitoreo y la evaluación de los datos, se deben incorporar en los planes de restauración antes del inicio del proyecto. Si la interpretación de los datos recopilados durante el monitoreo muestra que se han alcanzado los estándares de desempeño, no puede haber ninguna duda de que se lograron los objetivos del proyecto y de que es probable que el ecosistema restaurado tendrá suficiente capacidad de recuperación como para requerir poco o ninguna ayuda adicional del profesional de la restauración.

Las metas del proyecto se han satisfecho, o que pronto quedarán satisfechas, cuando se logran los objetivos. Sin embargo, la validez de dicha suposición no está garantizada, ya que los objetivos y los estándares de desempeño que se designaron pueden resultar inadecuados y las vicisitudes ambientales no anticipadas pueden desviar la trayectoria de la restauración. Por esa razón, y ya que metas son ideales que no se pueden medir directamente, es inevitable que exista un elemento de juicio profesional y subjetividad en la evaluación de las metas.

Es necesario evaluar aquellas metas y objetivos relacionados con las inquietudes culturales, económicas y de la sociedad. Para estas, las técnicas de evaluación podrían incluir las de las ciencias sociales. La evaluación de las metas socioeconómicas es importante para los participantes y a la larga, para los que establecen las políticas que deciden si se autorizarán y financiarán o no otros proyectos de restauración.

### **3.3.5. Planes a seguir para una restauración.**

Los planes para los proyectos de restauración incluyen, como mínimo, los siguientes:

- Una exposición de principios clara de por qué se necesita la restauración.
- Una descripción ecológica del sitio designado para la restauración.
- Una declaración de las metas y los objetivos del proyecto de restauración.
- Una designación y descripción de la referencia.
- Una explicación de cómo la restauración propuesta se integrará con el paisaje y sus flujos de organismos y materiales.
- Planes, itinerarios y presupuestos explícitos para la preparación del sitio y las actividades de instalación y posinstalación, incluyendo una estrategia para hacer correcciones rápidas a mitad de camino.
- Estándares de desempeño bien desarrollados y explícitos, con protocolos de monitoreo mediante los cuales se puede evaluar el proyecto.

- Estrategias para una protección y mantenimiento a largo plazo del ecosistema restaurado.

### **3.3.6. La restauración y la ecología de la restauración.**

La restauración ecológica es la práctica de restaurar ecosistemas, tal como lo desempeñan los profesionales, en sitios de proyecto específicos, mientras que la ecología de la restauración es la ciencia sobre la cual se basa la práctica.

La ecología de la restauración idealmente proporciona conceptos claros, modelos, metodologías y herramientas que apoyan la práctica de los profesionales. A veces, el restaurador y el ecólogo de restauración son la misma persona.

La fusión de la práctica y la teoría. El ramo de la ecología de la restauración no se limita al servicio directo de la práctica de la restauración. Los ecólogos de la restauración pueden avanzar la teoría ecológica usando sitios de proyectos de restauración como zonas experimentales. Por ejemplo, la información que se deriva de los sitios de proyectos podría ser útil para contestar preguntas sobre las reglas de ensamblaje de las comunidades bióticas. Es más, los ecosistemas restaurados pueden servir de referencia para zonas que se han apartado y designado para la conservación de la naturaleza.

## **3.4. MÉTODOS DE RESTAURACIÓN.**

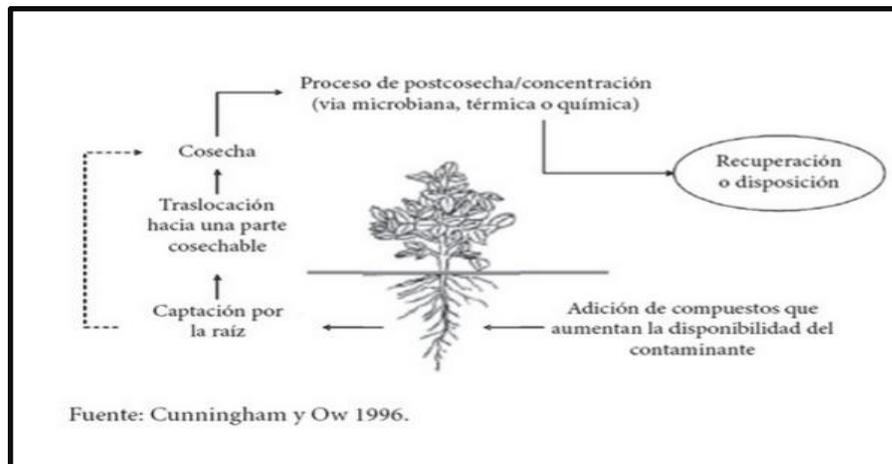
### **3.4.1. Fitorestauración.**

Consiste en utilizar cultivos de plantas para eliminar tóxicos presentes en el agua y suelo. Sean utilizados para eliminar iones metálicos, derrames de hidrocarburos (tanto crudos como compuestos poliaromáticos) y lixiviados de basureros tóxicos.

Las plantas pueden fijar los tóxicos o bien pueden metabolizarlos tal como lo hacen los microorganismos en los procesos de biorestauración.

### 3.4.2. Fito extracción.

Es la captación de iones metálicos por las raíces de la planta y su acumulación en tallos y hojas. Hay plantas que absorben selectivamente grandes cantidades de metales acumulando en los tejidos concentraciones mucho más altas que las presentes en el suelo o en el agua. Este proceso se ha utilizado para eliminar hidrocarburos de agua y suelo con cultivos alfalfa, álamos, enebro. En la zona contaminada se plantan las especies que se seleccionan. Cuando las plantas crecen se recolectan y se incineran. Las cenizas se pueden lavar para recuperar los metales o bien, pueden confinarse en vertederos de tóxicos, con la ventaja de que ocupará un espacio mucho menor que el que se usaría si se desecara el suelo contaminado.



Fuente: Cunningham y Ow 1996.

**Figura 5**

Procesos generales de Fito-extracción Fuente: Figura de procesos generales de fito-extracción [En línea]. Xalapa Veracruz Dirección URL: <http://slideplayer.es/slide/163229/>[Consulta: 2005]

### **3.4.3. Fito degradación.**

Es un proceso por medio del cual las plantas degradan compuestos orgánicos. Los compuestos son absorbidos y metabolizados. Muy frecuentemente los metabolitos que producen tienen actividad de fitohormonas (aceleran el crecimiento de las plantas). Se han encontrado plantas que degradan residuos de explosivos, disolventes clorados como el TCE, herbicidas, etc. Las plantas también favorecen la degradación microbiológica en la rizosfera. La flora microbiana del suelo es más abundante en las cercanías de las raíces, por lo que los procesos similares a la biodegradación tienen lugar a una velocidad mayor que en el resto del suelo, sin necesidad de estimular artificialmente la actividad microbiana.

### **3.4.4. Bombeo biológico**

Cuando las raíces de los árboles llegan hasta el manto freático absorben una gran cantidad de agua. Hay una variedad de álamo (*Populus deltoides*) que absorbe más de un metro cúbico de agua por día. Esta característica de los árboles se puede utilizar para impedir que las aguas superficiales contaminadas lleguen a los acuíferos que se usan para suministro de agua potable, o bien para que se prevenga que aguas contaminadas lleguen a sitios donde pudieran causar problemas.

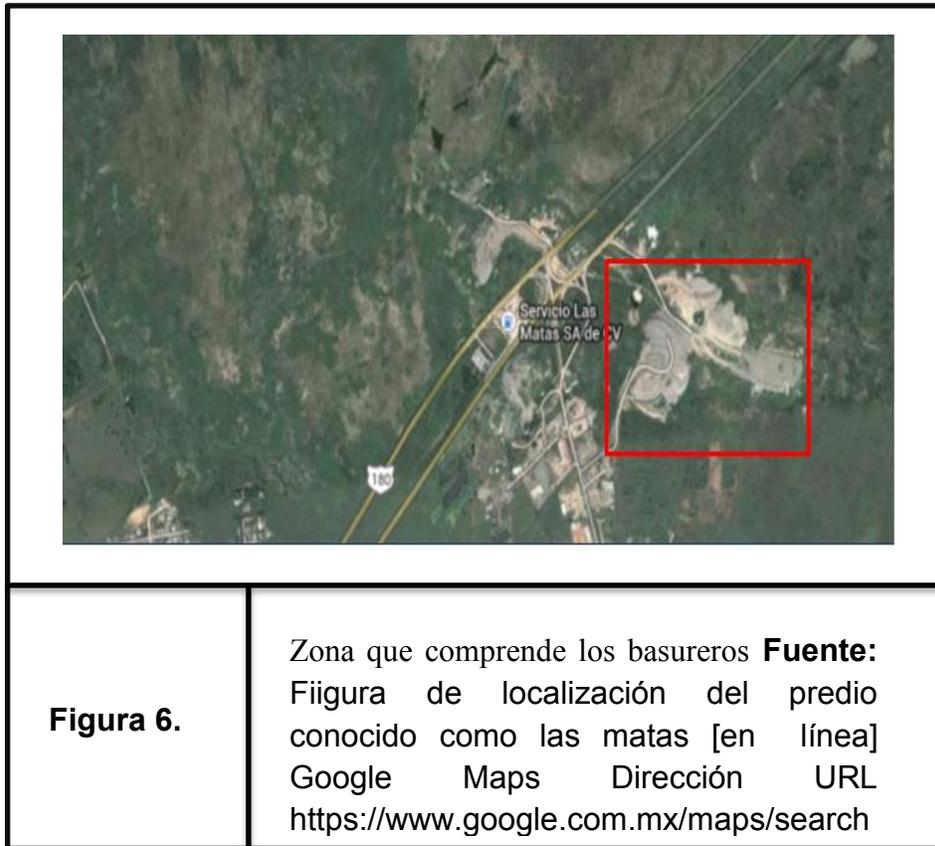
### **3.4.5. Extracción**

Son procedimientos que se pueden hacer in situ o ex situ, normalmente no degradan el tóxico, sino que lo transfieren del medio contaminado a otro medio, donde puede ser destruido, utilizando cualquiera de los métodos químicos o biológicos que se describieron anteriormente, o bien pueden incinerarse o confinarse. Normalmente, la transferencia de un medio a otro va acompañada de una reducción considerable del volumen de material a tratar o confinar.

## **CAPÍTULO IV**

#### 4. Sitio designado para la restauración en el humedal Coatzacoalcos y Minatitlán.

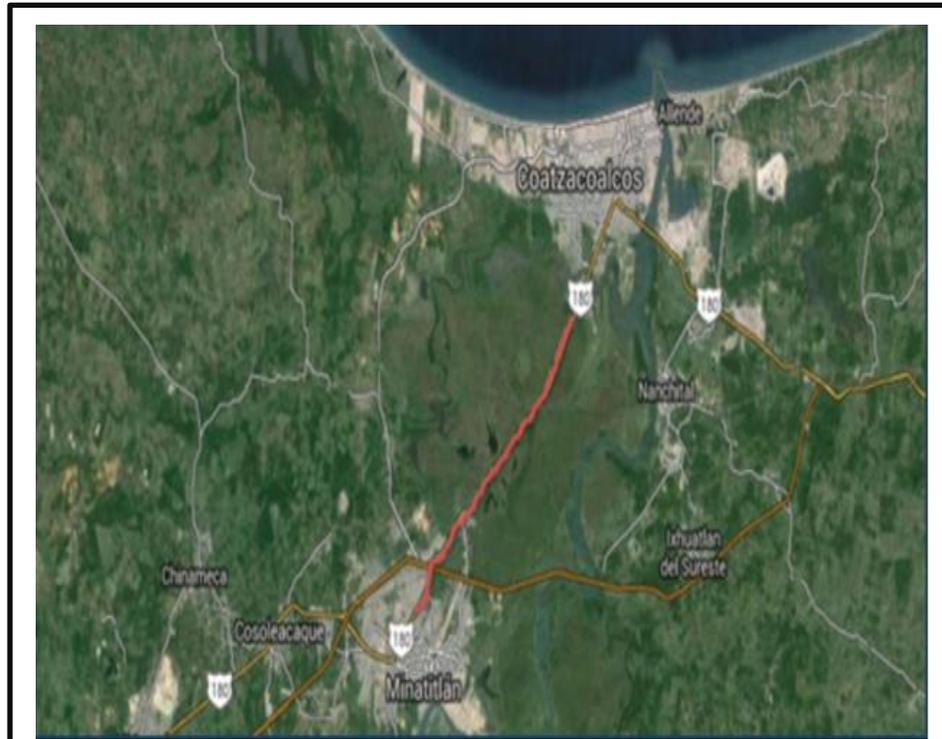
La zona de los basureros está ubicada en el predio Las Matas, situado en la carretera federal entre Coatzacoalcos y Minatitlán abarcan una extensión de 46 hectáreas<sup>25</sup> ubicados en el sureste del estado de Veracruz; esta área que comprende al municipio de Minatitlán se conforma por ejidos y comunidades con un promedio de 50,000.00 habitantes, se le considera una población urbana



##### 4.1 Descripción general del sitio

Se localiza en la zona sur del Estado, en las coordenadas 18. ° 09' latitud norte y 94. ° 26' longitud oeste, a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar Carretera Minatitlán-Coatzacoalcos tramo Las Matas y la Costera 180 que va a la zona industrial.

<sup>25</sup>Rafael Meléndez Teran (30 de abril de 2015). Arde basurero de las matas. El Herald de Coatzacoalcos Recuperado de. [http://issuu.com/heraldocoatza-issuu/docs/coatza\\_30abr2015](http://issuu.com/heraldocoatza-issuu/docs/coatza_30abr2015).



**Figura 7**

Ubicación de la carretera Minatitlán-Coatzacoalcos tramo las matas y la costera 180 Fuente: Figura de la ubicación de la carretera Minatitlán-Coatzacoalcos tramo las matas sección de los humedales [en línea] Google Maps Dirección URL: <https://www.google.com.mx/maps/@18.0802563,-94.5603493,35202m/data=!3m1!1e3> [consultado Febrero del 2015].

El clima que predomina en esta zona es cálido subhúmedo. La temperatura media anual es de 23°C, la temperatura máxima promedio es de alrededor de 32°C y se presenta en los meses de abril y mayo; la temperatura mínima promedio es de 13°C y se presenta en el mes de enero.

El tipo de suelo predominante de la zona es de tipo *Gleysols*. Son suelos formados por la condición de inundación, tienen un drenaje deficiente. Con abundante vegetación típica de esas condiciones de

humedad. Yacen sobre roca caliza suave, arcillosos a través del perfil de colores grisáceo y otros amarillentos, ocasionalmente con manchas, muy plásticos y chiclosos. Son ricos en materia orgánica

La vegetación acuática es la que predominante de esta zona. A este grupo de plantas pertenecen los carrizos (*Phragmites* spp), los esparganios (*Sparganium* spp), las espadañas (*Typha* spp) y el lirio de agua (*Iris pseudacorus* L.) entre otros.<sup>26</sup>

En este sitio que es muy rico en especies hay gran variedad de peces y microalgas, también se encuentra aves locales como garzas morenas, garzas blancas, pichichis, pato buzo, gaviota marina, gaviota blanca, pinta, palomas torcazas, pichanchas, tórtolas y aves que van de paso a Sudamérica procedentes de Canadá. Se encuentran tortugas, ranas, sapos y lagartijas de varias especies.<sup>27</sup> para una mayor descripción de la flora y la fauna del sitio se describe a continuación.

---

<sup>26</sup> Karen Yelena Rodríguez Grajales (2013). Evaluación de remoción de materia orgánica en agua residual del instituto tecnológico de Minatitlán mediante un humedal artificial híbrido utilizando la especie vegetal, *Heliconia* Sp, en un proceso intermitente. Tesis, instituto tecnológico de minatitlan, .

<sup>27</sup> Williams Barrios Lomas 2013. Evaluación de remoción de materia orgánica en agua residual del instituto tecnológico de Minatitlán mediante un humedal artificial híbrido utilizando la especie vegetal, *Heliconia* Sp, en un proceso intermitente. Tesis, instituto tecnológico de minatitlan, pag

#### 4.1.1 Flora y fauna endémica

La fauna<sup>28</sup> que pertenece al ecosistema incluye un gran número de organismos de muchas clases. Algunos habitan únicamente los cuerpos acuáticos, mientras que otros son más bien terrestres pero pueden vivir en follaje, entre ellos se encuentran los protozoarios, briozoarios, cnidarios, rotíferos, nemátodos, moluscos, anélidos, insectos acuáticos, crustáceos. Los insectos acuáticos son muy diversos conformados por grupos entre ellos los colémbolos, efemerópteros, libélulas, chinches de agua, cucarachas de agua, escarabajos acuáticos, moscos, moscas, chaquistes, caballeros, grillos, chapulines. Las larvas de muchos de estos insectos son de gran importancia en la cadena alimenticia de muchas aves, anfibios y reptiles.

Las aves es uno de los grupos de fauna más llamativo de estos ecosistemas por su variedad y belleza. Las aves vadeadoras Las garza. Las avocetas y los candeleros pertenecen a la familia Recurvirostridae, El águila pescadora (*Pandion haliaetus*) es una especie de ave Accipitriforme (Familia Pandionidae), El martín pescador collarejo (*Megaceryle torquata*), el pato pijije de alas oscuras (*Dendrocygna bicolor*), el pato cerceta aliazul (*Anas discors*), Sus dietas son muy variadas, por que incluyen principalmente peces, pero también se alimentan de ranas, insectos e invertebrados acuáticos (escarabajos, gusanos y caracoles).

Los mamíferos que habitan en el ecosistema no son muy abundantes, entre los principales se encuentran el grisón (*Galictis vittata*), el mapache (*Procyon lotor*), el tlacuache acuático (*Chironectes minimus*), el murciélago (*Noctilio leporinus*) y roedores, de varias especies, principalmente del género *Oryzomys* (por ejemplo *Oryzomys palustris*) y otros como la rata almizclera (*Ondatra zibethicus*).

La presencia de los reptiles en el humedal está conformada por los cocodrilos (*Crocodylus moreleti* y *Crocodylus acutus*, la iguana verde (Iguana), el lagartijón o coapeche (*Cnemidophorus deppei*), la mazacuata, tatuana o boa (*Boa constrictor*) y la culebra negra ratonera (*Dymarchon corais*). El cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreleti*). Las tortugas son habitantes muy frecuentes en los pantanos de agua dulce como son comunes la tortuga lagarto

---

<sup>28</sup> Inecol, Habitantes de los humedales, recuperado de:  
[http://www.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pds/VII\\_habitantesdeloshumedales.pdf](http://www.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pds/VII_habitantesdeloshumedales.pdf).

oserevengue (*Chelydra rossignoni*), el pochitoque negro o montera (*Kinosternon acutum*), el chopontil, taimán o joloque (*Claudius angustatus*) y la tortuga pinta o jicotea (*Trachemys venusta*). la chachagua o pochitoque (*Kinosternon leucostomum*), el casquito (*Kinosternon scorpioides cruentatum*), la tortuga tres lomos, guao o guaruso (*Staurotypus triporcatus*).

La vida animal de los humedales es sumamente diversa algunos habitan entre las plantas, en los troncos o bien en la columna de agua. Pero todos dependen para su supervivencia de la conservación de los humedales y sus funciones.

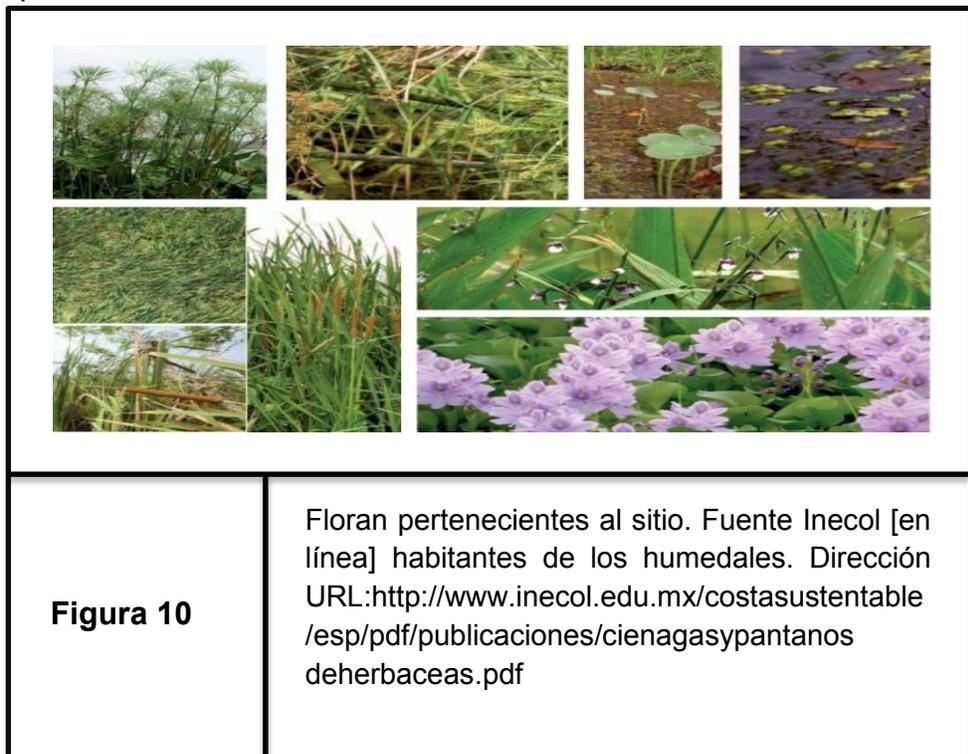


<p><b>Figura 8</b></p>	<p>Fauna perteneciente a los humedales. Fuente Inecol [en línea] habitantes de los humedales. Dirección URL:<a href="http://www.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdf/publicaciones/cienagasy pantanos/VII_habitantesdehumedales..ndf">http://www.inecol.edu.mx/costasustentable/esp/pdf/publicaciones/cienagasy pantanos/VII_habitantesdehumedales..ndf</a></p>
------------------------	---

Las plantas pertenecientes al humedal son del tipo enraizadas en el suelo que emergen del agua de inundación constituido por especies donde dominan las dicotiledóneas, es decir las plantas de hojas anchas. Alcanzan alturas entre 1 y 3. Las flores son llamativas. Forman manchones densos, que hacen difícil caminar entre las plantas.

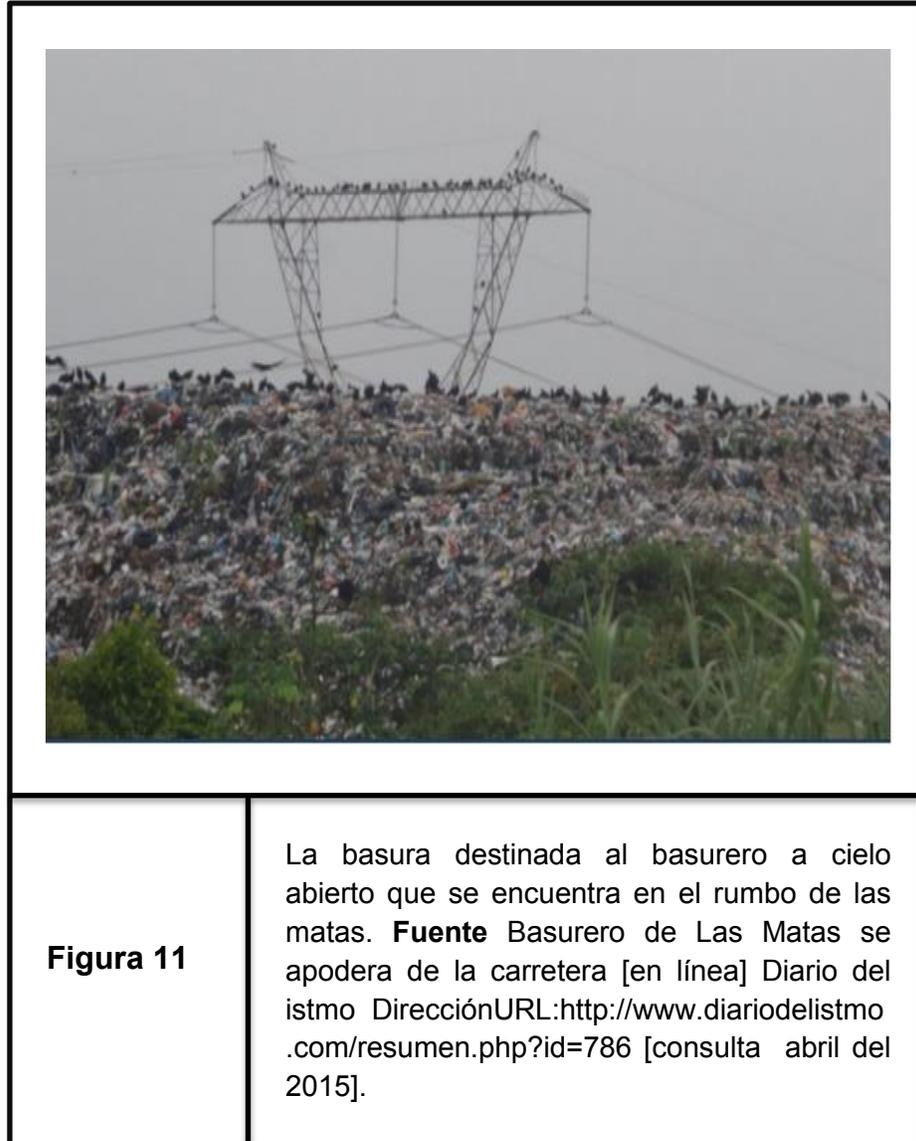
La vegetación que conforma el ecosistema de la región son: el platanillo de agua (banderilla, bojillo de popal, hojilla, popote), *Thalia geniculata*; también es común encontrar popales dominados por *Pontederia sagittata* (cucharita o platanito), cuyas flores moradas son muy llamativas. La *Sagittaria lancifolia* son menos comunes y frecuentemente se mezclan con otras especies. Es un género de unas 20 especies de plantas acuáticas perteneciente a la familia *Alismataceae*. *Cyperus giganteus* es la de mayor tamaño en México y llama la atención pues parece tener un plumero en el extremo superior. El carrizo (*Phragmites australis*)

Las tembladeras es un nombre común con el que se denomina en Veracruz a este humedal. Viene de la sensación de movimiento o temblor que se tiene al pisar ciertos tipos de humedales que aparentemente están sobre suelo.



#### 4.2. Condición actual de la zona de los basureros de las matas.

Desde un tramo lejos de la carretera Coatzacoalcos, Minatitlán se observan las enormes montañas de basura. Se tratan de 1,250.000 mil metros cúbicos,<sup>29</sup> 12 mil toneladas mensuales. 400 toneladas diarias de residuos sólidos municipales.



<sup>29</sup> Irma Santander Vera (9 de abril de 2015). ¡Peligro: las matas! Diario del Istmo. Recuperado de. <http://www.diariodelistmo.com/resumen.php?id=1502>

#### 4.2.1. Problemáticas sociales.

A continuación se presentan algunas de las opiniones y declaraciones por la presencia de tiraderos a cielo abierto y como impactan a los habitantes de los municipios donde estos se encuentran, ya que provocan que en estos sitios se agrave los efectos de contaminación ambiental y de riesgo a la salud humana.

<sup>30</sup>“El impacto visual negativo que ocasiona la presencia de los residuos sólidos a cielo abierto y su dispersión en su entorno, influye directamente en el rechazo de la población. Además de la presencia de residuos, el deterioro del paisaje se ve incrementado por la presencia de polvos, humos, materiales ligeros suspendidos por los vientos, así como por la existencia de pepenadores y animales domésticos, los cuales contribuyen al desorden del sitio”.(Garcia,2013:web)

<sup>31</sup>“Es mortal, porque no solo cientos de toneladas están sobre los ductos petroleros, que arden, no se podría imaginar siquiera el impacto ambiental y social para los residentes de los distintas colonias aledañas a las matas; eso, sin contar con los efectos que no se ven, no se traducen en estadísticas, pero son de dominio público, el incremento en la incidencia de cáncer en las diferentes partes del organismo de la población afectada”.(Hoil,2014:web)

<sup>32</sup>“Aquí la solución probable no hay a la mano, aquí es que se vayan y dejen de contaminar, no solo por los ejidatarios, por los vecindados, sino por toda la población de Minatitlán, que se ve afectada, en imagen, en la salud, por las enfermedades respiratorias, nosotros promovemos el movimiento, pero el problema es de todos”.(Garduza,2014:web)

---

<sup>30</sup> Rafael Meléndez (16 de enero.2013). Denuncia regidora minatitleca del pri al ayuntamiento por tiradero a cielo abierto. Recuperado de <http://www.alcalorpolitico.com/informacion/denuncia-regidora-minatitleca-del-pri-al-ayuntamiento-de-coatza-por-tiradero-a-cielo-abierto-107753.html#.VtsSd3197Mw>.

<sup>31</sup> Luis Hoil (11 de abril. 2014). El basurero, negligencia mortal. Recuperado de <http://elinsurgentedemina.com/el-basurero-negligencia-mortal/>

<sup>32</sup> Yazmin Cruz Gallego.(24 de octubre.2014). De nueva cuenta,crisis por cierre de basureros. Recuperado de <http://elinsurgentedemina.com/de-nueva-cuenta-crisis-por-cierre-de-basurero/>.

<sup>33</sup>“los problemas de salud están ahí, es difícil cuantificarlos hace tres años ocurrió que Minatitlán estuvo bajo el humo por que los vientos dominantes de la zona avienta el humo sobre la mancha urbana es un problema serio de contaminación”. (Sáenz, 2014, web)

<sup>34</sup>“el basurero se volvió famoso, más allá del sur del estado, precisamente por lo intenso del incendio. Que se mantuvo durante varios días y la evidencia de que es un recipiente de desechos tóxicos. La nube toxica se volvió tan densa que incluso ocasiono accidentes carreteros, en los cuales se dio una carambola de tres autobuses donde una persona lamentablemente perdió la vida”. (Aguirre, 2015, web)

<sup>35</sup>“Mientras siga humeando hay riesgo para las personas; es un basurero a cielo abierto, operando desde hace años, en el que se generan gran cantidad de basura, tóxicos y materiales de clínicas y hospitales particulares, riesgo para la población y las cuadrillas”. (Hernández, 2015, web)

---

<sup>33</sup> Verónica Huerta (25 de diciembre. 2014). Continuara foco de contaminación en los basureros de las matas. Recuperado de <http://www.avcnoticias.com.mx/resumen.php?idnota=193806>.

<sup>34</sup> Marco Antonio Aguirre Rodríguez (2015). Cerrar tiraderos, mejorar, medio ambiente. Recuperado de <http://www.grupocontecer.com/columna/cerrar-tiraderos-mejorar-ambiente-8ff.html>.

<sup>35</sup> Delfina Hernandez Dominguez (6 de mayo. 2015). Podrían suspender clases por incendio. Recuperado de <http://diarionotisur.com.mx/index.php/noticias/minatitlan/11724-podrian-suspender-clases-por-incendio>.

### **4.3. Consecuencias que se producen en la zona por la situación actual.**

El resultado de los basureros clandestinos en la zona, genera condiciones que afectan de manera directa o indirectamente a las personas de la región y alrededores, a continuación se mencionan algunas de estas:

1.- En la época de lluvias, en los meses de agosto a diciembre, ocurren descargas de lixiviados. El riesgo que puede tener el ser humano, radica en la de usar y consumir del agua contaminada por los lixiviados de la basura, que pudieran filtrarse a lagos, ríos y aguas subterráneas finalmente, en la bioacumulación de algunas sustancias como los metales pesados (plomo, cadmio, etc.) en peces o cualquier otro organismo de consumo humano que esté en contacto con agua mezclada con los ya mencionados lixiviados.

2.-La acumulación de basura cuando la temporada de calor y sequía impacta en el basurero, afecta a los municipios circundantes, ya que se producen incendios accidentales o provocados que dificultan la visibilidad y circulación, en la carretera que esta, ubicada en el área de los humedales, el 40 % de estos incendios se pueden controlar, pero los restantes, generan un denso humo y fuertes olores, que afectan a los vecinos del sector ejidal, creando desde problemas respiratorios, accidentes automovilísticos y cuando no se generan conatos de incendios, la radiación del sol llega directamente a la basura, generando polvos que pueden viajar grandes distancia afectando a la población en general.

3.-Los desechos sólidos, han provocado enfermedades entre la población que vive en las inmediaciones del lugar principalmente los vecinos del ejido tacoteno, ya que expresan los graves problemas de salud que los aqueja, tal contaminación así como la emisión de fétidos olores, al depositar la basura sin ningún control de las autoridades ambientales crea un foco de infecciones y generan diversas enfermedades, como diarreas, enfermedades respiratorias, dengue y cólera, estas enfermedades afectan principalmente a niños de la zona.

4.- La basura atrae fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos y otros animales) que transmiten enfermedades, creando polvos y olores de la basura durante su putrefacción, en la mayoría

de los casos los afectados se contagian a través del contacto con animales y roedores infectados a través de la ingesta de alimentos en mal estado que se encuentran en la basura.

5. El suelo pierde muchos, de sus propiedades originales, la basura con el tiempo se degrada y algunas partes de ello, se irán descomponiendo y darán lugar a nuevos componentes químicos que provocaran la contaminación del medio donde se encuentra ubicada.

## **CAPÍTULO V**

## **5. Las ventajas de un sistema de Fito restauración a comparación de otros procesos de bioremediación**

Entre las ventajas que exhibe la Fito restauración sobre los otros procesos de bioremediación son los que se muestran en un listado a continuación:

1. Se puede realizar *in situ* y *ex situ*.
2. Se realiza sin necesidad de transportar el sustrato contaminado, con lo que se disminuye la diseminación de contaminantes a través del aire o del agua.
3. Es una tecnología sustentable.
4. Es eficiente tanto para contaminantes orgánicos como inorgánicos.
5. No requiere personal especializado para su manejo.
6. No requiere consumo de energía.
7. Sólo requiere de prácticas agronómicas convencionales.
8. Es poco perjudicial para el ambiente.
9. Actúa positivamente sobre el suelo, mejorando sus propiedades físicas y químicas, debido a la formación de una cubierta vegetal.
10. Tiene una alta probabilidad de ser aceptada por el público, ya que es estéticamente agradable.
11. Se puede emplear en agua, suelo, aire y sedimentos.
12. Permite el reciclado de recursos (agua, biomasa, metales).
13. Cuando la biomasa no acumula tóxicos se puede aprovechar: como forraje, fibra, fuente de energía, para compostaje.
14. No es incompatible con otras tecnologías de recuperación más tradicionales, sino que puede ser complementaria, pudiendo emplearse como etapa final en procesos de restauración
15. En promedio, se considera esta tecnología diez veces más barata que las basadas en ingeniería.

## 5.1 La efectividad de la Fito restauración

Se identifican alrededor de 400 especies de plantas con capacidad para hiperacumular selectivamente alguna sustancia<sup>36</sup>(EPA1996). En la mayoría de los casos, no se trata de especies raras, sino de cultivos conocidos. Así como, el girasol<sup>37</sup>(*Helianthus annuus*) es capaz de absorber en grandes cantidades el uranio depositado en el suelo. Los álamos<sup>38</sup>(género *Populus*) absorben selectivamente níquel, cadmio y zinc<sup>39</sup>. También la pequeña planta *Arabidopsis thaliana* de gran utilidad para los biólogos es capaz de hiperacumular cobre y zinc. Otras plantas comunes que se han ensayado con éxito como posibles especies fitorremediadoras en el futuro inmediato son el girasol, la alfalfa, la mostaza, el tomate, la calabaza, el esparto, el sauce y el bambú. Incluso existen especies vegetales capaces de eliminar la alta salinidad del suelo, gracias a su capacidad para acumular el cloruro de sodio. En general, hay plantas que convierten los productos que extraen del suelo a componentes inocuos, o volátiles. Pero cuando se plantea realizar un esquema de fitorremediación de un cuerpo de agua o un área de tierra contaminados, se siembra la planta con capacidad (natural o adquirida por ingeniería genética) de extraer el contaminante particular, y luego del período de tiempo determinado, se cosecha la biomasa y se incinera o se le da otro curso dependiendo del contaminante. De esta forma, los contaminantes acumulados en las plantas no se transmiten a través de las redes alimentarias a otros organismos.

---

<sup>36</sup> Margarita Beltrán Villavicencio, Fitoextracción en suelos contaminados con cadmio y zinc usando especies vegetales comestibles,(2001)pag.27

<sup>37</sup>L.R. Gutiérrez-Espinoza, A. Melgoza-Castillo, M.T. Alarcón-Herrera, J.A.Ortega-Gutiérrez, D.E. Prado-Tarango, Germinación del girasol silvestre (*Helianthus annuus* L.) en presencia de diferentes concentraciones de metales(2011)

<sup>38</sup>Melchor Cadena, Técnicas de evaluación para el establecimiento de la alfalfa, (2003)pag.1

<sup>39</sup> I.E. Marjorie Lerma Reyes, evaluación de suelos y especies vegetales con potencial de acumulación de metales pesados, (diciembre de 2006)pag.4

## 5.2. Propuesta del sistema de restauración en humedales de Coatzacoalcos y Minatitlán.

El sistema de restauración, está conformado por técnicas de biorremediación<sup>40</sup>(Van Deuren et al. 2002, Watanabe 2001), como anteriormente se describió (pág.73) para la selección de una restauración es necesario conocer las características del sitio, sustrato arcillo-arenosas,<sup>41</sup>ecosistema humedales,<sup>42</sup>posteriormente se identifican las perturbaciones de la zona o que genera su degradación, en este caso son basureros clandestinos,<sup>43</sup>ya que este no cuenta con recuperación de biogas y sistema de recogida de lixiviados, que afectaciones generan: de acuerdo con la OMS se liberan al aire importantes cantidades de gases como metano, CO<sub>2</sub> (gas responsable del efecto invernadero) y gases tóxicos como el benceno, tricloroetileno. Durante los incendios accidentales o provocados en la zona, se liberan a la atmósfera al arder productos clorados, algunos tan tóxicos como las dioxinas,<sup>44</sup>lo siguiente serán los objetivos, aminorar las perturbaciones y aminorar el estrés del sitio, recuperando algunos atributos estructurales y funcionales<sup>45</sup>(Calidad de habitat, calidad del agua, singularidad y patrimonio económico). Esto se integrara con el paisaje de la zona ya que este, seria armonioso con el medio, cumpliendo con un punto más de estos planes de restauración, consiguiente mente se presentara el presupuesto por medio de un análisis de costo beneficio, a continuación se finalizara con el monitoreo del sistema, que posteriormente se explicara y en el sistema se planteara

---

<sup>40</sup> cualquier proceso que utilice microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellos para retornar un medio ambiente alterado por contaminantes a su condición natural

<sup>41</sup> "Reyes Ramos Martha, Arteaga-Martínez Baldemar,Robledo-Santoyo Edmundo(2005) Características físico-químicas del sustrato contaminado por hidrocarburos en el pantano de Santa Alejandrina, Minatitlán, Veracruz, México. Recuperado de <http://normasapa.com/como-referenciar-articulos-de-periodico/>"

<sup>42</sup> Veronica Huerta ( 25 de diciembre de 2014) Foco de contaminación en el basurero de las matas. Avc noticias. Recuperado de <http://www.avcnoticias.com.mx/resumen.php?idnota=193806>

<sup>43</sup> Alfredo Santiago Hernández (6 de septiembre de 2012) PROFEPA clausuró basurero clandestino en el predio "Las Matas" de Coatzacoalcos. Al calor político. Recuperado de <http://www.alcalorpolitico.com/informacion/profepa-clausuro-basurero-clandestino-en-el-predio-las-matas-de-coatzacoalcos-103610.html#.VhCWiyqqko>

<sup>44</sup> declarada cancerígena por la Organización Mundial de la Salud.

<sup>45</sup> Edward B. Bardier, Robert R. Constanza, Roberto R. Twilley (1993), Identificación y clasificación de las funciones de un humedal. Lineamiento para la evaluación económica de los humedales tropicales. Pag.25.

sugerencias en la región, para que no se vean afectados estos ecosistemas nuevamente por este conjunto de eventos.

En el siguiente sistema se propone la aplicación de procesos para la protección y restauración del medioambiente.

1.-Retirar la mayor cantidad de basura de los tiraderos a cielo abierto que se encuentran en el predio conocido como las matas

Reubicar la basura que se encuentra en la zona de basureros al relleno sanitario ubicado en el rancho el rebozo a un kilómetro del entronque de la carretera de cuota hacia Minatitlán y la carretera federal Coatzacoalcos-Villahermosa a 18 kilómetros de Coatzacoalcos con una superficie de 46 hectáreas que cumpla con las normas para disposición final de desechos, el traslado de la basura estaría a cargo de la limpia pública del ayuntamiento utilizando 13 camiones y 3 excavadoras del municipio. ( listado de normas en anexo)

2.- por medio del método de “in situ” utilizando la maquinaria adecuada se realizara la remoción del sustrato de la zona.

El suelo contaminado se removerá con maquinaria de construcción común, como retroexcavadoras con oruga. El tipo de maquinaria depende de la dimensión y profundidad de la zona contaminada así como de limitaciones de acceso. Si bien las excavadoras de brazo largo pueden llegar hasta los 30 metros bajo tierra, las excavaciones suelen limitarse a profundidades mucho menores por seguridad. Se optara por una combinación de tierras del mismo humedal para evitar el ingreso de microorganismos extraños al área, la sección que ya se ha removido, se tapa con una lona o membrana para evitar que el viento (generación de polvos) y la lluvia la dispersen y para que los operarios no entren en contacto con ella, Excavar el suelo contaminado llevara tiempo, en este caso sería en aproximadamente 17 días, trabajando 9hrs diarias abarcando 1 ha. Por día

3.- Identificación y análisis de los estudios básicos que son necesarios considerar para la realización de la restauración.

Si bien existe una cierta similitud en las características de los residuos de las distintas regiones del país, es conveniente que se efectúe un análisis para cada localidad en particular, ya que pueden existir diferencias importantes de una ciudad a otra debido a razones

sociales, económicas y climatológicas principalmente. Por lo tanto, se deberá considerar la realización de los estudios necesarios tendientes a establecer las características particulares de los residuos de la localidad de que se trate en cada caso. De esta manera, el análisis de los residuos sólidos contempla, por una parte la determinación de las cantidades generadas y, por otra, las características de los residuos generados. A continuación se presentan algunos análisis que son requeridos:

- Análisis de residuos sólidos.
- Análisis de lixiviados, biogás
- análisis agua subterránea.

Se identificara las sustancias encontradas en los suelos de las zonas pantanosos de Coatzacoalcos.

La presencia en altas concentraciones de elementos traza y algunos metales pesados (fierro, níquel, mercurio) en las áreas de estudio, presentan un peligro potencial para la salud humana. Son los casos del cadmio, cromo, plomo y mercurio<sup>46</sup>. (1988).

Los análisis efectuados en el sustrato en la zona de pantanos de Santa Alejandría Se encuentran concentraciones elevadas de Fierro, Cobre, Zinc y Manganese<sup>47</sup> (2005).

Los análisis que fueron realizados nos permiten conocer algunos de las sustancias presentes en la zona, la Norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 confirma la realización de estos análisis y otros procedimientos de evaluación, se expone una tabla con la toxicidad de los metales (anexos)

#### 4.- Aplicar el método de Fitorestauración

Las especies que se seleccionaron, fueron mediante su capacidad para metabolizar las sustancias presentes, metales pesados y contaminantes señalados en la zona que se consideraron para la realización de la fitorestauración. Se conocen alrededor de 400 especies de plantas con capacidad para hiperacumular selectivamente alguna sustancia. En la mayoría de los casos, no se trata de especies raras, sino de cultivos conocidos. Así, el girasol

---

<sup>46</sup> Alejandro Toledo (1988) Centro de ecodesarrollo H. Ayuntamiento de Coatzacoalcos patronato de la universidad veracruzana. Medio ambiente en Coatzacoalcos

<sup>47</sup> Reyes-Ramos Martha (2005) Características físico-químicas del sustrato contaminado por hidrocarburos en el pantano de Santa Alejandrina, Minatitlán, Veracruz, México. Recuperado de [http://www.chapingo.mx/dicifo/posgrado/articulos/2005/reyes\\_ramos\\_martha\\_2005.pdf](http://www.chapingo.mx/dicifo/posgrado/articulos/2005/reyes_ramos_martha_2005.pdf)

(*Heliantus annuus*) es capaz de absorber en grandes cantidades el uranio depositado en el suelo. Los álamos (género *Populus*)

absorben selectivamente níquel, cadmio y zinc. También la pequeña planta *Arabidopsis thaliana* de gran utilidad para los biólogos es capaz de hiperacumular cobre y zinc. Otras plantas comunes que se han ensayado con éxitos como posibles especies fitorremediadoras en el futuro inmediato son, la alfalfa, la mostaza, el tomate, la calabaza, el esparto, el sauce y el bambú incluyendo al girasol. Existen aspectos a considerar para seleccionarlas, como, tiempo de crecimiento y accesible adquisición, el diseño experimental, estructurar el plantado y cultivo de las especies seleccionadas. (Alfalfa, girasol, álamo). Se plantea que el terreno está conformado por 40 hectáreas, dividiendo en 5 hectáreas para la primera especie, 15 ha para la segunda y 20 ha para la última, estas plantas actuarían como barreras vegetales.

#### 5.- monitorear el método de “fitorestauración”

Se generara un plan de monitoreo periódico del área, evaluando, el desarrollo de las especies que se utilizaran en el sistema, evaluando, tamaños, tiempo de crecimiento, maduración, por medio de la medición de tallos, hojas y raíces, quien comprobaría estos datos, se puede capacitar a los habitantes de la zona, generando un equipo que conozca el comportamiento del ecosistema.

#### 6- emplear la Fitoextracción

Después de la selección y monitoreo, se debe de recolectar las especies empleadas para la remediación del suelo con el método de la Fito restauración, estos tienen que ser incinerados y confinados. El manejo de los residuos peligrosos incluye los procesos de minimización, reciclaje, recolección, almacenamiento, tratamiento, transporte y disposición. Un residuo es considerado como peligroso si aparece en los listados contenidos en la Norma Oficial Mexicana: NOM-052- SEMARNAT-2005(anexo), mediante una tabla de metales tóxicos se pretende justificar, la incineración y confinamiento, se valora la posibilidad de utilizar una empresa especializada para el manejo de estos residuos.

### 5.3. Costo beneficio.

Es una técnica que tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de la rentabilidad de un proyecto, por medio del comparativo, en este caso de los costos generados por las condiciones en las que se encuentra actualmente el área a restaurar, contra los beneficios que este puede proporcionar aplicando la propuesta del sistema. Por medio de esta herramienta se puede realizar la toma de decisiones que facilitara la creación del sistema y su puesta en marcha, como posible escenario final.

- Conforme al análisis, se identificaron los costos de las técnicas que constituyen el sistema propuesto que incluye; maquinaria, análisis, de suelos, prestaciones y servicios generando un monto total mensual de \$132, 551,870.27, y con un costo total anual de \$1, 388,728, 443.24, los anteriores montos son la totalidad de la inversión que se requieren para llevar a cabo el sistema de fitorestauración que a continuación se muestran:
- El costo que se genera al trasladar la basura del sitio a restaurar hacia el rancho el rebozo ubicado a 18 km requiere una inversión por camión de basura en función de su consumo de diésel este es de \$45,456.00 mensuales y \$ 545,472.00 anuales. En esta parte del sistema también interviene una retroexcavadora que ayuda a colocar la basura en los camiones generando un costo en el de consumo de diésel de \$ 22,728.00 mensual y \$ 272,736.00 anual, y el pago que es considerado para el operador de estos equipos contara con un sueldo de \$68,040.00 mensuales y \$ 816,480.00 anuales.
- En la parte de la remoción del sustrato se utilizará la excavadora la cual genera un consumo de diesel de \$ 23,205.30 mensual y anual de \$ 278,463.60 y el precio de la membrana que cubre el área a restaurar, una vez que se remueva el sustrato será de \$ 18, 354,000.00 esta solo generará un único costo, el salario del supervisor que será encargado de inspeccionar la instalación de la membrana será de \$30,000.00 mensual resultando 360,000.00 anual.
- se requieren para el área a restaurar una inversión mensual de \$ 152,558.70 y anual de \$ 1, 830,704.40.

- la fitorestauración del ecosistema para llevar a cabo, la creando barreras vegetales en las 46 hectáreas pertenecientes a los basureros generando una inversión por cultivo de las plantas mensual de \$1,769,482.27 y anual de \$ 21, 233,787.24. En esta parte del sistema se contempla contención de malezas con un monto de \$ 73,600.00 mensual y anual \$883,200.00, y se propicia la participación de los agricultores de las comunidades cercanas a cultivar las especies seleccionadas que realicen la metabolización de los lixiviados de la zona contando con un sueldo mensual de \$4,800.00 y anual de \$ 57,600.00.
- en la siguiente sección del sistema se llevara a cabo un control de crecimiento de las especies que efectúan la fitorestauración en la zona de los humedales realizado por muestreador con un salario de \$ 8,000.00 mensual y anual de \$ 96,000.00.
- posteriormente se pasa al confinamiento de las plantas para evitar posible segregación de contaminantes con una inversión de \$ 112, 000,000.00 mensual y anual \$1, 344, 000,000.00.

A continuación se muestran los beneficios que se generan con esta propuesta, los cuales son:

- Se reducen gastos mensuales a la salud para habitantes del ejido tacoteno de \$107, 040,500.00 dando una cantidad de reducción anual de \$1, 284, 486,000.00 para los dos municipios de Coatzacoalcos y Minatitlán.
- Disminución de gastos mensuales que impactan, a la salud de los habitantes del municipio de Coatzacoalcos generados por los incendios de los basureros del área de los humedales son de \$ 114, 887, 850,00 mensual y anual de \$1, 378, 654,200.00.
- Disminución de pagos de deducibles en accidentes de los usuarios de la carretera federal 180 de Coatzacoalcos, Minatitlán con una disminución de mensual de \$ 125,100.00 y un monto anual de \$1, 501,200.00.
- Se suprimirá considerablemente los planes de conatos de incendios registrados en la zona de humedales que generan un costo mensual de \$ 19, 840,000.00 al utilizar a los organismos de protección civil,

bomberos y servicios de emergencias con un costo anual \$238, 080,000.00.

- La rentabilidad del terreno en esa ubicación para actividades relacionadas con ecoturismo (observación de aves, cabalgatas, etc.) generara una ganancia mensual de \$ 27, 600,000.00 y anual será de \$331, 200,000.00.
- Se generaran empleos para los habitantes de ambos municipios con un crecimiento económico de \$7,000.00 mensuales y \$84,000.00 anual.

El monto total mensual de los beneficios es de: \$ 269, 500,450.00 y a su vez el monto total anual será de: \$ 3, 234, 005,400.00.

Todos estos beneficios generan una recuperación del paisaje ambiental, que influye en las necesidades humanas y la interacción social, generando la valoración de las cualidades y características esenciales del área, permitiendo la sustitución de la destrucción de lo peor y gestionando cambios que respondan a las necesidades sociales y económicas.

<sup>48</sup>Se conserva la biodiversidad de la región generando un reservorio de información evolutiva irremplazable; en lo económico, como suministro imprescindible de bienes esenciales para la sociedad, por ejemplo, las variedades de especies vegetales y animales, las materias primas de uso industrial (resinas, maderas, fibras, celulosa, entre otras), o los compuestos activos para la industria farmacéutica (anticoagulantes, antivenenos, antibióticos, entre otros); y cultural, como fuente de inspiración de creencias, mitos.

<sup>49</sup>Se mejora la calidad de vida de los habitantes de los municipios. Puesto que los basureros representan un grave riesgo y un permanente foco de infecciones a la salud pública por la quema de plástico, de bolsas y botellas, que producen sustancias cancerígenas como la dioxina<sup>50</sup>. La comunidad aledaña al basurero sufre problemas

---

<sup>48</sup>Margarita soto Esparza La biodiversidad en Veracruz estudio de estado. recuperado de [http://www.biodiversidad.gob.mx/region/eeb/pdf/veracruz/volumen1/preliminares\\_vol\\_1-pdf-](http://www.biodiversidad.gob.mx/region/eeb/pdf/veracruz/volumen1/preliminares_vol_1-pdf-)

<sup>49</sup> Roberto Sosa (1 de abril.2014) incendios en basurero de Coatzacoalcos afecta a familia con gases tóxicos. Recuperado de. <http://www.oem.com.mx/laprensa/notas/n2025476.htm>.

<sup>50</sup> Las dioxinas son un grupo de compuestos químicos que devienen contaminantes ambientales persistentes. Las dioxinas se encuentran en el medio ambiente por todo el mundo y debido a su persistencia se van acumulando a lo largo de la cadena alimentaria,

de salud derivados a la exposición de las emanaciones de gases tóxicos y cancerígenos, que despiden los desechos que la ciudad genera y que respiran los habitantes.

El ecosistema será productivo se llevaran a cabo algunas actividades del sector primario de manera sustentables como la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la pesca, explotación forestal ,el área producirá un ingreso para los municipios.

Fomentar la educación ambiental para la creación de espacios protegidos y desarrollando convenios incitando a los ciudadanos a involucrarse en la mejora del ecosistema desarrollando una red de colaboradores activos entre el público tanto urbano como rural.

Obtención de alimentos básicos, como el pescado y el arroz, hasta la madera de construcción, leña, aceite vegetal, plantas medicinales, tallos y hojas para la fabricación de tejidos, y forraje para animales, ya que una de las características de los humedales es su alta productividad.

<sup>51</sup>La refaunación indica la reintroducción de especies silvestres pertenecientes a la zona las cuales son, grandes variedades como: aves, ranas, sapos, tortugas, lagartijas, conejos, tlacuaches, iguanas, mapaches, zorros ya que por las perturbaciones estas especies mueren o emigran a zonas menos dañadas para poder conseguir alimentos (todo tipo de frutos, algunas especies de insectos y diversas clases de peces).

La mitigación de plagas ya que estas se crean tomando ventaja de la pérdida de la integridad del ecosistema y producen algunas enfermedades en los animales y seres humanos. Ejemplos como el virus de la rabia, el derrengue, el dengue y miasis.

Se generan vinculaciones con las instituciones universitarias de nuestra región para promover las actitudes críticas, reflexivas y constructivas ante las problemáticas ambientales que ayudara a ampliar sus conocimientos fortaleciendo la solidaridad compromiso y

---

principalmente en el tejido adiposo de los animales por su solubilidad en las grasas. Los productos de origen animal son los mayores contribuyentes a la ingesta de dioxinas por los humanos

<sup>51</sup>Luis. M Garcia (2015). Refaunación, acciones para recuperar el funcionamiento delos ecosistemas. Recuperadode <http://www.ecologia.edu.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/404-refaunacion-acciones-para-recuperar-el-funcionamiento-de-los-ecosistemas>

reciprocidad social en las áreas de ingeniería ambiental y carreras afines ayudando a la educación de la zona.

<sup>52</sup>Al restaurar el humedal este realiza sus funciones físicas como la protección de inundaciones, tormentas, huracanes y recarga de aguas subterráneas, ya que estos abastecen los acuíferos proporcionando agua potable a una tercera parte de la población mundial, las aguas bajo la superficie son mucho más importantes que la masa de agua retenida en lagos o circulante y esto contribuye al crecimiento de vegetación más densa.

<sup>53</sup>Colaborar en la seguridad del agua generando disponibilidad y calidad para los habitantes de los municipios; ofreciendo además una gran variedad de servicios que dependen del vital líquido (agricultura, pesca y turismo), los humedales presentan un suministro de este elemento esencial y a la vez que se mejora la asignación de esta en la región.

Generación de proyectos como, Producción de energía por medio de un Generador (Eólico o Solar), creación de complejo turístico y servicio de cabañas ecológicas, que impactaran al mercado regional, establecer talleres sobre educación ambiental, implementación de insectarios y granjas de mariposas, la posibilidad de crear proyectos turísticos sustentables, tiene una gran cantidad de opciones ya que depende del enfoque de quienes lo lleven a cabo.

Disminución de actos delictivos en la zona, que se dan debido a las circunstancias actuales del sitio, uno de los aspectos que contribuyen a que estos se lleven a cabo es el poco patrullaje que se efectúa en el área; la apariencia del sitio da pie a situaciones fuera de la ley, al restaurar el aspecto del área contribuirá a reducir la delincuencia.

Participación de empresas en la mejora de su entorno, hoy en día las organizaciones están comprometidas a ser socialmente responsables y contribuir a la preservación del medio ambiente, como la inclusión de proyectos ecológicos para reciclaje, eliminación de residuos sólidos y la sustentabilidad de sistemas naturales en el municipio en que operan, estos planes desempeñan un papel importante para la difusión de temas en educación ambiental, muchas empresas siguen el principio de comprometerse en materia ambiental por mencionar

---

<sup>52</sup> Patrick Ten Brink, Daniela Russi, Andruw Farmer y Tomas Babra (2013). La economía de los ecosistemas y la biodiversidad relative al agua y los humedales. Recuperado de [http://www.aguahumedales/ramsar.org/sitios/default/files/documentos/library/teed\\_waterwetlands-execsun\\_sp.pdf](http://www.aguahumedales/ramsar.org/sitios/default/files/documentos/library/teed_waterwetlands-execsun_sp.pdf).

<sup>53</sup> Fundación Hesperian (2005). agua para vivir, como proteger el agua comunitaria. Recuperado de <http://www.unwater.org/downloads/ACF8FA.pdf>.

algunas son; Pemex, Braskem, Femsa que son reconocidas a nivel nacional y mundial a contribuir con esquemas para el entorno.

Transformar la imagen y perspectiva de la región a restaurar propiciara a la formación de un aspecto a nivel nacional y mundial idónea para que más empresas inviertan en la región, generando un cambio para las pequeñas y medianas empresas, esto con el objetivo de aumentar su productividad y competitividad, así como de aprovechar al máximo su potencial para generar empleos.

### 5.3.1 Análisis costo beneficio

Costos			Beneficios		
Concepto	Precio mensual	Precio anual	Concepto	Precio mensual	Precio anual
Camiones para transporte de basura	\$ 45,456.00	\$ 545,472.00	Ahorros a la salud para habitantes del ejido tacoteno	\$107,040,500.00	\$ 1,284,486,000.00
Excavadora	\$ 23,205.30	\$ 278,463.60	Ahorros a la salud para habitantes de Coatzacoalcos al generarse los incendios	\$ 114,887,850.00	\$ 1,378,654,200.00
Retroexcavadora	\$ 22,728.00	\$ 272,736.00	Reducción de accidentes automovilísticos	\$ 125,100.00	\$ 1,501,200.00
Operador	\$ 68,040.00	\$ 816,480.00	Erradicación de planes para conatos de incendios en la zona	\$ 19,840,000.00	\$ 238,080,000.00
Lona o membrana de recubrimiento	\$ 18,354,000.00	\$ 18,354,000.00	Posible rentabilidad del terreno	\$ 27,600,000.00	\$ 331,200,000.00
Supervisor	\$ 30,000.00	\$ 360,000.00	Creación de empleos temporales	\$ 7,000.00	\$ 84,000.00
Análisis de suelos	\$ 152,558.70	\$ 1,830,704.40			
Costo de plantas	\$1,769,482.27	\$ 21,233,787.24			
Costo de manejo(incluid o control de malezas)	\$ 73,600.00	\$883,200.00			
Agricultor	\$ 4,800.00	\$ 57,600.00			
Muestreador	\$ 8,000.00	\$ 96,000.00			
Confinamiento de residuos	\$ 112,000,000.00	\$1,344,000,000.00			
<b>Total</b>	<b>\$ 132,551,870.27</b>	<b>\$1,388,728,443.24</b>	<b>Total</b>	<b>\$ 269,500,450.00</b>	<b>\$ 3,234,005,400.00</b>

## 5.4 Acercamiento a posibles soluciones con alternativas.

1.-programa basura cero,<sup>54</sup>se buscara reducir la producción de residuos, reciclar y revalorizar la mayor cantidad posible de materiales, así como promover la fabricación de producto de larga vida útil. Su premisa básica es la separación en origen que consiste en que cada ciudadano (difusión de mensajes que informen y orienten sobre este problema, será de gran importancia para disminuir la degradación del medioambiente y mejorar las condiciones de salud) separe los residuos reciclables de los que no lo son y que pueda desecharlos de manera diferenciada.

Este programa presenta un listado de los desechos y las alternativas para cada uno de ellos:

- **Con Resto De Alimentos:** abono orgánico, tierra para plantas, lumbricultura y alimentación de cerdos y otros animales.
- **Con plásticos:** mediante el reciclaje se pueden hacer bolsas, bancos, juegos para parques, postes para campo, baldes, baldosas, señalamientos, útiles escolares, láminas para carpetas o tarjetas, cerdas para diversos cepillos. Mediante reutilización las botellas se pueden lavar para rellenado, y los vasos descartables pueden utilizarse de maletines.
- **Con Botellas y Bollones De Vidrio:** reutilización luego de lavados o nuevas botellas y otros productos de vidrio mediante el reciclaje.
- **Con Envases Tetra Brick:** recuperación del papel o planchas de aglomerado para confección de distintos muebles.
- **Con Escombros:** relleno de terrenos, de caminos, y en general rellenos de construcción.
- **Con Maderas:** diversos muebles, láminas, juguetes o fuente de energía
- **Con Cajones De Madera:** juguetes y juegos.
- **Con Restos De Poda y De Jardinería:** abono o fuente de energía.
- **Con Papeles y Cartones:** mediante reciclado otros papeles y cartones.

---

<sup>54</sup>Grupo embrisa, Unión Europea (30,julio,2014), La Comisión, en esta línea, ha presentado su propuesta legislativa, consistente en una nueva Directiva que modifica las actuales marco de residuos, de vertido, de envases y residuos de envases recuperado de :[http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm).

- **Con Muebles y Electrodomésticos Rotos:** reparación o recuperación de materiales.
- **Con Metales En General:** mediante el reciclaje se evita usar nueva materia prima a la vez que se ahorra energía. Algunos metales que deben ser recuperados para reciclar son: oro, plata, cobre, bronce, estaño, plomo, aluminio y hierro.
- **Con Latas De Aluminio:** mediante el reciclaje se pueden hacer nuevas latas.
- **Con Latas De Acero:** se pueden reutilizar como macetas para plantas, o fundir.
- **Con Tanques y Bidones Plásticos y De Acero:** juegos para parques, depósito para clasificación diferenciada de desechos o recipientes de basura.
- **Con Trapos y Restos De Ropa Vieja:** nuevos tejidos.
- **Con Huesos De Animales:** fertilizante y alimento para animales.
- **Con Neumáticos Gastados:** juegos de parques, vallas de seguridad y relleno de carreteras.
- **Con Tubos a Gas De Mercurio:** recuperación del mercurio.

Otras acciones importantes que se generaran son:

- Reducir la cantidad de materias para un producto.
- Alargar la vida útil del producto.
- Reducir el uso de la energía en producción y uso.
- Reducir el uso de materiales peligrosos o difíciles de reciclar.
- Creación de mercados de materias primas secundarias.
- Diseño de productos más fáciles y baratos de mantener.
- Incentivar y apoyar la reducción de residuos

Para lograr avanzar en esta dirección y conseguir una cultura del reciclaje y acercarnos al objetivo de basura 0, se ha propuesto el siguiente paquete de metas:

- Reutilización y reciclaje de residuos municipales a un mínimo del 70 %
- Aumentar la tasa de reciclaje de residuos de envases hasta un 80 %
- Prohibir el vertido de productos reciclables como metales, vidrio, papel y cartón y residuos biodegradables.
- Eliminación de rellenos sanitarios.

- Promover el mercado de materias primas secundarias de alta calidad.

Esta propuesta, viene a “enterrar” el concepto de residuos como se había venido contemplando hasta la actualidad y apuesta por impulsar una economía circular. Todo este cambio conceptual tardará mucho tiempo en concretarse en el ámbito político, en el de la propia sociedad y en los consumidores, si bien es necesario impulsar este nuevo reto porque los objetivos, Si unimos todo esto con el reciclaje del 70 % de los residuos municipales vemos claramente que estamos ante el denominado vertido 0, en definitiva, aquello que no podamos reciclar, que va a ser mucho, tendremos que valorizarlo energéticamente.

## **CONCLUSIÓN**

El objetivo principal de mantener en equilibrio los ecosistemas, es crear interés en todos los sectores, sobre los beneficios potenciales de la restauración de humedales.

Maximizar esfuerzos, que impidan la pérdida y degradación de los humedales, mejorar el funcionamiento de los ecosistemas que dan origen a los procesos que conforman la biodiversidad

Los humedales se siguen perdiendo y degradando a un ritmo alarmante como resultado de las actividades humanas.

Por lo cual esta propuesta significa una alternativa viable como nueva iniciativa, no solo en materia ambiental, si no como la mejor manera de prevenir conflictos sociales y manejos correctos de humedales.

Se visualiza dentro del proyecto programas que son esenciales para proporcionar el enfoque participativo del gobierno, comunidad y organismos nacionales e internacionales, con el fin de garantizar una sostenibilidad a largo plazo de los resultados, sinergia y beneficios en los municipios de Minatitlán y Coatzacoalcos.

## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía básica

De Groot, Stuij, Finlayson, y Davidson.. (Julio 2007). *Lineamientos para valorar los beneficios derivados de los servicios de los ecosistemas de humedales*. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza), y Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal (Canadá): Editores de la serie: Heather MacKay (Presidenta del Grupo de Examen Científico y Técnico de Ramsar), Max Finlayson (ex Presidente del Grupo de Examen Científico y Técnico de Ramsar) y Nick Davidson (Secretario General Adjunto, Secretaría de la Convención de Ramsar).

Francisco J. Claudia M. Gustavo A. Andrés A. (2009) Breviario para describir, observar y manejar humedales. Instituto de Ecología, A. C. km 2.5 carretera antigua a Coatepec No. 351 Congregaciones el Haya, Xalapa 91070, (Veracruz, México): Editorial: Juan Arturo Piña Martínez.

Tania Volke Sepúlveda y Juan Antonio Velasco ( 2002) Tecnologías de remediación para suelos contaminados. México, D.F.: Editoril Raúl Marcó del Pont Lalli.

*Alicia Guevara, Ernesto de la Torre, Ana Villegas, Evelyn Criollo( 2009). Uso de la rizofiltración para el tratamiento de efluentes líquidos de cianuración que contienen cromo, cobre y cadmio( Venezuela) Editorial: Publicado On-Line.*

### BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Grajales Rodríguez Yelena Karen. (2013). *Evaluación de remoción de materia orgánica en agua residual del instituto tecnológico de Minatitlán mediante un humedal artificial híbrido utilizando la especie vegetal Heliconia sp., en un proceso intermitente*. Instituto tecnológico de Minatitlán.

Lomas Barrón Williams. (2013). *Evaluación de remoción de materia orgánica en agua residual del instituto tecnológicos de Minatitlán mediante un humedal artificial hídrico utilizando la especie Typha sp., en un proceso intermitente*. Instituto tecnológico de Minatitlán.

Margarita Beltrán Villavicencio( noviembre 2001) Fito extracción en suelos contaminados con cadmio y zinc usando una especie vegetal comestible. Universidad autónoma metropolitana de México DF.

María Guadalupe López Domínguez ( Agosto 2009) Distribución y Fito disponibilidad de metales pesados (sb, hg, as) en los jales de la mina de antimonio de wadley, estado de san luis potosí. Universidad nacional autónoma de México.

*Roberto Lindig-Cisneros\* y Luis Zambrano (2005). Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración de humedales y otros ecosistemas acuáticos Universidad Nacional Autonoma de México.*

#### **Artículos de periódicos**

Barrientos Mary. (3 de octubre del 2013). Bruma afecta salud de la población de Minatitlán. Por veracruzanos en Veracruz P. 1

Vera Santander Irma. (Viernes 10 de abril de 2015) Peligro en las matas. Diario del istmo en Coatzacoalcos. P.4

Marthin Ruiz Urbieto (20 de abril de 2015) Concluye remediación del pantano de santa alejandrina. Diaria del istmo en Coatzacoalcos p.1

Rafael Meléndez Terán (30 de abril de 2015) Arde basureros de las matas. El heraldo de Coatzacoalcos. P.1.

Rasgado Pérez Victoria (martes 21 de abril de 2015) Priorizan alcalde y diputada tema de la basura. Diario del istmo en Coatzacoalcos. P. 2.

Vera Santander Irma. (29 mayo de 2015) perdonan multas al ayuntamiento. Diaria del istmo en Coatzacoalcos. P.3

Pedro san juan Tolentino. (29 de julio de 2015)Nadie quiere cerca el relleno sanitario. Diario del istmo en Coatzacoalcos. P.4.

Pedro san juan Tolentino. (29 de septiembre de 2015) El proyecto relleno sanitario sigue en pie JCR. Diario del istmo en Coatzacoalcos. P.4.

## Referencias electrónicas

Secretaría de la Convención Ramsar (2006). Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). Recuperado de. [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib\\_manual\\_2006s](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual_2006s).

Juventino Gálvez. (2002). La restauración ecológica: conceptos y aplicaciones. Recuperado de. <http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/SERIETECNINCA/8>.

Aguilar Nájera Alejandro Hugo. (2009). Lixiviados que son y cómo se clasifican (parte 1). Recuperado de. [http://www.unicach.edu.mx/\\_/ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviado](http://www.unicach.edu.mx/_/ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviado).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014). Restauración Ecológica. Recuperado de. <http://www.inecc.gob.mx/con-eco-ch/386-hc-restauracion>.

Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología (2007). La biorremediación. Recuperado de. <http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades&note=202>.

Cristian Frers (2009). El problema de los basurales a cielo abierto y como buscar una solución. Recuperado de. [http://www.ecoportel.net/Temas-Especiales/BasuraResiduos/el\\_problema\\_de\\_los\\_basurales\\_a\\_cielo\\_abierto\\_y\\_como\\_buscar\\_una\\_solucion](http://www.ecoportel.net/Temas-Especiales/BasuraResiduos/el_problema_de_los_basurales_a_cielo_abierto_y_como_buscar_una_solucion).

# **ANEXOS**

**TABLA DE CLASIFICACIÒN DE LA CONVENCION  
RAMSAR SOBRE HUMEDALES DE IMPORTANCIA  
INTERNACIONAL**

Tabla 1		Humedales marinos costeros	
Marinos		Estuarios	
Submareal	intermareal	submareal	intermareal
<p>A. Aguas marinas someras permanentes.</p> <p>B. Lechos marinos submareales.</p> <p>C. Arrecifes de coral</p>	<p>D. Costas marinas rocosas</p> <p>E. Playas de arena</p> <p>F. estuarios</p>	<p>. Lagunas costeras salobres</p> <p>. Lagunas costeras de agua dulce</p> <p>. Bajos intermareales</p>	<p>A. Pantanos y estuarios</p> <p>B. Humedales intermareales arboledas</p> <p>L. Deltas interiores</p>
FUENTE	<p>Tabla de la clasificación de los humedales en México [en línea] México investigaciones geográficas 2008 p. 45 Dirección URL <a href="http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/publicaciones/invesboletines66/b6art518pdf">http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/publicaciones/invesboletines66/b6art518pdf</a> [consultado2014].</p>		

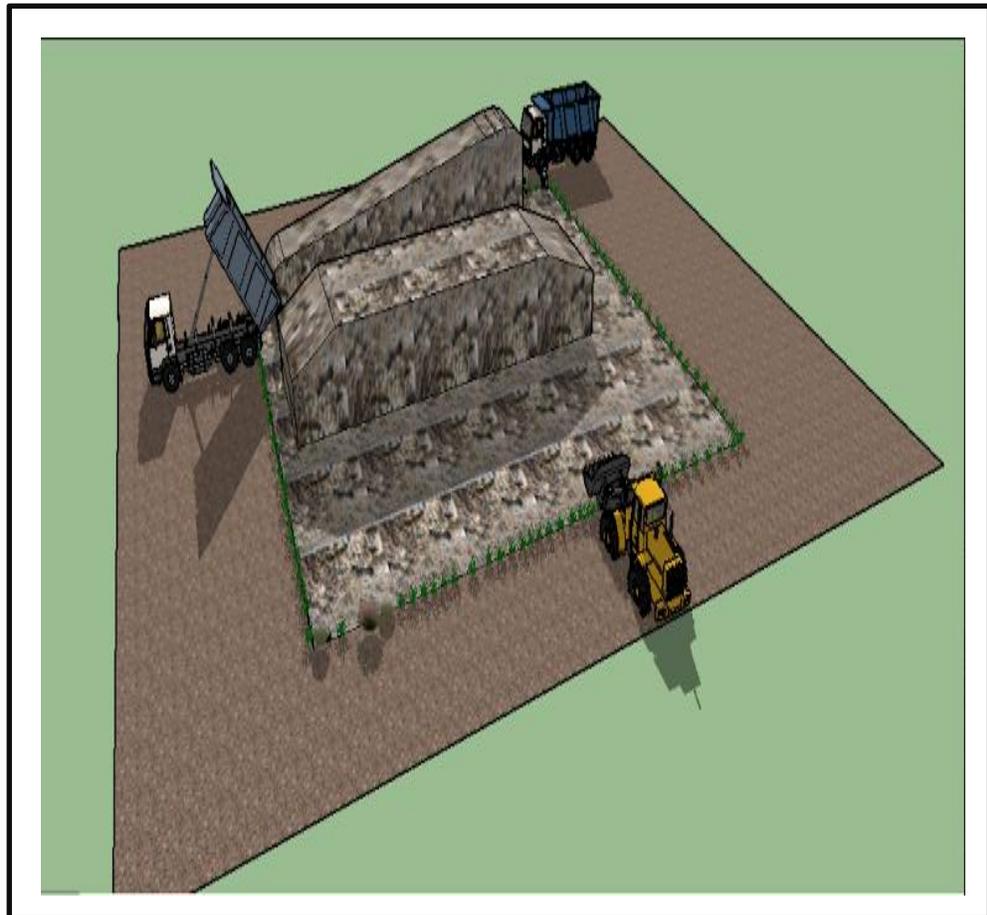
Tabla 2		Humedales continentales			
FLUVIAL		LACUSTRE		PALUSTRES	
permanentes	Estacionales intermitentes	Permanentes	Estacionales/intermitentes	permanente	Estacionales intermitentes
M. Ríos/ arroyos permanentes Y. Manantiales de agua dulce	N. Ríos/arroyos permanentes O. Lagos permanentes de agua dulce(>8ha)	TP. Pantanos / esteros/charcas de agua dulce(>8ha) Q. lagos permanentes salinos (>8ha) SP. Pantanos /esteros/charcas permanentes salobres.	P.Lagunas estacionales /intermitentes de agua dulce (>8ha) Tx. Pantanos /esteros/charcas/estacionales de agua dulce. R. Lagos y zonas inundadas estacionales/ permanentes salobres. Sx. Pantanos/esteros/charcas estacionales/ permanentes salobres	Tp. Pantanos / esteros / charcas de agua dulce (>8ha) Tx.pantanos/esteros/charcas estacionales /permanentes de agua dulce U. turberas arbolalados. Va. Humedales alpinos de montaña Vt. Humedales de tundra Xf. Humedales boscosos de agua dulce. Xp. Turberas arbolados	Sx. Pantanos / esteros/charcas estacionales/ permanentes salobres. Tx. Pantanos / esteros/charcas estacionales/ permanentes de agua dulce Xf.Bosques inundados estacionales
FUENTE	Tabla de la clasificación de los humedales en México [en línea] México investigaciones geográficas 2008 p. 45 Dirección URL <a href="http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/publicaciones/invesboletines66/b6art518pdf">http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/publicaciones/invesboletines66/b6art518pdf</a> [consultado2014].				

<b>Tabla 3</b>	<b>HUMEDALES ARTIFICIALES</b>	<b>HUMEDALES KARSTICOS</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estantes de acuicultura</li> <li>2. Estanques artificiales</li> <li>3. Tierras de riego</li> <li>4. Tierra agrícolas</li> <li>5. Zonas de explotación de sal</li> <li>6. Áreas de almacenamiento de aguas</li> <li>7. Excavaciones, canteras, piletas de residuos mineros</li> <li>8. Áreas de tratamiento de agua</li> <li>9. Canales de transporte de drenaje, zanjas</li> </ol>	ZK(a) Costeros ZK(b) Continentales ZK(C) Artificiales
FUENTE	Tabla de la clasificación de los humedales en México [en línea] México investigaciones geográficas 2008 p. 45 Dirección URL <a href="http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/publicaciones/invesboletines66/b6art518pdf">http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/publicaciones/invesboletines66/b6art518pdf</a> [consultado 2014].	

**TABLA RANGO DE COMPOSICIÓN TÍPICA EN LIXIVIADOS. EN MÉXICO**

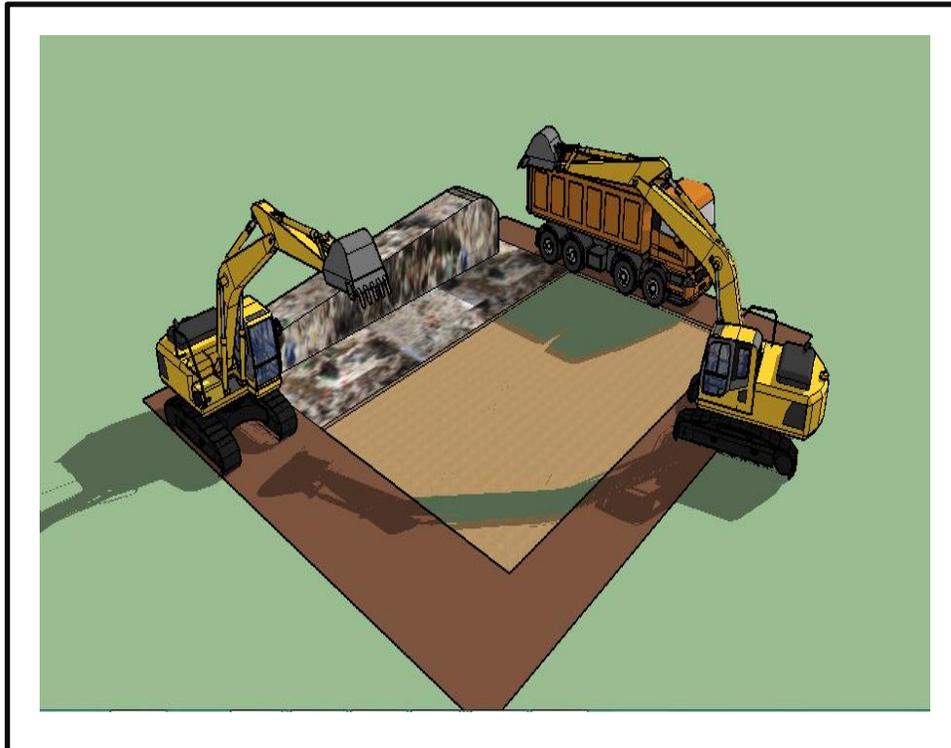
<b>Tabla 4</b>		<b>Composición típica de lixiviados</b>	
parámetro	Intervalo de valores (mg/L) Concepto donde se indica	parámetro	Intervalo de valores (mg/L) Concepto donde se indica
Solido disuelto totales	584-55,000	Fosforo total	ND-234.0
Solidos suspendidos totales	2-140,90.0	boro	0.87-130
Conductividad especifica	480-72,500mic roomho/cm	bario	ND-1250
DBO	66-99.000	níquel	ND – 7.50
Carbono orgánico total	ND. 40,000	plomo	ND- 14.20
PH	3,7-8.9	cromo	ND- 560
Alcalinidad total	ND- 15,050	antimonio	ND-3.19
dureza	0.1 – 225,000	cobre	ND-9.0
cloruros	2.0 – 11,375	talio	ND- 0.78
Calcio	1.0 – 2,500	cianuro	ND- 6.0
sodio	12.0 - 6,010	arsénico	ND- 7020
Nitrógeno total	2.0 – 3,320	molibdeno	143
hierro	ND- 400	estaño	ND- 0.16
potasio	ND-3,200	Nitrógeno de nitritos	ND- 146
magnesio	4.0-780	selenio	ND- 185
Nitrógeno amoniacal	ND- 1,200	cadmio	ND- 0.40
sulfatos	ND- 1,850	plata	ND-196
Aluminio	ND-85.0	berilio	ND-036
Zinc	ND- 7310	mercurio	ND-300
magnesio	ND-4000	turbiedad	40-500 ut
<b>Fuente</b>	Tabla Rango de composición típica en lixiviados. en México [en línea] México M.I.A. Hugo Alejandro NajeraAguilarp.4DirecciónURLhttp://www.unicach.edu.mx/_ambiental/descargar/Gaceta4/Lixiviados.pdf [consultado2007].		

**ESQUEMAS REALIZADO CON SKETCHUP.**



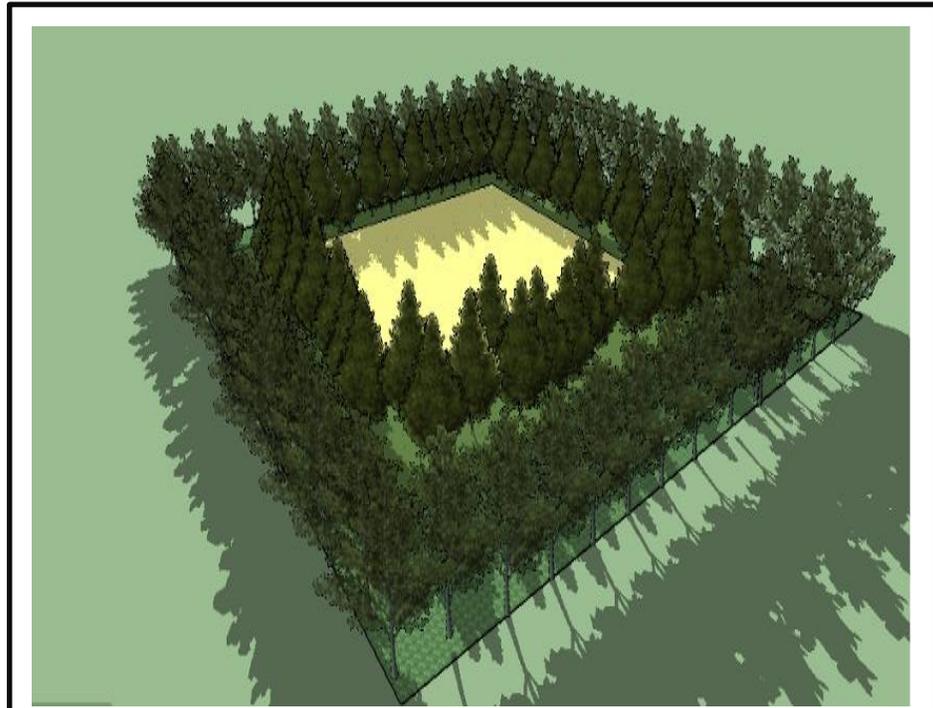
**Esquema. 1**

Modelo representativo del área a restaurar ubicado en la carretera Coatzacoalcos-Minatitlán **Fuente:** modelo de localización del predio conocido como las matas [en línea] **SketchUp Make 2015** Dirección: 1C:\USERS\TESIS\BASUREROS1.3 94.526603 [consultado 2016].



**Esquema 2**

Modelo representativo de la extracción de la basura en la zona comprendida como la matas entre la carretera Coatzacoalcos-Minatitlán **Fuente:** modelo de la extracción de la basura en la zona de comprendida como la matas entre la carretera Coatzacoalcos- Minatitlán [en línea] SketchUp Make 2015 Dirección: 1C:\USERS\...\MAKETA BASURA 2.3 94.526603 [consultado 2016]



**Esquema 3**

Modelo de Fitorestauración en el área de los basureros de la carretera Coatzacoalcos- Minatitlán **Fuente:** modelo de Fito restauración en el área de los basureros de la carretera Coatzacoalcos- Minatitlán carretera Coatzacoalcos- Minatitlán [en línea] SketchUp Make 2015 Dirección: 1: auto save\_sistmema propuesto [consultado 2016].

**NORMA Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-  
2003**

**NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-  
2003**

**NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-  
2005**

**LISTADOS DE NORMAS DE METALES PESADO Y  
COMO AFECTAN LA SALUD DEL SER HUMANO.**

<b>Listado 1</b>	<b>Listado de normas de metales pesados y como afectan la salud del ser humano.</b>
<b>METAL</b>	<b>CARACTERISTICAS/ NORMAS</b>
<b>PLOMO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se utiliza pintura, soldadura, cerámica y gasolinas, los daños a la salud son anemia, dolor muscular, lesión cerebral, el daño dura toda la vida, riñones, sistema reproductor. Dosis letales (&gt;28 ug en adultos).</li> <li>• NOM-004-SEMARNAT-2002,NMX-AA-051-SCFI-2001 EPA6020/1994</li> </ul>
<b>ALUMINIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aluminio puro se emplea principalmente en la fabricación de espejos, tanto para uso doméstico, El cefalopatía, relacionado con el Alzheimer. 5 gramos /kg</li> <li>• NOM-004-SEMARNAT-2002,NMX-AA-051-SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
<b>CROMO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizado en industrias de pinturas, papel, caucho Daños a riñón, hígado, sistema circulatorio y sistema nervioso, cáncer de pulmón La DL50 de un cromato soluble en el hombre, es de unos 50 mg/Kg. A partir de 1-2 mg de cromo hexavalente/Kg. puede ocasionar una insuficiencia renal aguda.</li> <li>• NOM-004-SEMARNAT- 2002, NMX-AA-051-SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
<b>ANTIMONIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baterías, pigmentos, cerámica y cristal, retardantes de llama Nausea, vómito, diarrea, agente carcinógeno y bioacumulable en la vida acuática. c.m.p. o.5 mg /m3 de estibina ,0.1 ppm</li> <li>• NOM-004-SEMARNAT- 2002, NMX-AA-051-SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
<b>CADMIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refinación de zinc, baterías, aleaciones resistentes a la corrosión usados en componentes aeroespaciales y marinos.Disfunción renal, cáncer de pulmón, efectos sobre el tejido óseo. El valor máximo admisible con la legislación alemana es de 15 µ g / l</li> <li>• NOM-004-SEMARNAT- 2002 NMX-AA-051-SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
<b>COBRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conductores de electricidad, tuberías de agua potable, fabricación de circuitos electrónicos Daños a riñón, hígado, irritación de estómago e intestino LC50: 76.9 (57.2 - 103.6) ppm EC50: 17.1 (13.7 - 21.3) ppb</li> <li>• NOM-004-SEMARNAT- 2002 NMX-AA-051-SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
<b>FUENTE</b>	Metales Pesados, Ambiente y Salud [En línea] Norberto I. Schinitman (noviembre2014)direcciónURL <a href="http://www.ecoportel.net/TemasEspeciales/Contaminacion/Metales_Pesados_Ambiente_y_Salud">http://www.ecoportel.net/TemasEspeciales/Contaminacion/Metales_Pesados_Ambiente_y_Salud</a>

Listado 2	Listado de normas de metales pesado y como afectan la salud del ser humano.
METAL	CARACTERISTICAS/ NORMAS
PLOMO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El níquel se usa como un revestimiento decorativo y protector para metales, particularmente hierro, aluminio y acero, que son susceptibles a la revestimiento decorativo y protector para metales, particularmente hierro, aluminio y acero, Genera Daño a corazón e hígado, irritación de la piel, La exposición al humo de níquel dio por resultado una neumonitis severa aunque temporal en dos trabajadores; en un caso la exposición fue de 6 horas y un muestreo Posterior al incidente indicó una concentración de níquel 0,26 mg/m3.</li> <li>• NOM-004- SEMARNAT-2002 NMX-AA-051- SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
SELENIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El selenio gris conduce la electricidad, aunque su conductividad varía con la intensidad luminosa: es mejor conductor en la luz que en la oscuridad. Se usa por lo tanto en muchos dispositivos fotoeléctricos Fatiga, daño al sistema nervioso, perdida de pelo y uñas Selenio en orina. Valor normal &lt; a 25 mcg/g de creatinina</li> <li>• NOM-004- SEMARNAT-2002 NMX-AA-051- SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
MERCURIO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baterías, lámparas, termómetros, producción no ferrosa de metales, en odontología. Temblor corporal, gingivitis, cambios psicológicos, aborto espontáneo, malformación congénita, daño cerebral Exposición a vapor de Mercurio a niveles de exposición de aproximadamente 20 µg/m3 o más altos (OMS/IPCS, 2002).</li> <li>• NOM-004- SEMARNAT-2002 NMX-AA-051- SCFI-2001 EPA 6020/1994</li> </ul>
<b>FUENTE</b>	Metales Pesados, Ambiente y Salud [En línea] Norbertol. Schinitman(noviembre2014)direcciónURLhttp://www.ecoport.net/TemasEspeciales/Contaminacion/Metales_Pesados_Ambiente_y_Salud

**TABLA DE PRINCIPALES PROBLEMAS Y SUS  
CAUSAS DERIVADOS DE LA EXISTENCIA DE  
TIRADEROS DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES,  
CIELO ABIERTO.**

Tabla 5	Problemática general de los tiraderos a cielo abierto
Principales problemas	
<b>DETERIORO DEL PAISAJE.</b>	
Acumulación de residuos sólidos sin cobertura cerca de carreteras, caminos vecinales, asentamientos humanos y arroyos Incendios, dispersión de materiales ligeros y polvos	
<b>CONTAMINACIÓN DEL AIRE.</b>	
Olores desagradables propios de la descomposición de los residuos sólidos. Incendios y suspensión de partículas. Generación de gases tóxicos y humos	
<b>CONTAMINACIÓN DE CUERPOS DE AGUA SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS.</b>	
Ubicados de sitios en suelos permeables. Carencia de un sistema de impermeabilización y control de lixiviados Falta de cobertura diaria y final. Cercanía de cuerpos de agua superficial y subterráneo. Carencia de obras de desvío de aguas pluviales	
<b>CONTAMINACIÓN DEL SUELO.</b>	
Ubicados de sitios en suelos permeables. Carencia de un sistema de impermeabilización y control de lixiviados Falta de cobertura diaria y final. Cercanía de cuerpos de agua superficial y subterráneo. Carencia de obras de desvío de aguas pluviales. Falta de control de materiales ligeros.	
<b>IMPACTO EN LA SALUD.</b>	
Proliferación de fauna nociva Presencia de animales domésticos dentro del sitio Contacto directo con los residuos sólidos Migración y movilidad de contaminantes generados en los sitios de disposición final, a través de suelo, aire y agua.	
<b>IMPACTO SOCIAL.</b>	
Abandono o falta de control de los sitios de disposición final. Existencia de materiales aprovechables.	
<b>Fuente</b>	U.S. Department of health, education and welfare, statistics needed for determining the effects of the environment on health, vital and health statistics. Ser. 4. No. 20, U.S.D.H.E.W. Publication No. (HRA) 77-1457, Washington, D.C., 1977.