

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA



## IMPACTO AMBIENTAL POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN EL PANTANO "LAS MATAS," COSOLEACAQUE, VERACRUZ

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
LICENCIADO EN GEOGRAFIA  
P R E S E N T A  
PASCUAL MARTIN GALVAN DE LA CRUZ

MEXICO, D. F.

1994

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

TESIS CON  
FALSA DE ORIGEN



## **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 está 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.

## AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios, porque sin su voluntad no habria llegado para mi este momento.

Agradecer no es sólo escribir una dedicatoria sino corresponder con hechos a quienes nos aman. Por eso agradezco especialmente a mi Tía Mary por todo el cariño que me ha brindado, hoy puedo darle la satisfacción de obtener mi Título Profesional.

A mi hermana Rebe, por su ayuda y paciencia de tantos años.

A Rocío porque al aparecer en mi vida trajo para mí su cariño y apoyo sin los cuales no habria concluido este trabajo.

Gracias también a la Dra. Martha Cervantes, Asesora del trabajo escrito por su orientación, sugerencias y revisión del texto, pero sobre todo por su calidad humana; así como a los miembros del jurado: Maestro Jorge Rivera Aceves, Lic. Francisco Hernández, Dra. Ma. Teresa Sánchez y Lic. Teresa López Castro.

A mis ex-compañeros de trabajo en Petróleos Mexicanos (SPCO) Zona Sur.

**"IMPACTO AMBIENTAL POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES  
EN EL PANTANO LAS MATAS, MUNICIPIO DE COSOLEACAQUE, VERACRUZ"**

**CONTENIDO (INDICE TEMATICO)**

	<b>PAGINA</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
 <b>CAPITULO 1: INDUSTRIA PETROLERA E IMPACTO AMBIENTAL.</b>	
1.1 CONCEPTUALIZACION DE IMPACTO AMBIENTAL.....	6
1.2 FACTORES DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	9
1.3 LEGISLACION EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.....	11
1.4 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN MEXICO.....	15
1.5 PROCESOS DE LA INDUSTRIA PETROLERA Y SU IMPACTO.....	17
1.6 PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DE PEMEX RELATIVO AL IMPACTO AMBIENTAL.....	20
1.7 POTENCIAL DE IMPACTO DE UN COMPLEJO PETROQUIMICO.....	22
 <b>CAPITULO 2: COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE</b>	
2.1 ESTABLECIMIENTO DEL AREA INDUSTRIAL MINATITLAN-COATZACOALCOS.....	26
2.2 COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE: UNIDADES DE PRODUCCION.....	29
2.3 DISTRIBUCION DE PRODUCTOS: DUCTOS PETROQUIMICOS Y MANTENIMIENTO.....	30
2.4 PRIVATIZACION DE LOS CENTROS PETROQUIMICOS DE PEMEX.....	32
2.5 PRODUCCION Y ECOLOGIA EN EL C. P. COSOLEACAQUE.....	34
 <b>CAPITULO 3: ANALISIS AMBIENTAL DEL PANTANO "LAS MATAS" (CUERPO RECEPTOR).</b>	
3.1 IMPORTANCIA ECOLOGICA DEL PANTANO.....	39
3.2 INVESTIGACIONES DE PANTANOS DEL SUR DE VERACRUZ.....	40
3.3 LOCALIZACION DEL PANTANO "LAS MATAS" .....	42
3.4 MEDIO FISICO.....	43
3.4.1 TOPOGRAFIA.....	43
3.4.2 GEOLOGIA-GEOMORFOLOGIA .....	43
3.4.3 CLIMATOLOGIA .....	44
3.4.4 EDAFOLOGIA .....	45
3.4.5 HIDROLOGIA .....	45
3.4.6 VEGETACION .....	46
3.4.7 FAUNA .....	46
3.5 MEDIO SOCIAL .....	47
3.5.1 UTILIZACION ANTROPICA DEL PANTANO "LAS MATAS" .....	47
3.6 GRADO DE DISTURBIO ACTUAL DEL AREA .....	49
3.7 INCORPORACION DE NUTRIENTES "LAS MATAS"- RIO CALZADAS .....	50
3.8 PANTANOS Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	51

#### CAPITULO 4: CONTROL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL COMPLEJO

4.1	AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES .....	55
4.2	LEGISLACION SOBRE AGUAS DE DESECHO .....	56
4.2.1	NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS .....	57
4.2.2	CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA .....	57
4.3	TIPOS DE TRATAMIENTO .....	58
4.4	SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DEL C.P. COSOLECAQUE ..	59
4.4.1	OBJETIVOS .....	59
4.4.2	ANTECEDENTES .....	60
4.4.3	JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....	60
4.4.4	ELECCION DEL CUERPO RECEPTOR .....	60
4.5	FUNCIONAMIENTO Y EQUIPOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO .....	61
4.5.1	FOSAS DE NEUTRALIZACION .....	62
4.5.2	LAGUNAS DE IGUALACION .....	63
4.5.3	EMISOR DE DESCARGA A "LAS MATAS" .....	63
4.5.4	LODOS QUIMICOS .....	64
4.6	PROYECTOS ASOCIADOS .....	64
4.7	PARAMETROS HIDROLOGICOS DE AGUAS RESIDUALES Y SUS EFECTOS EN EL AMBIENTE .....	65
4.8	IMPUESTOS AMBIENTALES: PAGO POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES .....	66

#### CAPITULO 5: EVALUACION Y ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN "LAS MATAS".

5.1	ANALISIS COMPARATIVO DEL AGUA RESIDUAL DEL COMPLEJO Y LAS CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA .....	73
5.2	EVALUACION DE LOS FACTORES INCIDENTES DE IMPACTO AMBIENTAL EN "LAS MATAS" .....	75
5.3	IMPACTO EN LA ECOLOGIA DEL PANTANO POR LA DESCARGA RESIDUAL.	76
5.4	IMPACTO SOCIOPOLITICO EN MINATITLAN POR LA REUBICACION DE LA DESCARGA .....	78
5.5	POSIBLES MEDIDAS PARA EL MANEJO DEL PANTANO "LAS MATAS" ....	80
5.5.1	PROYECTOS PILOTO PARA REHABILITACION DE PANTANOS .....	80
5.5.2	FACTIBILIDAD TECNICA Y FINANCIERA .....	80

#### CAPITULO 6: CONSIDERACIONES FINALES ..... 83 |

#### GLOSARIO ..... 85 |

#### BIBLIOGRAFIA ..... 88 |

## RELACION DE CUADROS Y FIGURAS

### CAPITULO I

- Cuadro I Fuentes de origen y estimación de los derrames de petróleo en el medio ambiente marino.
- Cuadro II Compromisos de Petróleos Mexicanos en materia de impacto ambiental y descargas residuales.
- Figura 1 El medio ambiente desde el punto de vista de los impactos ambientales.
- Figura 2 Pasos consecutivos en la evaluación de impactos ambientales.
- Figura 3 Procedimiento de Impacto Ambiental.
- Figura 4 Reservas probadas de hidrocarburos en México.

### CAPITULO 2

- Cuadro III Unidades de Producción C.P. Cosoleacaque.
- Cuadro IV Ductos petroquímicos con origen en el C.P. Cosoleacaque.
- Figura 5 Localización y Plantas C.P. Cosoleacaque.
- Figura 6 Materias primas para elaboración de Amoniaco, Paraxileno y Acrilonitrilo.
- Figura 7 Distribución de Amoniaco.  
Casa de bombas C.P. Cosolacaque
- Figura 8 Centros productores y Terminales marítimas de amoniaco en México.
- Figura 9 Petróleos Mexicanos: incrementos en el sector petroquímico.

### CAPITULO 3

- Cuadro V Resumen Medio Fisico Pantano "Las Matas".
- Cuadro VI Resumen Medio Social Pantano "Las Matas".
- Figura 10 Localización general del área de estudio.
- Figura 11 Area de influencia del Pantano "Las Matas".
- Figura 12 Reconstrucción hipotética del Pantano Las Matas.

### CAPITULO 4

- Cuadro VII Perfil Aguas de Desecho Industria Petrolera.
- Cuadro VIII Condiciones Particulares de Descarga C.P. Cosoleacaque.
- Cuadro IX Principales contaminantes en efluentes crudos del C.P. Cosoleacaque.
- Figura 13 Descargas de aguas residuales industriales en México.
- Figura 14 Localización Sistema Tratamiento Efluentes C.P. Cosoleacaque
- Figura 15 Sistema Tratamiento Efluentes C.P. Cosoleacaque.
- Figura 16 Fosas de neutralización.
- Figura 17 Lagunas de Igualación.
- Figura 18 Gasto de efluentes enviados a Lagunas de Igualación.
- Figura 19 Tratamiento de Lodos Químicos.
- Figura 20 Tren de Pretratamiento de Agua.

### CAPITULO 5

- Cuadro X Análisis Comparativo Efluentes C.P. Cosoleacaque.
- Figura 21 Impacto ambiental por descarga de aguas residuales en el pantano "Las Matas".
- Figura 22 Impacto sociopolítico por reubicación de la descarga del C.P. Cosoleacaque.
- Figura 23 Visión crítica de la prensa local (caricatura).

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

"IMPACTO AMBIENTAL POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES  
EN EL PANTANO LAS MATAS, MUNICIPIO DE COSOLEACAQUE, VERACRUZ"

INTRODUCCION.

La extracción y procesamiento de hidrocarburos que realiza PEMEX en el espacio mexicano, de alguna manera degrada el medio natural en regiones donde lleva a cabo sus actividades, a pesar de que la institución implementa medidas de protección para evitar y atenuar el deterioro ecológico.

La producción de petróleo y sus derivados constituyen una actividad económica de suma importancia para el país debido a su contribución a la economía global y a la existencia de gran cantidad de industrias que utilizan insumos provenientes de hidrocarburos.

La elevada demanda de energéticos por la creciente población nacional y por la exportación de petróleo y gas natural, implican elevar la producción y la búsqueda de nuevos yacimientos.

La protección al medio ambiente que en sus proyectos, obras e instalaciones realiza PEMEX forma parte, de manera importante e ineludible de las responsabilidades de la empresa en su calidad de industria energética prioritaria del Estado mexicano.

Debido a ello PEMEX en cada una de sus instalaciones se enfrenta a resolver el problema de encontrar un destino adecuado a los desechos que se generan.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El creciente deterioro ambiental de varias regiones de nuestro país ha hecho necesaria la emisión de ordenamientos legales para prevenir y controlar, en lo posible, aquellos efectos producidos por actividades de alto nivel potencial de impacto sobre los ecosistemas.

Es en este contexto, que la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, (Secretaría de Desarrollo Social a través del Instituto Nacional de Ecología, a partir de junio de 1992) organismo oficial para definir las estrategias de acción en el terreno de la problemática ambiental emitió en el año de 1988 la normatividad vigente denominada "Ley General del Equilibrio Ecológico y de la Protección al Ambiente" la cual se ha visto complementada paulatinamente con la emisión de reglamentos tales como el reglamento en materia de Impacto Ambiental o el de disposición de residuos peligrosos solo por mencionar algunos. Para normar mayormente estas disposiciones se han definido especificaciones conocidas como "Normas Técnicas Ecológicas". De este modo se tiene, en teoría, un mayor control sobre aquellas industrias que anteriormente arrojaban sus desechos sin previo tratamiento.

Una de las zonas más afectadas por la contaminación es el área industrial de Minatitlán-Coatzacoalcos. la cual posee ecosistemas de gran vulnerabilidad ecológica (estuarios, lagunas costeras, pantanos) y ha sido sometida a una gran actividad industrial, sobre todo en el sector petroquímico, lo que ha propiciado una fuerte concentración de infraestructura en las ciudades y sus zonas de influencia, extendiéndose hacia las instalaciones portuarias y por toda la región en forma de oleoductos y gasoductos. En definitiva el área Minatitlán-Coatzacoalcos ha sufrido transformaciones profundas en el uso del suelo y en la actividad económica y comercial. El impacto ambiental ha sido intenso y ha producido problemas en zonas agrícolas, pastizales; en ríos, arroyos que recorren las áreas industriales o bien en los pantanos adyacentes.

Por la gran presencia que tiene Petróleos Mexicanos en esta región sur de Veracruz, muchos de los problemas ambientales se le asignan a priori a la empresa; sin pretender negar que por el tipo de productos y sustancias que se manejan, se procesan, se producen o se emiten, existe el riesgo de afectación al entorno, lo cierto es que en cada una de sus instalaciones se cuenta o en su caso se encuentran en construcción, sistemas de tratamiento de desechos que pretenden por un lado la recuperación de sustancias reciclables, y en el caso de las emisiones ya sea a la atmósfera o las descargas de aguas residuales, que éstas no alteren en forma irreversible a los cuerpos receptores.

Uno de los Centros de trabajo de Petróleos Mexicanos en la zona sur, el Complejo Petroquímico Cosoleacaque terminó en el año de 1992 el proyecto "Sistema de Tratamiento de Efluentes", el cual reubicará sus actuales descargas de aguas residuales hacia el área pantanosa conocida localmente como "Las Matas".

Es un hecho que las actuales descargas del Complejo representan un riesgo potencial para algunas colonias de la Ciudad de Minatitlán, Ver.; la decisión de reubicarlas hacia el Pantano Las Matas parece en primera instancia, conveniente, sin embargo implica la modificación de las condiciones naturales del cuerpo receptor y del sistema hidrológico con el que se relaciona.

Hacer un análisis geográfico del ambiente ecológico que se afectará es el objetivo básico de esta Tesis, además de dar a conocer algunas prácticas ecológicas de PEMEX, el funcionamiento y equipos de una planta de tratamiento de efluentes, y por último enfatizar los mecanismos, reglamentos y especificaciones de las normatividades ecológicas.

#### OBJETIVOS:

- Llevar a cabo un análisis geográfico del sistema ecológico que se afectará.
- Evaluar la magnitud del impacto que producirá en el pantano Las Matas, la descarga residual del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, cuando entre en operación el Sistema de Tratamiento que para tal efecto se ha diseñado y construido.
- Estimar las modificaciones que se producirán en las actividades de los habitantes del entorno.

#### HIPOTESIS:

La elección del Pantano "Las Matas" es adecuada como cuerpo receptor de los efluentes del Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

El Sistema de Tratamiento tiene la capacidad para mantener la descarga dentro de límites permisibles de modo que no se afecte el ambiente del cuerpo receptor.

## METODOLOGIA.

La metodología incluyó una etapa de gabinete en la cual se recopiló, clasificó y analizó la información disponible sobre el tema, así como la Cartografía del área.

Para esta etapa se realizaron diversas actividades, por lo que la metodología pretendió entre otros alcances los siguientes:

- Conocer la estructura y funcionamiento del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, así como las obras ecológicas con que cuenta, en especial para el tratamiento de sus aguas residuales.
- Analizar en detalle el proyecto "Sistema de Tratamiento de Efluentes", ya que de su eficiencia depende el control adecuado de las aguas de desecho.
- Estudiar la información existente respecto a los pantanos como cuerpos receptores de descargas industriales.
- Para consolidar la base teórica se analizó el concepto y los factores de los cuales depende la magnitud de los impactos, enfatizando el potencial de alteraciones ambientales que representan las actividades petroleras.
- Se detallan los aspectos legales del impacto ambiental, así como los referentes a las descargas residuales, incluyendo las disposiciones fiscales más recientes.

Por otro lado, se realizaron dos visitas al área, para la etapa de campo a detalle, con la finalidad de:

- Verificar dentro del Complejo, el funcionamiento adecuado de los equipos de la planta de tratamiento de efluentes.
- Visitar el área de descarga en "Las Matas", se plantearon recorridos para visualizar el grado de disturbio.
- Efectuar entrevistas con la población que habita las áreas adyacentes tanto al Complejo como al Pantano "Las Matas"; en este último caso para determinar el uso económico del área.

Otra etapa sumamente importante es el acceso a los análisis físico-químicos del agua residual del Complejo, ya que de ello depende la evaluación final de los posibles efectos sobre el pantano. Esta información se consultó en el Laboratorio Regional de Cangrejera de Petróleos Mexicanos (Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras).

## Estructura del Trabajo.-

Esta investigación está constituida por seis capítulos a través de los cuales se analizan los factores específicos del impacto ambiental por las aguas residuales enviadas al pantano Las Matas.

Al iniciar cada uno de los capítulos se incluye una sinopsis que resume su contenido. En el caso de cuadros, figuras, fotografías y citas bibliográficas se encuentran al finalizar el capítulo correspondiente.

Sin salir de sus objetivos concretos la tesis explora temas adyacentes de importancia y actualidad acerca de la industria petrolera, como la privatización de los centros petroquímicos o la caída del poder sindical entre otros.

## CAPITULO 1: INDUSTRIA PETROLERA E IMPACTO AMBIENTAL.

Este capítulo señala la importancia de las evaluaciones de impactos ambientales revisando su fundamento teórico, así como el procedimiento de su aplicación a través de las normatividades ecológicas; describe de manera general las actividades petroleras en relación a sus posibles efectos en el medio y particulariza lo anterior para los Complejos Petroquímicos, debido a que las aguas residuales provenientes de uno de ellos son el factor de impacto a evaluar en esta investigación.

### 1.1 CONCEPTUALIZACION DE IMPACTO AMBIENTAL.

El análisis del Impacto Ambiental es de origen reciente a nivel mundial, puesto que se estructuró e implementó en los países de alta tecnología hacia los comienzos de los años setenta, y ha sido adoptado desde la década de los ochenta por los países en vías de desarrollo, ya no únicamente para conocer o estudiar las alteraciones ecológicas sino como un mecanismo administrativo-jurídico que permita una adecuada planeación en el uso y aprovechamiento de los recursos (1).

De esta manera, un elemento que puede incluso orientar las políticas tendientes al uso racional del medio, es la correcta identificación, evaluación, manejo y control de los Impactos Ambientales (ver fig. 1).

El Impacto Ambiental puede entenderse como aquellos efectos o perturbaciones que, sobre un espacio geográfico determinado (ecosistema) alteran sustancial y considerablemente el equilibrio físico-químico, biológico y/o social de dicha área y que son producidos por diversidad de agentes contaminantes originados por las actividades económico-productivas (principalmente las industriales, aunque no deben excluirse otras abiertamente irracionales como el desmonte de áreas tropicales, la ganadería extensiva, etc.) y también por eventos naturales extraordinarios tales como sismos, erupciones volcánicas o huracanes de gran magnitud.

Estas modificaciones en el ambiente pueden resultar positivas o negativas, dependiendo de su grado de complejidad y/o de su permanencia en el tiempo y espacio físico. Sin embargo, en ocasiones, estos fenómenos pueden verse desde ambos puntos de vista, como en los siguientes ejemplos, aclarando que los dos se refieren a manifestaciones del medio natural.

En un primer caso, sabemos que las erupciones volcánicas representan un impacto ambiental negativo cuando se tienen poblaciones cercanas o ubicadas en sus laderas, lo cual ha provocado desastres considerables; sin embargo se reconoce que, bajo ciertas condiciones, la depositación y posterior integración al suelo de las cenizas volcánicas y otros minerales

pueden contribuir a elevar la productividad agrícola de áreas aledañas. Un ejemplo concreto lo representó la erupción del volcán Chichón en el estado de Chiapas (1982).

Por otro lado, la presencia de los ciclones tropicales (fines de verano-otoño) y los "nortes" (invierno) del Golfo y del Caribe, suelen producir efectos dañinos sobre las poblaciones costeras pero, no obstante, los especialistas en meteorología tropical han evaluado y subrayado su importancia para aumentar la humedad y las precipitaciones en las regiones interiores de nuestro país.

Desde luego, que el concepto de Impacto Ambiental, por sí mismo, no tendría un significado importante, sino contara con una base cualitativa y cuantitativa como lo es el Análisis del Impacto Ambiental. Este procedimiento nos permite conocer la trascendencia y las consecuencias de los efectos que sobre el ambiente causará determinado proyecto; por ello la evaluación de impactos se considera un elemento fundamental, puesto que puede permitir la proyección de eventos susceptibles de control durante las diferentes etapas de un proyecto o actividad, fundamentando todo ello en investigaciones de tipo técnico, económico, social y biológico (2).

Es imprescindible al evaluar los impactos ambientales, incluir los aspectos sociales, en cuanto a los efectos que se producirán en las poblaciones ya sea a nivel local, regional, etc.; y también las alteraciones sobre sus medios de trabajo. Tales efectos dependerán de múltiples factores, entre ellos: la magnitud del proyecto, el uso del suelo, las actividades económicas, la tenencia de la tierra, demandas sociales, presiones políticas, etc.

En este último punto, frecuentemente se perciben insuficiencias u omisiones de información; pues no se le da el debido interés al estudio de las poblaciones que habitan las áreas sobre las cuales se producen cambios que provocan desajustes ecológicos y económico-regionales.

El investigador brasileño Josué de Castro, ha sintetizado esta problemática al decir que " un análisis correcto del medio debe abarcar el impacto total del hombre y su cultura sobre los restantes elementos del entorno, así como el impacto de los factores ambientales sobre la vida del género humano. Desde este punto de vista el medio abarca aspectos biológicos, fisiológicos, económicos y culturales, todos ellos combinados en la misma trama de una dinámica ecológica en transformación permanente " (3).

Aún cuando los impactos sociales y ambientales ya son considerados, las evaluaciones siguen tomando con frecuencia un sesgo de análisis costo-beneficio, lo cual intenta expresar todos los impactos en términos monetarios, es decir, en costos

de recursos valorados, aún cuando muchos de los impactos ambientales, sociales y de salud no se prestan fácilmente al análisis económico.

De acuerdo con la SEDUE " un estudio de impacto ambiental contempla alternativas para un desarrollo armónico y sostenido de los recursos comprometidos en un plan o proyecto, así como un análisis del costo-beneficio, enfatizando los riesgos ambientales derivados de su instrumentación " (4)

Con ello, se pretende compatibilizar los programas de desarrollo tanto estatales como del sector privado con la política ecológica, lo cual de lograrse generaría un mejor uso y ordenamiento del territorio.

En los estudios de impacto ambiental, la etapa de identificación y selección de los impactos generados por un proyecto es la más importante, ya que ahí se reconocen y destacan los elementos del ambiente susceptibles de ser alterados o modificados, así como donde se identifican las actividades del proyecto que pueden provocar las alteraciones más significativas, estableciendo la relación causa-efecto.

Los resultados de las evaluaciones de impacto ambiental deben ser presentados mediante los procedimientos requeridos, los cuales se especifican más adelante, para que las autoridades federales correspondientes determinen su autorización y vigilen su correcta implementación.

## 1.2 FACTORES DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Una vez definidas las relaciones causa-efecto, es necesario seleccionar las más relevantes en cuanto a magnitud e importancia, con el objeto de predecir ya sea cualitativa y/o cuantitativamente y determinar el impacto total generado sobre el medio ambiente por el proyecto.

Para realizar una evaluación ambiental, de manera objetiva, se estudian los siguientes puntos:

- A) Predicción de los cambios netos y directos sobre un componente ambiental.
- B) Cuantificación o estimación del cambio inferido.
- C) Estudio de un factor significativo de cambio.

El análisis de impactos ( ver fig.2 ) se basa principalmente, en tres etapas que van relacionadas entre sí y que son:

- Identificación: esta etapa consiste en determinar las interacciones entre las actividades del proyecto y los componentes ambientales.
- Evaluación: consiste en determinar la importancia de c/u de los impactos identificados mediante el uso de unidades y escalas propias. La evaluación se puede basar en estándares de calidad ambiental (p.e. normas de calidad del agua) especialmente cuando han sido aprobadas por una Legislación.
- Interpretación: con la información obtenida en las etapas anteriores, se tendrá un marco general de las interacciones proyecto-ambiente, el cual servirá para clasificar los impactos ambientales, según su naturaleza ya sean directos e indirectos; en función del tiempo en corto, mediano o largo plazo, o bien en función de su magnitud en moderados, fuertes, irreversibles, acumulativos, etc. Aún en relación con el espacio físico en el que se manifiesten pueden ser impactos locales, regionales, continentales o globales.

La magnitud de los impactos ambientales depende de factores físico-químicos y biológicos, así como de la eficacia de los métodos de control.

Los factores físicos se refieren a las clases y volumen de las emisiones, efluentes y descargas; al tipo de ambiente receptor y a las condiciones meteorológicas prevalecientes.

En cuanto a los factores biológicos, la intensidad de los efectos depende de la clase de ecosistema y de la sensibilidad particular de cada especie que lo habite.

Tiene una importancia especial la eficacia de los métodos de control sobre las emisiones residuales (a la atmósfera, suelos o cuerpos de agua) porque en el caso de que éstos sean insuficientes pueden provocar graves perturbaciones.

Para esta tesis, en concreto, se ha seleccionado únicamente la contaminación por aguas residuales y se analizan los factores del impacto ambiental de la siguiente forma:

Primero a través del estudio de la fuente industrial emisora (en este caso un Complejo Petroquímico), después se manejan los factores físicos (descarga residual), el factor biológico (ecosistema del pantano) y finalmente el sistema implementado para el control de las aguas de desecho.

Ello permitirá llegar a una evaluación (mediante el monitoreo de las descargas) basada en la legislación y norma técnica ecológica correspondiente a la cual nos referiremos en detalle posteriormente. De tal forma interpretando esta información se concluirá la naturaleza e intensidad de los probables impactos ambientales.

Es necesario comentar que uno o varios factores pueden producir fenómenos de sinergismo, es decir, una acción combinada de dos o más elementos que magnifiquen o multipliquen sus efectos sobre el medio; estas consideraciones complican las relaciones causa-efecto y lógicamente deben identificarse para una mejor evaluación de impactos.

### 1.3. LEGISLACION EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

Según Gabriel Quadri la política ambiental de México, inicia prácticamente su evolución en 1971. (5)

En ese año se publicó la primera ley de protección ambiental y se creó la Subsecretaría de Mejoramiento del Ambiente adscrita al Sector Salud.

Esto, con miras a la Conferencia de Estocolmo en 1972 sobre el Medio Ambiente, que catalizó el interés mundial por las cuestiones ecológicas.

No obstante, en los años setenta, la política ambiental se circunscribió en nuestro país a un enfoque de salud pública, y a incipientes esfuerzos de planeación urbana y forestal llevados a cabo por la SAHOP y la SARH.

En 1977, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos creó la Subdirección de Impacto Ambiental, asignándole como funciones principales la formulación de políticas y el diseño de estrategias internas que permitieran la protección del ambiente y en particular los aspectos de desarrollo agropecuario y forestal; los instrumentos jurídicos para su operación se fundamentaron en la Ley de Obras Públicas (1991).

No fue sino hasta 1982 con la creación de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) y con una nueva Ley Federal de Protección al Ambiente, que se consolidan responsabilidades y se asumen enfoques de política más ambiciosos y comprensivos. La promulgación de esta ley incluía ya a elaboración y presentación de manifestaciones de impacto ambiental (en ese entonces denominados I.P.I. es decir Informes Preliminares de Ingeniería) como requisito para el inicio de obras que pudieran exceder los límites mínimos permisibles establecidos en los reglamentos y normas técnicas; dichos límites quedaron restringidos a aspectos de contaminación atmosférica por emisión de partículas, contaminación de aguas y emisión de ruidos, puesto que eran los únicos reglamentos vigentes y no existían normas publicadas, o bien eran difícilmente aplicables ya que estaban basadas en ocasiones en las especificaciones de la Environmental Protection Agency (E.P.A.) de los Estados Unidos.

En 1984, la institucionalización del procedimiento de Impacto Ambiental se establece en el artículo 7o. de la Ley Federal de Protección al Ambiente, siendo la SEDUE la encargada de emitir los lineamientos para su observancia.

En 1988 entra en vigor la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la cual rige en la actualidad, esta legislación es trascendente porque sistematizó el discurso vinculando explícitamente el ambiente a la problemática del desarrollo, distribuyendo competencias entre los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), y fijando importantes instrumentos de política ecológica como la evaluación de impacto ambiental, el ordenamiento ecológico del territorio, el sistema nacional de áreas naturales protegidas,

normas técnicas, planeación y criterios ecológicos en la promoción del desarrollo.

La promulgación de esta Ley ha estado seguida por leyes estatales y por reglamentos en materia de evaluación de impacto ambiental, prevención y control de la contaminación atmosférica y disposición de residuos peligrosos.

Específicamente, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente entró en vigor el 10 de marzo de 1988; está integrada por 194 artículos y 4 artículos transitorios divididos en 6 títulos que en total comprenden 26 capítulos y 6 secciones. La ley se refiere ampliamente al impacto ambiental en los artículos 28 al 35; contempla básicamente los siguientes aspectos: (6)

- Se da una participación en todas las actividades que son materia de esta ley, a las entidades federativas y a las autoridades estatales y municipales.
- Se ampliaron los conceptos de ordenamiento ecológico e impacto ambiental.
- Se incorpora con gran extensión el tema de la preservación de las áreas naturales regulando con detalle el aprovechamiento racional de los recursos naturales.
- Se adopta el procedimiento de elaboración de normas técnicas ecológicas en las distintas áreas de acción.
- Se clarifican ciertas confusiones que existían en el área de prevención y control de la contaminación de las aguas.
- Se promueve la participación social en la formulación de política ecológica.
- Se definen con claridad las áreas de competencia y los mecanismos de coordinación entre las dependencias y entidades de la administración pública federal para la aplicación de este ordenamiento.

Para la observancia de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, se han publicado 4 reglamentos y 47 normas técnicas ecológicas.

Los Reglamentos son ordenamientos legales que establecen los mecanismos y procedimientos administrativos para asegurar el debido cumplimiento de la ley, particularmente el Reglamento en materia de Impacto Ambiental se publicó en junio de 1988.

Los pasos lógicos a seguir para el desarrollo ordenado del Procedimiento de Impacto Ambiental son: (ver fig.3)

- a) El interesado (al cual se le denomina proponente), en llevar a cabo un plan o proyecto es responsable de presentar y turnar a la SEDUE su cartera anual de proyectos, de acuerdo a las instrucciones que proporcione ésta.

La SEDUE a través de la Dirección General de Normatividad Ecológica recibe y analiza dicha cartera para determinar cuáles proyectos requieren de un Aviso de Proposición de Acción (APA), formato que SEDUE enviará al proponente.

El proponente recibe el APA, que es un documento legal, consistente en un cuestionario a llenar, el cual permitirá determinar claramente si el proyecto requiere de un análisis más detallado de acuerdo con la variación ambiental o si con esta información es suficiente para aprobarlo. Este APA es también conocido como Informe Preventivo.

- b) En caso de que el informe preventivo no sea suficientemente claro y completo, Normatividad y Regulación Ecológica solicitará entonces al proponente la Manifestación de Impacto Ambiental. Dicha manifestación se presenta en tres modalidades: general, intermedia y específica.

A grandes rasgos y dependiendo de la manifestación esta debe contener:

La información completa del proyecto (tipo, magnitud, sustancias utilizadas, emisiones, descargas, medidas de control etc.); las características físicas y biológicas del área (relieve, clima, suelo, vegetación) así como las condiciones socioeconómicas del lugar.

La integración de esos factores produce en el área afectada una modificación, la cual debe identificarse en cada una de las etapas del proyecto (preparación del terreno, construcción, operación, mantenimiento, etc.) así como proponer y poner en práctica las medidas de prevención y reducción de los impactos ambientales adversos.

- c) Posteriormente los documentos antes referidos del proponente, son evaluados por un grupo interdisciplinario de técnicos de la SEDUE, que genera un fallo que es oficializado por ésta a través de un dictamen, en el cual se incluyen: la aprobación, la aprobación condicionada a los lineamientos que se especifiquen o en dado caso el rechazo al proyecto.
- d) El responsable deberá ajustarse a los términos del dictamen.
- e) Finalmente, la supervisión es la etapa del procedimiento que representa la garantía del cumplimiento de lo manifestado por parte del responsable, así como de la verificación de las medidas adoptadas para prevenir o controlar los efectos negativos de un desarrollo.

Este es, en síntesis el Procedimiento, base de la Legislación; ahora bien, su aplicación ha variado en razón de los recientes cambios efectuados por el Gobierno Federal y que afectaron la estructura de la Secretaría que hasta entonces tenía en el ámbito de su responsabilidad los aspectos ecológicos.

En efecto, a mediados del año de 1992, desaparece la SEDUE, para dar paso a la nueva Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), que engloba prácticamente todos los espacios donde el desarrollo adquiere contenido real, las ciudades, el

ámbito territorial, la dinámica social y la política ecológica; esta última como elemento clave que debiera orientar el desenvolvimiento económico y social de México.

De tal forma, la antes Subsecretaría de Ecología, dependiente de SEDUE se ha convertido ahora en el Instituto Nacional de Ecología, heredando sus atribuciones y responsabilidades (entre ellas, desde luego, el Procedimiento de Impacto Ambiental) Paralelamente se creó la Procuraduría Federal del Medio Ambiente.

Aún cuando para muchos conocedores de estos temas, este cambio representa un retroceso en la política ecológica nacional, otros tienen una visión más optimista, como Quadri, quien opina que ... "la nueva institución asume una responsabilidad inédita. Especialmente en lo que toca a la ecología, el horizonte operativo se ve, en principio, ampliado al quedar ésta dentro del mismo paraguas institucional que las capacidades de conducción del desarrollo regional, lucha contra la pobreza y desarrollo urbano...esta nueva ubicación aumenta sus probabilidades de éxito" (7).

#### 1.4 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL EN MEXICO.

La realización de estudios de Impacto Ambiental en México han correspondido a la evolución de la Legislación ecológica que se ha especificado en el punto anterior.

Los primeros antecedentes de estudios de Impacto Ambiental en nuestro país se remontan a 1977, cuando la entonces Secretaría de Recursos Hidráulicos los aplicó a proyectos de infraestructura hidráulica. La metodología empleada se fundamentó en el empleo de listas de verificación.

En ese mismo año, la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, elaboró estudios de planificación territorial denominados Ecoplanes, a nivel estatal y municipal.

En la formulación de los Ecoplanes pueden encontrarse elementos metodológicos íntimamente relacionados con el análisis de impacto ambiental, ya que se incluye en ellos una descripción del ambiente en sus componentes naturales y socio-económicos, el estudio de las acciones de desarrollo y el planteamiento de una política para llevar a cabo las acciones analizadas.

Para fines de los años setenta se habían consolidado algunas compañías privadas especializadas para efectuar estudios de impacto ambiental; como, por ejemplo, Planificación e Impacto Ambiental S.A., la cual en 1980 fue contratada por la Dirección General de Ecología Urbana de la SAHOP, para evaluar el impacto que generaría la construcción de un Puerto Industrial en la Laguna del Ostión, en el sur de Veracruz (como dato adicional el proyecto no se llevó a cabo debido a la crisis financiera, a pesar de que estaba dentro del Programa de Puertos Industriales junto a los puertos de Lázaro Cárdenas en Michoacán, Altamira en Tamaulipas y Salina Cruz en Oaxaca).

Durante la vigencia de la Ley Federal de Protección al Ambiente (1982-88) se elaboraron 492 estudios de impacto ambiental para proyectos de diversa índole, entre ellos, petroleros, carreteros, aeroportuarios, turísticos, mineros, industriales, agropecuarios e hidroeléctricos.

Las metodologías más empleadas fueron listas de verificación y matrices de identificación de impactos; se aplicaron modelos físicos y/o matemáticos. También se presentaron redes y diagramas de flujo en proyectos petroleros y eléctricos. Aunque el contenido de estos estudios era aceptable, tenía la limitante del empleo de normas y parámetros extranjeros en vista de la carencia de normas propias.

Si bien durante los años ochenta, la fuerte recesión económica redujo ciertamente el financiamiento de grandes proyectos únicamente al capital privado nacional o extranjero y a las inversiones federales en áreas estratégicas, continuó la aplicación de los elementos de política ambiental, ahora bajo la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988 a la fecha).

En relación a las metodologías utilizadas se destacan los siguientes puntos:

- A) En nuestro país sólo han podido emplearse no más de 15 metodologías aplicables a la evaluación de impactos, dentro de las cerca de 70 existentes en el mundo; las más empleadas son listas de verificación, matrices, redes, diagramas de flujo, mediciones directas, modelaciones, sobreposiciones de mapas, juicios de expertos, etc.
- B) La aplicación de estas metodologías se encuentra en función directa de la información disponible. Otras técnicas más sofisticadas implican el uso de datos poco accesibles o cuya obtención requiere demasiado tiempo.
- C) De manera general, puede afirmarse que, con excepciones, las metodologías aplicadas en México han sido adecuadas a los proyectos desarrollados.

Hoy en día, la elaboración de estudios de impacto ambiental se ha difundido aún más, tanto en empresas o consultorías privadas, como en instituciones de estudios superiores; al grado que recientemente el Físico Sergio Reyes Luján, presidente del Instituto Nacional de Ecología, declaró que un 50% de los estudios de impacto ambiental presentados a SEDESOL han sido elaborados por instituciones educativas (8).

Entre ellas sobresale la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA) creado en Noviembre de 1991.

De acuerdo a un estudio de diagnóstico en la UNAM existen en este momento 368 proyectos de investigación relacionados con la ecología y en base a ese estudio el PUMA estableció como áreas prioritarias para estimular: la investigación en ingeniería ambiental, el manejo de desechos sólidos y tóxicos, la biodiversidad y el impacto ambiental (9).

Lo anterior, sin contar, las actividades de los diversos Institutos de investigación, entre estos el Centro de Ecología, el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, el cual desarrolló detallados trabajos en la zona a la que se refiere esta tesis; o el Centro Nacional de Prevención de Desastres, ubicado también en terrenos universitarios.

## 1.5 PROCESOS DE LA INDUSTRIA PETROLERA Y SU IMPACTO

Una vez descrita y analizada la base teórica de los impactos ambientales, su procedimiento administrativo de evaluación y la legislación correspondiente; este punto estudiará de manera breve las actividades de la industria petrolera en cuanto a su incidencia sobre el medio ambiente.

Para la evaluación general de este tema, la forma sencilla de estudiar las actividades petroleras es reunir las convencionalmente en cinco grupos:

- A) Exploración.- La exploración, a grandes rasgos, es el conjunto de tareas de campo y laboratorio cuyo objetivo consiste en descubrir nuevos depósitos de hidrocarburos o nuevas extensiones de los que ya existen.

Las actividades que se desarrollan en este rubro no causan daños importantes y/o irreversibles al medio (con excepción de la perforación de exploración). Los efectos de éstos últimos pueden reducirse si se reutilizan los materiales empleados (lodos de perforación, aceites, lubricantes etc.); los equipos tanto de Petróleos Mexicanos como de las compañías contratistas son adecuados. (10)

Por lo que respecta a la exploración es convencional dividir su estudio en dos aspectos: los geológicos y los geofísicos. Los aspectos geológicos esencialmente son cuatro factores importantes: la formación del subsuelo (yacimientos), el tipo de rocas, el aspecto de cómo ocurrió la sedimentación del petróleo y su edad geológica. (11)

Del estudio de estos factores, surge la posibilidad de acumulación de gas y petróleo. Los datos geofísicos están concentrados en la localización del manto y en los diversos métodos: magnetometría, gravimetría y sismología.

La década de los años setenta fue definitiva en la historia de la exploración petrolera en México; se descubrieron los grandes yacimientos del área Chiapas-Tabasco (1972) y la Sonda de Campeche en 1976 (12)

La superficie territorial formada por rocas sedimentarias con interés petrolero tiene más de un millón de kilómetros cuadrados, de los cuales 780 mil corresponden a tierra y 370 mil a la plataforma continental marina. Hasta ahora se ha explorado apenas un 15% si bien hay reconocimientos iniciales de diversa intensidad en algunas regiones.

Las reservas probadas de hidrocarburos del país alcanzaron en 1983 la cifra máxima de 72,500 millones de barriles y han ido descendiendo muy poco en los últimos años, manteniéndose casi estables; a principios de 1993 las reservas eran de 65 050 millones de barriles (ver figura 4).

- B) Explotación.- La extracción del material (petróleo y gas) a la superficie incluye diversas actividades, entre ellas la

perforación, la producción propiamente dicha y los procesos de recuperación secundaria.

Las grandes áreas de producción de hidrocarburos, Tabasco-Norte de Chiapas y Zona Marina han causado, eventualmente, fuertes impactos sobre el medio desde el momento de la perforación de producción hasta que los pozos se encuentran en operación.

A más de dieciseis años de exploración-producción en la Sonda de Campeche, en un área de aproximadamente 20 kms. cuadrados se han descubierto 20 campos petroleros, de los cuales se obtienen alrededor de un millón 748 mil barriles diarios de crudo y mil 131 millones de pies cúbicos de gas natural (ver foto 1).

No obstante también aquí se han producido los accidentes más importantes en la historia de la producción petrolera nacional, como fue el incendio del pozo Ixtoc I (1979-80); menos significativo que el anterior fue el caso de la plataforma marina Abkatún. En los campos de gas, se contamina la atmósfera al tener que quemarse una parte del que se extrae, por escasez de infraestructura de procesamiento o conducción. En cuanto a los procesos de recuperación secundaria estos se utilizan cuando la presión del yacimiento es insuficiente y es necesario inyectar al subsuelo un fluido (gas o líquido) para poder extraer el petróleo.

Entre las técnicas empleadas, el bombeo mecánico puede impactar el medio con el derrame de aceite utilizado.

- C) Refinación.- La refinación tiene como papel esencial subdividir al petróleo en sus diferentes componentes. Esto se logra por procesos físicos (destilación, absorción, adsorción, extracción con solventes y cristalización) y por procesos químicos (desintegración, polimerización, isomerización, hidrogenación y reformación térmica y catalítica).

Los productos que se obtienen de la refinación del petróleo son esencialmente, los lubricantes, combustibles (diesel, gasolinas, kerosinas), las ceras derivadas del petróleo y los residuos asfálticos; constituyen en muchos casos, productos terminados de uso inmediato o bien, se utilizan como materia prima para elaborar materiales o productos de mayor valor comercial, es decir, petroquímicos. (13)

Es alto también el grado de impacto ambiental que puede llegar a tener los procesos de refinación, sobre todo en la emisión a la atmósfera de las plantas de cracking (T.C.C.), las reformadoras de gasolina para la obtención de aromáticos, las plantas de ciclohexano, etilbenceno, etc., igualmente las aguas de desecho pueden contener ácido sulfhídrico, mercaptanos, ácidos de nafta y gran cantidad de sales que tienen los hidrocarburos.

- D) Petroquímica.- Posteriormente a la fase de refinación varios de los productos o sustancias son objeto de procesamientos para obtener otros de valor comercial agregado. A esta fase

se le conoce como Química de los Derivados del Petróleo o Petroquímica.

El análisis de su impacto ocupará el punto 1.7 considerando que un Complejo Petroquímico es la fuente emisora del tipo de contaminación a la que se refiere esta investigación.

#### E) Distribución-Almacenamiento

Estas actividades contribuyen también en alto grado a impactos ambientales adversos, debido sobre todo al manejo inadecuado en la distribución desde los centros productores hasta las terminales de almacenamiento y de ahí a los centros de consumo.

En estos aspectos el correcto mantenimiento a los ductos de conducción es vital; en caso contrario pueden producirse catástrofes como la explosión en el área urbana de Guadalajara, Jalisco (abril de 1992).

Se calcula que anualmente se vuelcan a los mares unos seis millones de toneladas de petróleo que proceden de varias fuentes, algunas permanentes y otras accidentales (ver cuadro I).

Una de las principales causas de contaminación marina es la relacionada con la transportación del petróleo y sus derivados: impactos ambientales catastróficos se producen debido a los derrames en accidentes marítimos de grandes buque-tanques (ver foto 2).

A nivel mundial y entre los casos más desastrosos pueden citarse los accidentes al "Torrey Canyon", al "Amoco Cádiz" y más recientemente al "Achille Lauro" y sobre todo el "Exxon Valdez" (1991); este último produjo serios trastornos ecológicos en la bahía de Alaska donde derramó su contenido de hidrocarburos.

Por otra parte, en las terminales de recibo y distribución denominadas Agencias de Ventas, el riesgo puede ser por derrame o alguna fuga dentro de sus líneas de abastecimiento que contaminarían la red de drenaje; aunque estas Agencias se encuentran ubicadas con frecuencia dentro de las ciudades y podrían afectar el drenaje urbano, cuentan con fosas o diques de contención para controlar cualquier eventualidad.

En cuanto al almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos el impacto ambiental y los riesgos asociados son considerables; sobre todo porque nuestro país, salvo algunos pequeños confinamientos privados, carece de sistema de manejo de desechos peligrosos.

Un altísimo porcentaje de ellos son líquidos y/o efluentes tratados y comúnmente se vierten a los drenajes; en el caso de desechos sólidos se almacenan en sitios improvisados, se incorporan a las basuras municipales o se arrojan en barrancas o predios sin control. (14)

## 1.6 PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO DE PEMEX RELATIVO AL IMPACTO AMBIENTAL.

La ejecución de estudios de Impacto Ambiental, así como los procedimientos administrativos de Petróleos Mexicanos en ese ámbito, tienen una complejidad enorme, y esto se comprende en virtud de la estructura interna de la empresa y la existencia de sus instalaciones en todo el país.

El organismo rector en lo que se refiere a las cuestiones ecológicas de PEMEX, es la Gerencia de Protección Ambiental, la cual es, institucionalmente, la encargada de efectuar los trámites requeridos por las autoridades ecológicas, para la autorización de los trabajos, obras y proyectos de la empresa.

Para tal fin, se apoya en sus diversas estructuras, entre ellas la Subdirección de Transformación Industrial (STI) y la de Proyectos y Construcción de Obras (SPCO); y sobre todo en sus Superintendencias Regionales de Protección Ambiental en las cinco Zonas Administrativas de Petróleos Mexicanos a nivel nacional (para el caso concreto de la Zona Sur, ésta se ubica en Coatzacoalcos, Veracruz).

Para evitar conflictos de tipo jurídico o conexos, se cuenta con un Departamento asesor que se denomina Ingeniería Legal, el cual a su vez, orienta los mecanismos de Coordinación en materia de Impacto Ambiental entre las áreas de Protección Ambiental y la de Administración y Servicios.

Tales apoyos pueden consistir desde el simple llenado de formatos o cuestionarios con datos técnicos de determinado proyecto; hasta investigaciones formales de tipo ambiental, como por ejemplo, los estudios que la SPCO Zona Sur realizó en 1991, a través de su Departamento de Protección Ambiental, relativos al impacto de la reubicación de descargas de los Complejos Cosoleacaque y La Venta respectivamente.

Contribuye, desde luego, con estudios de Impacto Ambiental y/o Seguridad Industrial, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), sobre todo en los aspectos de tecnologías modernas en control de la contaminación, y en análisis físico-químicos a cuerpos receptores; también firmas privadas, que bajo contrato realizan evaluaciones específicas.

En ese sentido, es necesario mencionar que, incluso compañías extranjeras trabajan ya en estudios urgentes, en las áreas de contaminación del agua y suelo, o manejo de materiales tóxicos de la paraestatal.

En cumplimiento de la Legislación Ambiental vigente, Petróleos Mexicanos debe ajustarse al Procedimiento de Impacto que se analizó en el punto 1.3

De manera particular, las obligaciones de PEMEX en materia de Impacto Ambiental y referentes al Control de la Contaminación del Agua (descargas residuales), pueden resumirse en las siguientes actividades (ver cuadro II).

Ahora bien, el Mecanismo Interno de Coordinación para ejecutar dichas acciones, involucra básicamente a tres Gerencias a saber:

- La Gerencia de Protección Ambiental (GPA).
- La Gerencia de Administración y Servicios (GAS).
- La Gerencia de Ingeniería de Proyectos (GIP).

Estas estructuras desarrollan en específico cinco actividades que pueden agruparse así:

- 1.- GAS remite a GPA, copia del catálogo de obras a ejecutar durante el año, acompañado del avance de construcción; o bien si se trata de nuevos proyectos, la fecha programada de inicio de obras. GPA recibe y analiza el catálogo y determina qué proyectos requieren trámite ante SEDUE (hoy Instituto Nacional de Ecología).
- 2.- GPA solicita a GAS por número de proyecto el llenado de los formatos (ya sea Informe Preventivo o Manifestación de Impacto Ambiental); GAS recibe dicha solicitud y la remite a GPI, quien integra la información requerida en los formatos y los regresa a GAS.
- 3.- GAS los recibe, valida aspectos legales conforme a la normatividad establecida y los envía a GPA; esta complementa los informes y en caso de necesitar datos adicionales se coordinará con GAS y las Ramas Operativas.
- 4.- GPA solicita a GAS el trámite de pago por concepto de Evaluación de Impacto Ambiental, de acuerdo a la tarifa correspondiente de la Ley Federal de Derechos. GAS recibe la solicitud y tramita ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) el pago de los derechos respectivos, remitiendo a GPA copia del recibo de pago efectuado.
- 5.- GPA recibe esta copia y la integra a la documentación del proyecto, para llevar a cabo ante el Instituto Nacional de Ecología, el trámite correspondiente, continuándolo de acuerdo a la Ley y manteniendo informado a GAS, hasta la obtención del dictamen.

Este mecanismo, en base a lo observado en la práctica, tropieza, en ocasiones, con una gran lentitud en los trámites, debido sobre todo, al excesivo centralismo de las funciones de la empresa; derivado de ello, las opciones de agilización que pueden ejercer las Superintendencias regionales son escasas.

Contra lo que pudiera pensarse, las autoridades ecológicas no dispensan un trato preferencial a los proyectos de Petróleos Mexicanos por ser una paraestatal estratégica, sino que los dictámenes a las obras que pretende realizar son evaluados imparcialmente.

## 1.7 POTENCIAL DE IMPACTO DE UN COMPLEJO PETROQUIMICO.

El Impacto de los variados procesos de la industria petrolera a los que se ha hecho mención en el punto 1.5 omitía deliberadamente, el análisis de los Complejos Petroquímicos, para tratarlo ahora de una manera más detallada.

Si bien de alguna u otra forma c/u de las instalaciones petroleras tienen diversos grados de riesgo, los estudios especializados coinciden en señalar a los Complejos Petroquímicos como los centros de mayor peligrosidad para el medio ambiente, ya que sus desechos aumentan en variedad y toxicidad (15).

En relación a la degradación de la calidad del aire, las plantas petroquímicas pueden emitir a la atmósfera, compuestos de origen orgánico y gases, como óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos, nieblas de amoníaco, etc.

Las descargas de los Complejos pueden llevar consigo entre otras sustancias: sales de cloro, sulfito de sodio, benceno, etilbenceno, xilenos, ácido carbónico, carbonatos de potasio, glicoles, cloruro de acetaldehído, etc.

Casi el total de los residuos petroquímicos no son biodegradables y por ello representan un peligro constante para organismos y ecosistemas; inclusive su posterior integración a las cadenas tróficas, es un riesgo para la salud humana, cuando las concentraciones son elevadas.

Justo es decir que, en las plantas petroquímicas están modernizándose las instalaciones para el control y reutilización de efluentes, y en los más recientes, se han construido, prácticamente desde un principio, como en el Complejo Morelos, Veracruz.

Impactos sociales y económicos son también producto de la presencia de los grandes Complejos industriales, ya que producen un crecimiento acelerado de las ciudades, al recibir enormes flujos de población inmigrante; en consecuencia, aumentarán desigualdades sociales, miseria y hacinamiento.

Este es un panorama general de los riesgos asociados a las plantas petroquímicas; el caso particular del Complejo Cosoleacaque y la magnitud de su Impacto será materia de análisis en los siguientes capítulos.

CUADRO I FUENTES DE ORIGEN Y ESTIMACION DE LOS DERRAMES  
DE PETROLEO EN EL MEDIO AMBIENTE MARINO.

PROCEDENCIA	TONELADAS METRICAS ANUALES
Buque-tanques, terminales portuarias y otras fuentes relacionadas con el transporte	2 100 000
Descargas fluviales y urbanas	1 900 000
Precipitaciones atmosféricas	600 000
Emanaciones naturales	600 000
Desechos Industriales	300 000
Desechos Urbanos	300 000
Refinerías de Petróleo Litorales	200 000
Pozos de Extracción en Plataforma Continental o próximas al litoral	100 000
	-----
T O T A L	6 100 000

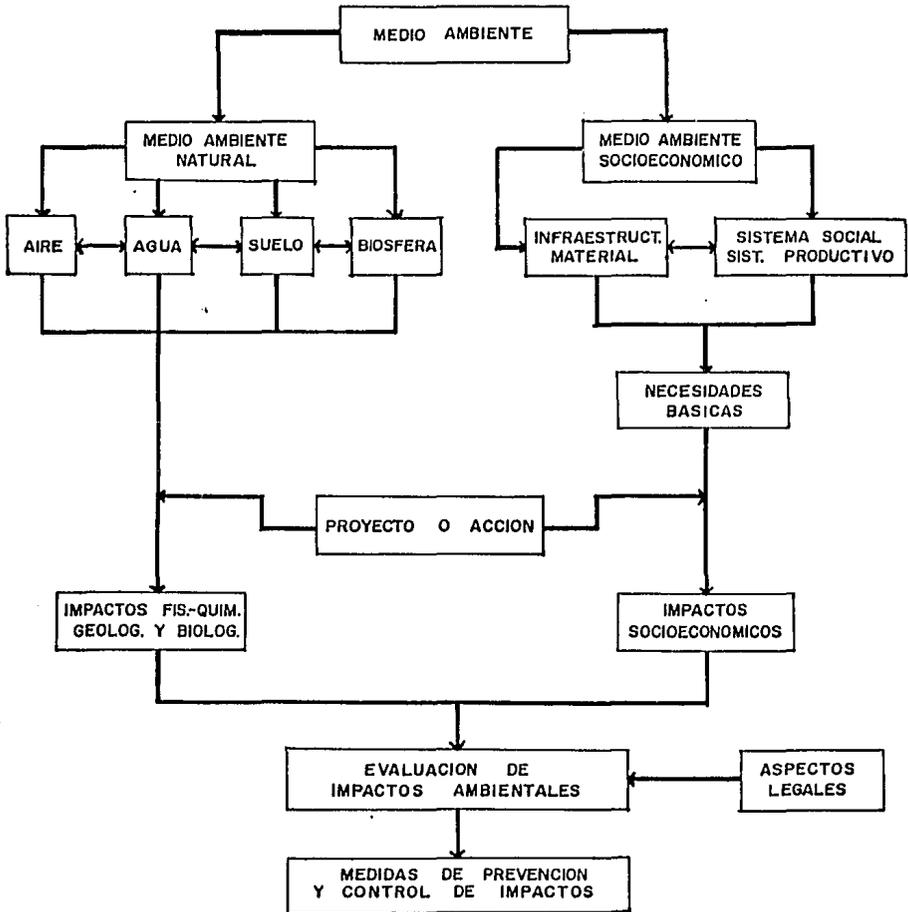
Fuente: Olivier, S. Raúl Ecología y Subdesarrollo en América  
Latina. Edit. Siglo XXI p. 163.

CUADRO II COMPROMISOS DE PETROLEOS MEXICANOS EN MATERIA DE  
EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCARGAS  
RESIDUALES

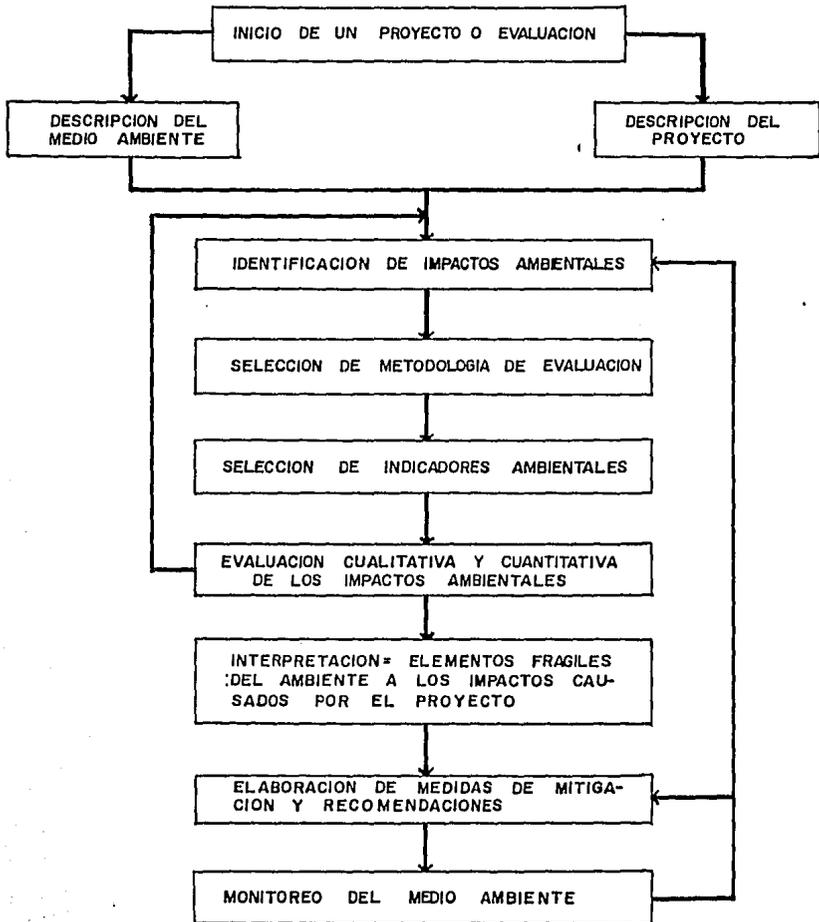
CONCEPTO	COMPROMISOS
Evaluación de Impacto Ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Elaboración de Cartera de Proyectos y Presentación a la Autoridad con: Informe Preventivo e Informe Preliminar de Riesgo.</li> <li>. A solicitud de la Autoridad presentar Manifestación de Impacto Ambiental (General, Intermedia o Especifica).</li> </ul>
Control de la Contaminación del Agua. (Descargas residuales).	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Tramitar ante SARH el permiso de descarga de aguas residuales.</li> <li>. Tramitar ante Instituto Nacional Ecología (INE) la fijación de condiciones particulares de descarga.</li> <li>. En el caso de descargas al mar, se solicitará permiso al INE y a Marina.</li> <li>. Muestrear y analizar las descargas y reportar resultados de análisis a las autoridades federales.</li> <li>. Evaluar los cuerpos receptores de aguas residuales.</li> <li>. Construir Sistemas de Tratamiento considerando el reuso de las aguas residuales.</li> <li>. Cumplir con las normas técnicas ecológicas.</li> <li>. Pagar a Comisión Nacional del Agua, el derecho por descarga de aguas residuales.</li> </ul>

Elaboró: M. Galván.

**FIGURA 1 EL MEDIO AMBIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES**



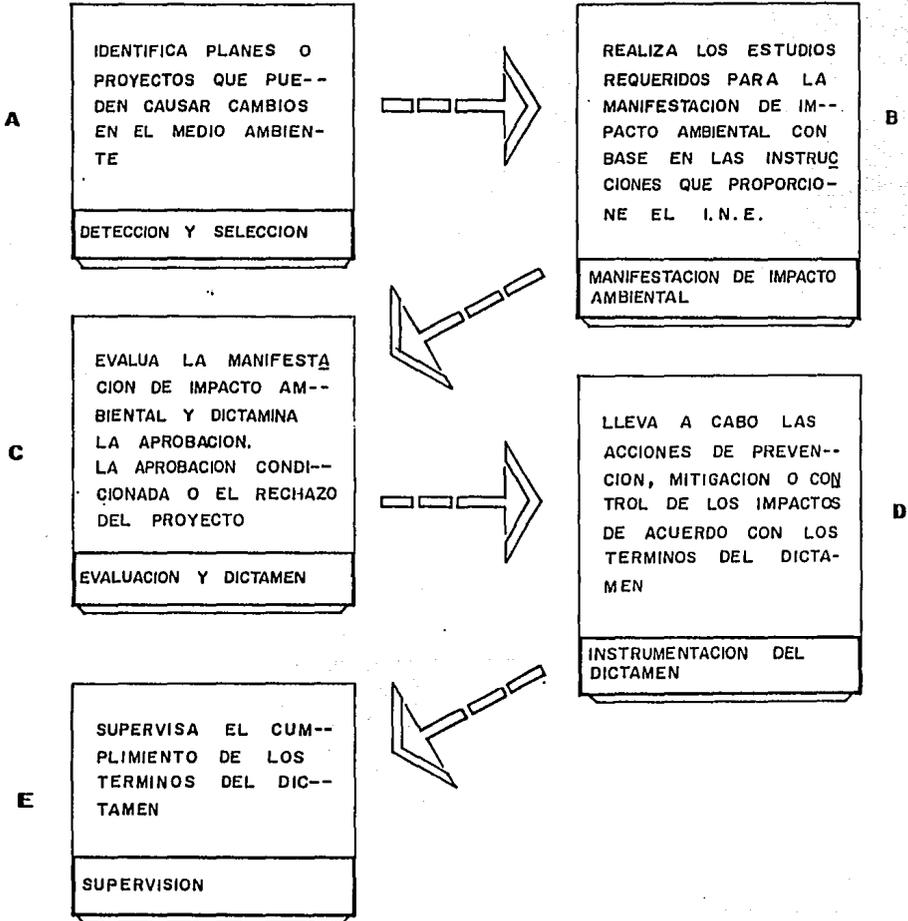
**FIGURA 2 PASOS CONSECUTIVOS EN LA EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES**



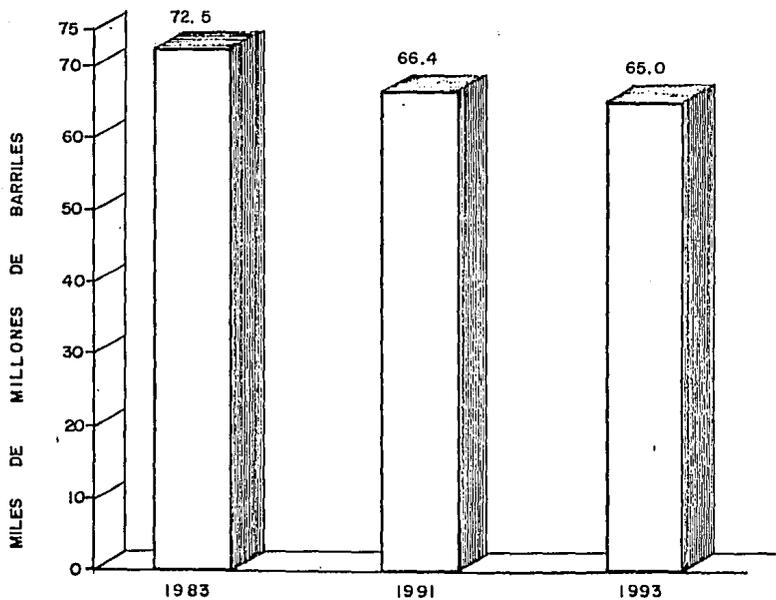
**FIGURA 3 PROCEDIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL**

ACCIONES A CARGO DEL  
INSTITUTO NACIONAL DE  
ECOLOGIA (SEDESOL)

ACCIONES A CARGO  
DEL RESPONSABLE



**FIGURA 4 RESERVAS PROBADAS DE HIDROCARBUROS EN MEXICO (1983-1993)**



GRAFICAS ELABORADAS EN BASE A DATOS DE :

COVANTES HUGO "La Exploración Petrolera en México"  
PETROLEOS MEXICANOS "Informe de Labores 1992"

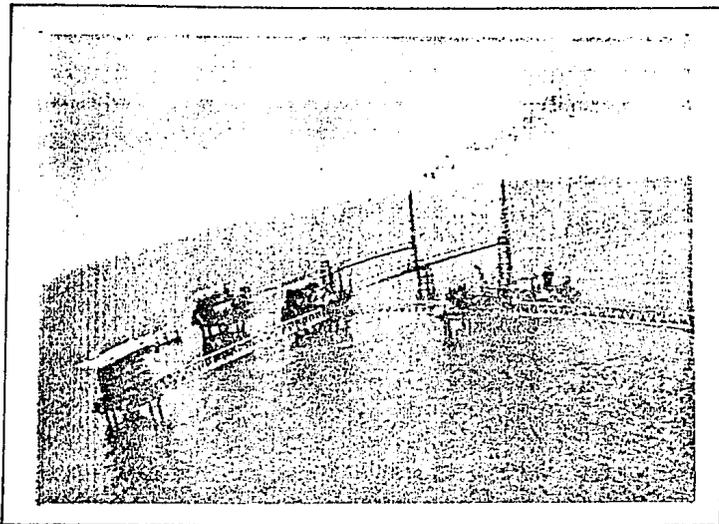


Foto 1.- A pesar de su importante contribución a la producción petrolera, en la Sonda de Campeche se han producido graves derrames de crudo.

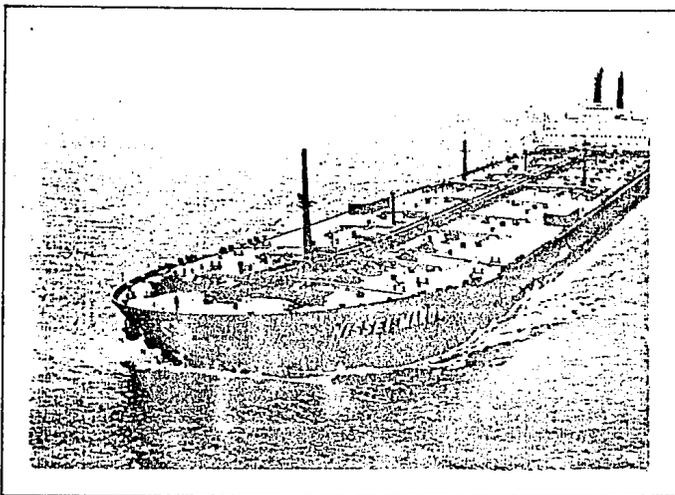


Foto 2.- La transportación marítima de los productos petroleros sigue siendo un riesgo potencial para los ecosistemas marinos.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

## CAPITULO 1

- (1) Instituto Mexicano del Petróleo "Metodologías para elaborar Evaluaciones de Impacto Ambiental" I.M.P. Sub. Desarrollo Profesional, México D.F., 1991. p.30
- (2) Ibid p.30
- (3) Citado por Olivier S. Raúl "Ecología y Subdesarrollo en América Latina" Edit. Siglo XXI México (1983) p.19
- (4) Secretaria de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE) "La aplicación del Procedimiento de Impacto Ambiental en La Evaluación de Actividades con Elevado Potencial de Riesgo". Serie: Impacto Ambiental No. 2 México (1989) p. 6
- (5) Quadri Gabriel "Sedesol: ya no hay excusas" en El Nacional México D.F. 30 mayo 1992. p.8
- (6) SEDUE op.cit p.7
- (7) Quadri op.cit. p.8
- (8) Puente S. "Según Reyes Luján la contaminación no debe provocar alarma" en El Universal Gráfico México D.F. 31 marzo 1993.
- (9) Meza A. "Compromiso de la UNAM conservar el Medio Ambiente" en Ovaciones 2a. Edic. México D.F. 24 junio 1992.
- (10) Toledo A. (et.al.) "Petróleo y Ecodesarrollo en el SE de México" Centro de Ecodesarrollo CONACYT México (1982) p.109
- (11) García L. "La Ciencia y su Impacto en la Industria Petrolera" en Apuntes de Extensión Académica No. 11 "Petróleo" UNAM México (1983) p.28
- (12) Covantes Hugo "La Exploración Petrolera en México" en Nosotros los Petroleros (No. 113 marzo-abril 1991) p.38
- (13) García L. op. cit. p.34
- (14) Quadri Gabriel "La lección de Guadalajara" en El Nacional México D.F., 25 abril 1992.
- (15) Toledo A. op. cit. p.108

## CAPITULO 2: COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE.

A través de este segundo capítulo se conocerá la estructura y funcionamiento de este Centro de trabajo de Petróleos Mexicanos, subrayando su importancia regional y nacional, en cuanto a la producción y distribución de petroquímicos básicos.

Se incluye un análisis que comprende desde el surgimiento del área industrial en la región, sus años de auge, hasta las acciones federales de los últimos años para la privatización de las entidades paraestatales.

Ecología y producción, tratados en el último punto, son considerados en este Complejo, aunque no con un similar nivel de atención y asignación de financiamiento.

### 2.1. Establecimiento del Area Industrial Minatitlán-Coatzacoalcos

Si bien Minatitlán-Coatzacoalcos es una de las más antiguas regiones petroleras de México, es únicamente a principios de los años sesenta cuando se produce su crecimiento explosivo, con el establecimiento de los grandes complejos petroquímicos. Es conveniente, sin embargo, revisar los antecedentes históricos del área e ir siguiendo su desarrollo industrial.

En 1882 el gobierno porfirista firmó un contrato con la compañía inglesa Pearson and Son Limited, para la construcción del ferrocarril del Istmo de Tehuantepec y de los Puertos de Salina Cruz, Coatzacoalcos y Veracruz, obras inauguradas en 1907; ello dio gran auge a la región, sobre todo en cuanto a tráfico internacional, pues aún no operaba el canal de Panamá, inaugurado hasta 1913. Weetman Dickinson Pearson fue quien inició la perforación de pozos en la Congregación de San Cristóbal, en el Municipio de Minatitlán, la primera producción comercial fue de 260 barriles de petróleo al día.

A principios de siglo, Pearson se asoció con la Shell Transport y la Royal Deutch para crear la compañía El Águila, S.A., la empresa extranjera más poderosa que operó en el país hasta la nacionalización petrolera (1).

Para mediados de los años veinte Coatzacoalcos contaba con poco más de 7000 habitantes y Minatitlán alrededor de 10, 000. Con la expropiación petrolera en 1938 y el periodo de reestructuración de la industria, en los años cuarenta y cincuenta ambas ciudades apenas se destacaban entre otras de mayor crecimiento en la República.

Es en los años sesenta cuando mediante grandes inversiones, el Gobierno Federal desarrolla la infraestructura en esta región para la industria petrolera y petroquímica básica.

Cambios rápidos, profundos y de efectos sociales, políticos y ecológicos muy severos, caracterizaron los años 1960-70; esta primera gran época de auge contaba ya con la modernización de la Refinería de Minatitlán, el funcionamiento del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, el Complejo Industrial y posterior Terminal Marítima de Pajaritos, cerca de Coatzacoalcos; poco después funcionarían los importantísimos Complejos de La Cangrejera y Morelos.

Todo ese desarrollo regional se vió apoyado por la apertura de las grandes carreteras del Golfo y del Istmo; la construcción del puente Coatzacoalcos I y la rehabilitación del Ferrocarril del Sureste.

Con el programa petrolero emprendido en 1977, mediante inversiones masivas estimadas en sus inicios en 15 mil millones de dólares, se inició el despegue industrial de la zona. Se propuso entonces incrementar de modo sustancial las actividades exploratorias del crudo, alcanzar un nivel de producción de 2.75 millones de barriles diarios; sextuplicar la capacidad de las plantas petroquímicas que entonces era de 3.7 millones de toneladas al año; duplicar la capacidad de refinación y procesamiento de gas y mejorar la eficiencia del sistema de transporte (2).

La producción de materias primas básicas derivadas del petróleo, atrajo a diversas industrias de propiedad privada y entidades paraestatales, creándose en realidad, un corredor industrial formado por las ciudades de Coatzacoalcos, Minatitlán y Cosoleacaque (ver foto 3).

Fuertes impactos socioeconómicos se produjeron, ya que este espectacular crecimiento industrial, provocó la llegada de miles de trabajadores de diferentes regiones del país y aumentó los centros urbanos de área. El número de habitantes de Coatzacoalcos y Minatitlán aumentó en 20 y 15 veces, respectivamente en el breve lapso de dos decenios (3).

En lo que respecta al medio natural, el establecimiento del área industrial modificó el equilibrio ecológico al realizar acciones como: desecamiento y relleno de pantanos; habilitación de dársenas para el movimiento portuario en la Terminal de Pajaritos, lo cual eliminó las funciones ecológicas de la laguna original; uso de corrientes de agua para abastecimiento industrial, entre otras. Por otro lado, la operación de las plantas industriales volvió sistemáticas las descargas de sustancias tóxicas en el estuario del río Coatzacoalcos.

La peligrosa cercanía de las plantas industriales con las áreas habitacionales la convirtió, casi de inmediato, en una zona de alto riesgo.

Gracias a programas federales de industrialización, que incluían reducción de impuestos y créditos fiscales sumamente importantes, para fines de los setenta y principios de los ochenta ("boom petrolero") se establecen nuevas industrias, sobre todo de capitales privados nacionales asociados con empresas extranjeras, como Tetraetilo de México, Sales del Istmo, Tereftalatos Mexicanos, Celanese Mexicana, Fenoquimia, Sosa de Tehuantepec e Industrias Resistol.

De esta época data el tramo de la autopista Minatitlán a Villahermosa (con el espectacular puente Coatzacoalcos II) de la supercarretera Veracruz-Villahermosa inaugurado en 1980.

El transcurrir de la década de los ochenta, se caracterizó por los vaivenes propios del mercado petrolero mundial así como por las agudas crisis financieras del gobierno; al final de la década la región vio disminuir la construcción de plantas industriales, con excepción de algunas como la de Propileno en el Complejo Morelos, producto en el que el país era altamente deficitario.

Este gran Complejo Industrial sigue siendo el más importante de México y uno de los mayores de América Latina; genera un 80% de la producción nacional de petroquímicos básicos y comprende la red de ductos más importante del país.

En la actualidad, a casi cien años de historia industrial en la región, los años noventa están muy lejos de los boyantes tiempos de los setenta, y en los últimos cinco años Minatitlán y Coatzacoalcos, han sido testigos de trascendentes sucesos como:

- 1.- La fuerte caída del poder sindical, tan arraigado en las zonas petroleras.
- 2.- La privatización de empresas paraestatales y las crecientes inversiones privadas en el sector petroquímico.
- 3.- El aparente fin de los programas de desarrollo industrial en la región, ilustrado con la reducción al mínimo de las funciones de la otrora poderosa Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras de Petróleos Mexicanos.
- 4.- El despido masivo de miles de trabajadores petroleros.
- 5.- El traslado a Coatzacoalcos de la sede de PEMEX Petroquímica (marzo 1993), parece ser un aspecto positivo para la región, aunque de incierto pronóstico.

Más adelante, en este mismo capítulo, abundaremos sobre los aspectos de privatización.

Este breve análisis de evolución del área industrial, es el preámbulo para dar paso al estudio particular del Complejo Petroquímico Cosoleacaque como Centro de Producción.

## 2.2 Complejo Petroquímico Cosoleacaque: Unidades de Producción.

El Complejo Petroquímico Cosoleacaque, situado en el sur de Veracruz, ocupa una superficie de 78 hectáreas y se encuentra localizado en el Km. 22.8 de la carretera Transistmica (Coatzacoalcos-Salina Cruz) en los límites de los municipios de Minatitlán y Cosoleacaque (ver figura 5).

La zona industrial a la que pertenece se localiza en las llanuras de la margen izquierda del río Coatzacoalcos.

Este Centro de Trabajo de Petróleos Mexicanos, tiene como actividad la elaboración de Amoniaco principalmente, además de Acrilonitrilo, Paraxilenos e Hidrógeno.

El Complejo inició sus operaciones en 1962 con una pequeña planta con capacidad para producir 200 toneladas diarias de amoniaco. Oficialmente, el C.P. Cosoleacaque fue inaugurado por el entonces Presidente Díaz Ordaz, el 18 de marzo de 1968, al entrar en servicio la planta de Amoniaco No. 2 con una capacidad de 300 000 ton/anales (4).

Cosoleacaque es considerado, en la actualidad, uno de los centros productores de amoniaco, más importantes del mundo.

El amoniaco, obtenido en la industria del petróleo a través de la síntesis del hidrógeno y del nitrógeno, es un gas incoloro, un poco más ligero que el aire, de olor pungitivo, irritante; se condensa rápidamente hacia la forma líquida. Como gas es licuable por compresión y almacenado o transportado en cilindros de acero o carros tanque.

Utilizado principalmente por la industria de los fertilizantes para la elaboración de nitrato y sulfato de amonio, urea y fosfato, el amoniaco se emplea también como fertilizante directo. Otros usos se derivan igualmente de él, para producir nylon, acrilonitrilo, ácido nítrico, productos aprovechados en la industria textil, farmacéutica y de colorantes.

El Complejo está integrado por seis plantas productoras de Amoniaco (7,500 ton/día); una planta de Acrilonitrilo, una de cristalización e isomerización de Paraxileno, y una más de Hidrógeno (ver cuadro III).

Para su producción estas nueve plantas reciben su materia prima del gas natural producido en los yacimientos petroleros de la Zona Sur, y de los productos de las plantas de la Refinería Lázaro Cárdenas en Minatitlán (ver figura 6).

Lo anterior, pone de relieve, la importancia de este Centro de Producción, pero sin duda, ésta se amplifica mediante la red de ductos para la distribución de petroquímicos hacia otras regiones del país.

### 2.3 Distribución de Productos: Ductos Petroquímicos y Mantenimiento

Para el manejo y distribución del Amoniaco dentro del perimetro del C.P. Cosoleacaque, se dispone de dos estaciones de bombeo y dos áreas de almacenamiento: una en el área norte con capacidad para manejar 6,000 tons/día y cuatro esferas para almacenar 7,000 toneladas; en el área sur pueden almacenarse 3,000 toneladas (ver figura 7).

La zona de influencia del C.P. Cosoleacaque comprende básicamente: (ver figura 8).

- A) La vertiente del Golfo de México.
- B) La vertiente del Pacifico.
- C) El centro del país.

Para el exterior de las instalaciones, el C.P. Cosoleacaque cuenta con una red de ductos que suministran el producto a los siguientes lugares (ver relación completa de ductos en cuadro IV)

- Plantas de Fertimex en Minatitlán, Coatzacoalcos y Pajaritos.
- Refinería de Minatitlán.
- Terminal de Pajaritos.

Tanto de Pajaritos como de Minatitlán, se transporta el amoniaco por vía marítima a Ciudad Madero, Tamps., para abastecer el consumo de la vertiente del Golfo de México.

Por otra parte, se envía un volumen importante, por un amoni ducto a la Terminal Marítima de Salina Cruz, Oax., de la cual se abastecen las terminales de Topolobampo, Sin., y Guaymas, Son., que cubren la demanda de la vertiente del Pacifico (5).

Las operaciones de embarque para exportación se efectúan en las Terminales Marítimas de Salina Cruz y Pajaritos, y de ahí hacia los mercados internacionales de Estados Unidos, Suramérica y Europa (6).

El centro del país, es abastecido de la producción del Complejo mediante autotanques. Para mejorar la red de distribución en el país, se tiene en proyecto la construcción de un amoni ducto de 12 pulgadas de diámetro que, partiendo del C.P. Cosoleacaque y con una extensión de 1,100 Kms. llevará amoniaco hasta Guadalajara cubriendo así las necesidades del Bajío; dicho ducto contará con ramales que proporcionarán el producto a las áreas agrícolas comprendidas en su trayecto.

Reviste especial interés, mencionar algunos comentarios referentes a la seguridad y mantenimiento de los ductos; en estos aspectos, parece haber coincidencia general en señalarlos como uno de los rubros más deteriorados en cuanto a asignación de recursos por parte de Petróleos Mexicanos (se calcula una disminución de 35% en gastos de mantenimiento de 1980 a 1987).

Si bien los ductos se construyen con materiales de calidad (de acuerdo al tipo de producto o efluente que conduzcan pueden ser de acero al carbón, fibra de vidrio, etc.), la acción corrosiva, la presión y velocidad de conducción provocan, aunado a la falta de reconocimientos a las líneas, desgastes que pueden causar fugas posteriores.

En reconocidos estudios al respecto, el investigador de la UNAM, Fabio Barbosa, señala por ejemplo, serios déficits en protección de corrosión interna a ductos, calculados en un 80% (7).

Una aseveración clave que consigna el mismo investigador es que "PEMEX cuenta con una de las tecnologías más modernas del mundo, al grado que emplea un sistema computarizado mediante el cual mide flujos, temperaturas, presiones y volúmenes de líquidos que corren por las distintas tuberías, bombeados de una terminal a otra... Lo grave es que esta tecnología sólo es utilizada por PEMEX en tres puntos privilegiados del sistema petrolero nacional: la Sonda de Campeche, el área Chiapas-Tabasco y el Puerto Petrolero del Pacífico" (8).

Lo anterior significa que la empresa dedica su alta tecnología a las zonas de exportación, en tanto que la infraestructura terrestre, orientada al abastecimiento interno se encuentra seriamente desgastada y abandonada.

Esta situación, lamentablemente comprobada con la tragedia de Guadalajara (abril 1992), precipitó también la asignación de contratos de diagnóstico y mantenimiento de ductos a la empresa Bechtel, en franco reconocimiento a lo aquí expuesto.

## 2.4 Privatización de los Centros Petroquímicos de PEMEX.

Bajo un punto de vista geográfico, el estudio --en este caso concreto-- de un centro industrial, no debe limitarse a una descripción técnica de su capacidad instalada o a señalar el tipo de plantas con las que cuenta, sino que debe tratar de explicar el contexto global en el cual opera, es decir las condiciones del mercado en el sector de la petroquímica.

Es por ello conveniente, en este capítulo, referirse al tema de la privatización petroquímica en nuestro país, que definirá próximamente el futuro de la industria de derivados petroleros (ver foto 4).

Es bien conocido que la producción de la petroquímica básica nacional está reservada para el Estado Mexicano (Art. 27 y 28 Constitucional), mientras que en la petroquímica secundaria sí pueden intervenir empresas privadas. Sin embargo, esta prohibición a la inversión privada en el sector se elude mediante ciertos argumentos como estos.

Desde la administración del Presidente de la Madrid, la industria petroquímica básica ha visto disminuir paulatinamente el número de sus productos, los que de manera natural, han pasado a formar parte de la lista de secundarios, los que son factibles de manufacturar por empresas privadas. En este régimen se redujo de 70 a sólo 20 el número de petroquímicos básicos (9).

En el actual Gobierno del Presidente Salinas, el número de básicos se ha reducido de manera drástica, por lo que la última reclasificación reserva a Petróleos Mexicanos la exclusividad para únicamente dos productos considerados primarios: nafta y gas natural (10).

Estas nuevas clasificaciones de petroquímicos han llegado al extremo de que casi todos los productos de una planta industrial como Pajaritos, Morelos o Cosoleacaque, están clasificados como petroquímicos secundarios por lo cual es posible vender la planta o el Complejo entero.

Antes esto no era posible, porque las diferentes clasificaciones entre petroquímicos básicos o secundarios daban por resultado que en una misma planta pero en diferentes fases de proceso, se produjeran petroquímicos de una y otra clasificación con las consecuentes restricciones respecto a la participación de particulares en su producción. Hoy en día, esa circunstancia ya no existe porque finalmente sólo quedan como básicos dos productos cuando originalmente estaban considerados setenta. Por eso "técnicamente" no existen impedimentos para proceder a la desincorporación de plantas completas (11).

Si bien el gobierno argumenta que estas modificaciones se deben a la rapidez tecnológica con que se desarrolla la industria petroquímica y subraya que se trata de una medida estrictamente técnica y administrativa, lo cierto es que significa una decisión política-financiera, ya que PEMEX

dadas sus dificultades económicas para desarrollar sus programas en este sector necesita atraer mayor inversión extranjera.

Sin embargo, la reclasificación no ha sido, hasta el momento, suficiente para incentivar la inversión privada; en ese sentido con la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) los industriales de Estados Unidos y Canadá se han pronunciado por eliminar limitaciones sobre inversiones extranjeras en México, lo cual les representaría garantías tanto jurídicas como de suministro de materias primas.

Otras razones que explican el desinterés de inversiones son la sobresaturación de plantas petroquímicas a nivel mundial, el costo de la tecnología y la necesidad de competir con otros bloques económicos.

La Secretaría de Hacienda ya ha realizado algunas estimaciones para fijarle precio a las plantas petroquímicas, y se comenta que posiblemente en este mismo año se pudiera dar a conocer la decisión y las condiciones ("paquetes") en que se desincorporarían las diferentes unidades.

La venta de plantas petroquímicas tiene un agravante más, pues las compañías interesadas son la Shell, la Chevron y la British Petroleum entre otras, lo que de hecho significa de nueva cuenta la participación extranjera en la industria petrolera; ello ha causado profunda indignación en medios petroleros.

Por otra parte, la política de privatización de diversas áreas de Petróleos Mexicanos con los consiguientes despidos de personal (más de 100 000 trabajadores despedidos en el último año y medio a través de oscuros manejos sindicales del contrato colectivo de trabajo) ha presionado severamente a la población de las regiones petroleras como Minatitlán-Coatzacoalcos. El conocimiento de las intenciones de PEMEX de vender las plantas de etileno del Complejo Morelos en Coatzacoalcos y las plantas de amoníaco en Cosoleacaque ha provocado en la zona un clima de inseguridad laboral desconcertante.

## 2.5 Producción y Ecología en el C.P. Cosoleacaque.

Para finalizar este capítulo dedicado al Complejo Petroquímico Cosoleacaque, es oportuno mencionar algunos conceptos respecto a la relación producción-ecología en el sentido de la atención con que se consideran ambas en grandes centros industriales como éste.

De manera general y tomando en cuenta la economía de mercado que domina las actividades industriales en nuestro país, es claro que los criterios de utilización de los recursos naturales están orientados para maximizar la producción, lo cual en muchas ocasiones ha ocasionado efectos adversos con implicaciones ecológicas, sociales, etc.

En esta situación el crecimiento económico y el desarrollo industrial constituyen un "mal necesario" que la sociedad debe aprender a manejar para minimizar sus efectos, a través de estudios profundos de todas las facetas ambientales que implican los procesos productivos.

La actividad industrial --sobre todo de sectores estratégicos como la petroquímica-- tendrá que continuar, ya que los recursos naturales forman la base material para el desarrollo; por lo tanto la protección al medio ambiente no se logrará por el repudio a toda actividad industrial, sino más bien a través de la elección racional de su localización y el uso de modernas tecnologías que permitan atenuar su impacto sobre el ambiente.

Modernas posiciones de los expertos en ecología se han pronunciado por una comprensión integral del medio y de la actividad económica. Es así que se desarrollan conceptos como el Ecodesarrollo y más recientemente el de Desarrollo Sustentable, el cual implica no comprometer el sustrato biofísico que lo hace posible, de tal forma que se transmita a las generaciones futuras un acervo de capital ecológico igual o superior al que ha tenido en disponibilidad la población actual.

El Desarrollo Sustentable propone que todas las funciones ambientales permanezcan en disponibilidad operativa a lo largo del tiempo (12).

Se trata entonces de analizar la relación producción-ecología no como conceptos antagónicos del todo, sino bajo una comprensión integral que defina los ritmos particulares con las que ambas se manifiestan.

En particular para la industria petrolera, a pesar de aspectos adversos de orden financiero que limitaron su crecimiento Petróleos Mexicanos logró avances de producción sumamente importantes en la petroquímica en el quinquenio 1987-91 (ver fig. 9).

Pero actualmente no puede hablarse de una actividad industrial de Petróleos Mexicanos sin tomar en cuenta los efectos ecológicos que se derivan de ella; en efecto, la empresa canaliza gran cantidad de inversiones en obras de

protección ambiental y destina también recursos técnicos, humanos y políticos para estos fines.

El propio Presidente Salinas, en el LV Aniversario de la Expropiación Petrolera señaló al respecto: "El compromiso de PEMEX con la ecología es ya consustancial a su operación. La modernización de Petróleos Mexicanos genera compromisos más vigorosos para el desarrollo de una industria petrolera nacional comprometida con el entorno y el ambiente...si exigimos hermanar crecimiento y ecología en todo el aparato productivo, PEMEX sin duda estará a la vanguardia. La inversión ecológica directa de Petróleos Mexicanos superará este año en 22% la del año anterior y la de conservación y mejoramiento de infraestructura se incrementa en más de 80% respecto al presupuesto anterior" (13)

No pueden negarse, en definitiva, las actividades de protección ambiental que realiza Petróleos Mexicanos, aunque es evidente que se enfrentan a serias dificultades, sobre todo por la velocidad de ejecución de los programas de expansión (comentados ampliamente en el punto 2.1) y también debido a que el área de influencia de las instalaciones se encuentra sumamente deteriorada.

En el caso concreto del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, en cuanto a Producción los programas operativos dirigidos a elevar el rendimiento productivo de sus instalaciones dieron como resultado que en 1991 se alcanzara una producción anual récord de Amoniaco con 2 344 942 toneladas y un aprovechamiento de capacidad instalada de un 97.4%. El volumen de Amoniaco obtenido permitió cubrir durante 1991 la demanda nacional y exportar 550 mil toneladas, es decir, casi un cuarto de la producción. (14)

En cuanto a las acciones que se realizan en el C.P. Cosoleacaque en favor de la Protección Ambiental, tiene una gran importancia los procesos de limpieza de aguas residuales. Para ello, se terminó en 1992 el proyecto "Sistema de Tratamiento de Efluentes" el cual neutralizará y amortiguará el efecto contaminante de las aguas ácido-alcalinas resultantes de los procesos de producción del Complejo, y las enviará hacia el pantano "Las Matas". Este proyecto es parte fundamental de los objetivos de este trabajo por lo que se detallará en el Capítulo No. 4

En resumen, el desarrollo industrial en esta región -- a pesar de su alto potencial adverso --, se ha visto apoyado por el Capital Nacional y en función de un Mercado Energético Mundial que define áreas de producción estratégicas, como lo es la Petroquímica. Por otro lado, la atención a los problemas ecológicos, a pesar de ser una necesidad insoslayable y que incluso cuenta ya con una serie de implicaciones jurídicas y financieras, no tiene hasta el momento un ritmo similar en asignación de presupuesto, y en consecuencia se encuentra lejana aún la compatibilidad integral entre Industria Petrolera y Ecología.

CUADRO III UNIDADES DE PRODUCCION DEL COMPLEJO  
PETROQUIMICO COSOLEACAQUE.

PRODUCCION	VOLUMEN ANUAL
AMONIACO	2 400 000 TON.
ACRILONITRILO	24 000 TON.
PARAXILENOS	38 000 TON.
HIDROGENO	15 000 TON.
SUBPRODUCTOS	
BIOXIDO DE CARBONO	3 040 000 TON.
ACIDO CIANHIDRICO	3 750 TON.
SULFATO DE AMONIO	9 400 TON.

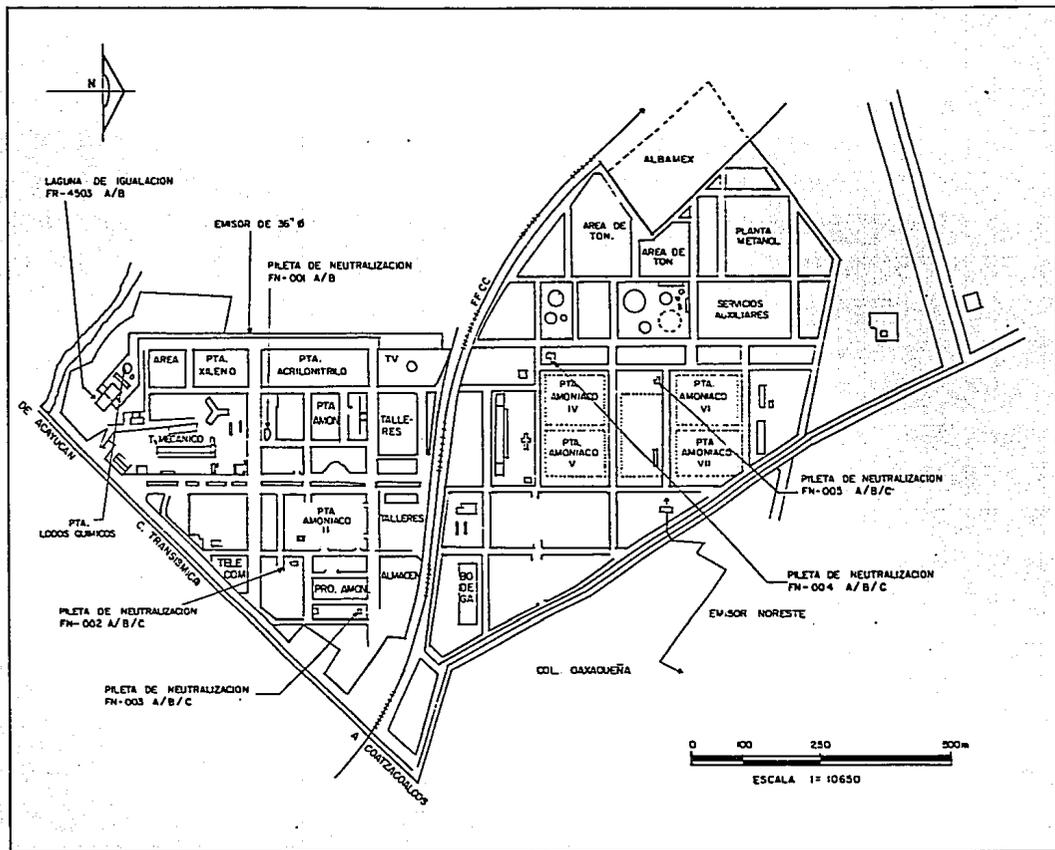
Fuente: Petróleos Mexicanos S.P.C.O. Unidad de Protección Ambiental Z.S. (1990) "C.P. Cosoleacaque: conformación y obras en construcción".

CUADRO IV DUCTOS PETROQUIMICOS CON ORIGEN EN EL  
C.P. COSOLEACAQUE.

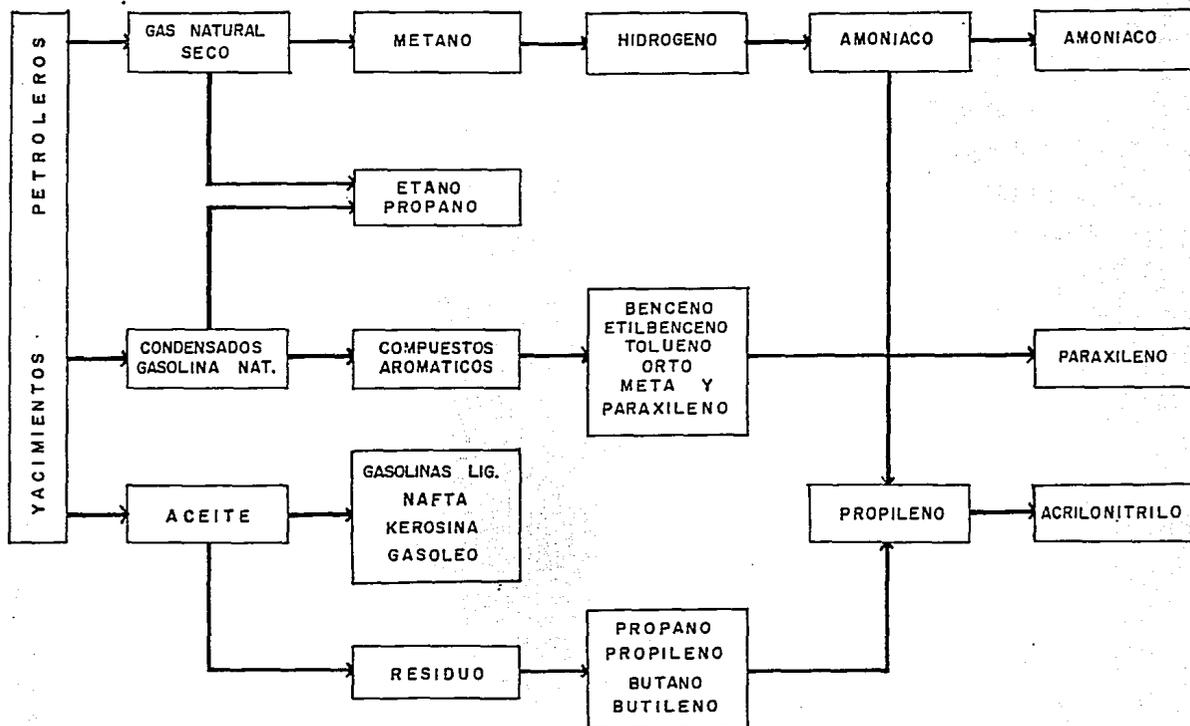
PRODUCTO	DESTINO	DIAM. PULG.	LONG. KM.
AMONIACO	T.R. SALINA CRUZ	10	250.0
	T.R. PAJARITOS	10	27.0
	REF. MINATITLAN	6	14.0
	FERTIMEX MINA.	6	0.5
	FERTIMEX COATZA.	3	13.0
BIOXIDO DE CARBONO	C.P. CANGREJERA	6	27.0
	LIQUID CARBONIC	10	0.6
	FERTIMEX MINA.	10	0.6
	" "	3	0.8
	" "	24	0.5
	LIQUID CARBONIC	14	0.6
	CO2 MEXICO	10	0.6
FERTIMEX PAJARIT.	24	27.0	
INFRA	10	0.4	
HIDROGENO	REF. MINATITLAN	6	12.2
PARAXILENO	TEREFTALATOS	6	5.0
	REF. MINATITLAN	3	13.0
AROMATICOS PESADOS	REF. MINATITLAN	3	12.0
ACRILONITRILO	C.P. PAJARITOS	4	27.0
ACIDO CIANHIDRICO	ALBAMEX	6	3.0
	FENOQUIMIA	6	3.0

Fuente: Petróleos Mexicanos Memoria de Labores 1991.

FIGURA 5 LOCALIZACION Y PLANTAS DEL C.P. COSOLEACAQUE, VER.

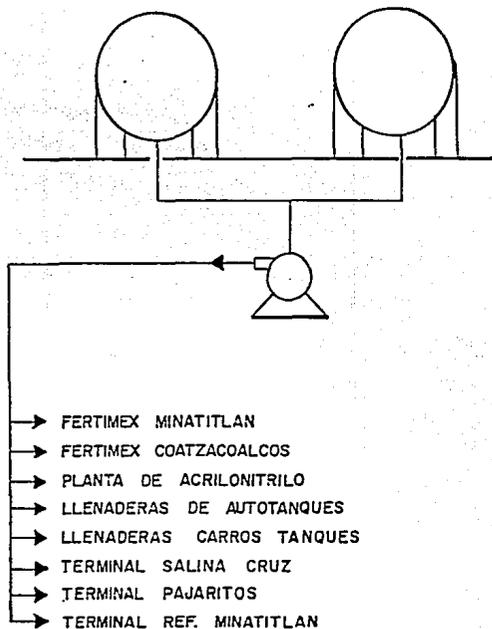


**FIGURA 6 OBTENCION DE MATERIAS PRIMAS PARA ELABORACION DE AMONIACO, PARAXILENO Y ACRILONITRILO**



**FIGURA 7 DISTRIBUCION DE AMONIACO  
CASA DE BOMBAS DEL COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE**

AREA SUR (PLANTAS II, III)  
2 ESFERAS DE 1500 TONS. %u



AREA NORTE (PLANTAS IV a VII)  
4 ESFERAS DE 1750 TONS. %u

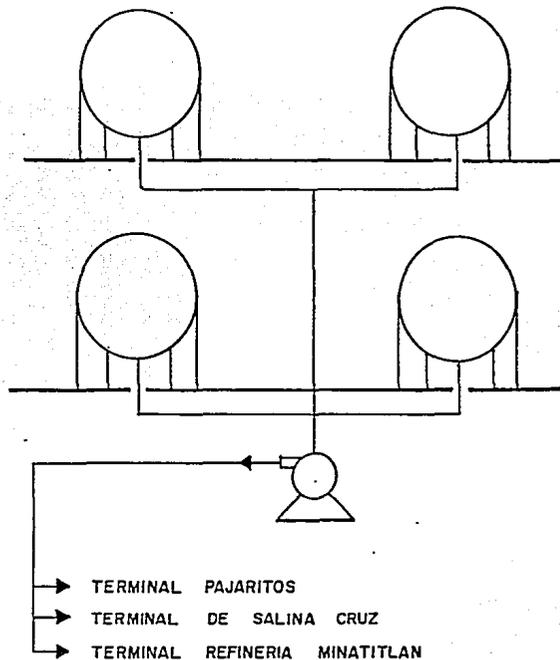
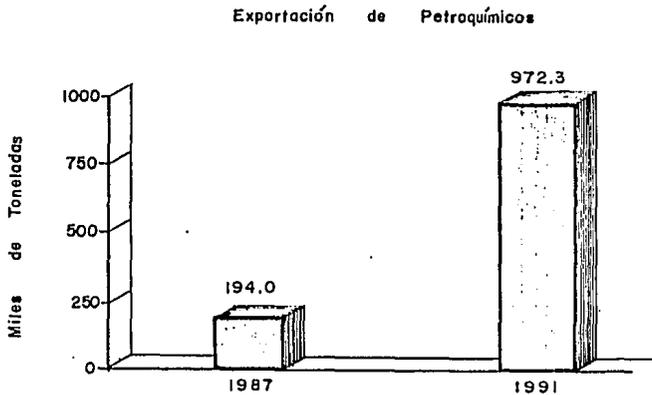
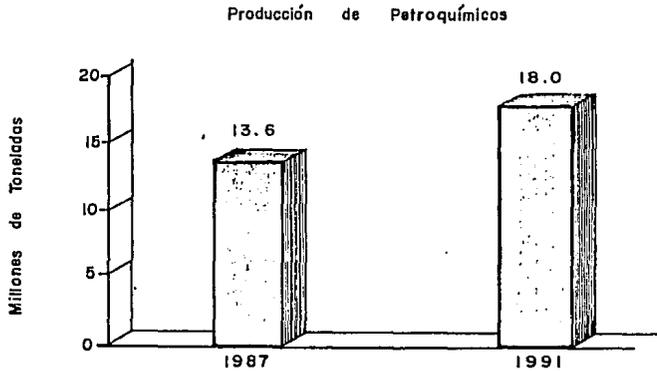


FIGURA 8 CENTROS PRODUCTORES Y TERMINALES MARITIMAS DE AMONIACO EN MEXICO



**FIGURA 9    PETROLEOS MEXICANOS = INCREMENTOS EN EL SECTOR PETROQUIMICO**



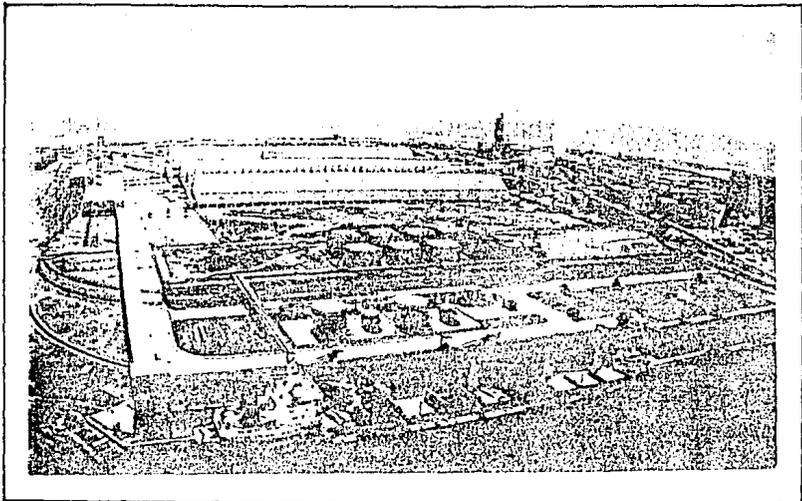


Foto 3.- La operación de las plantas petroquímicas produjo en la región el establecimiento de industrias tanto privadas como paraestatales. En la foto, instalaciones de Fertilizantes Mexicanos.

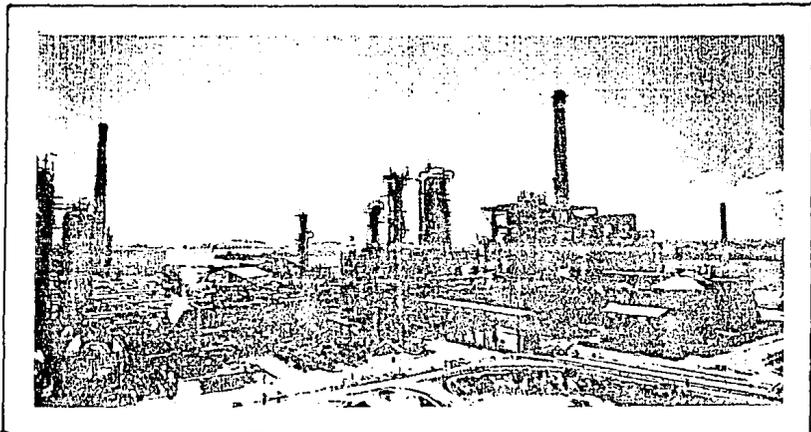


Foto 4.- Los procesos de desincorporación de las plantas petroquímicas permitirán la inversión privada y extranjera en sectores anteriormente vedados.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

## CAPITULO 2

- (1) Ramírez Ignacio "Con el boom petrolero estalló Coatzacoalcos" en Proceso No. 484 México D.F. 10 Febrero 1986 p. 12.
- (2) Ibid p. 12
- (3) Toledo A., Botello A. (et al) "La Contaminación en la región del río Coatzacoalcos" en Ciencia y Desarrollo No. 86 (mayo-junio 1989) CONACYT, México p.34
- (4) Petróleos Mexicanos "Complejo Petroquímico Cosoleacaque: Conformación y obras en construcción" PEMEX SPCO Zona Sur (1990) p. 6
- (5) Ibid p. 8
- (6) Covantes Hugo "Producción Récord de Amoniaco" en Nosotros los Petroleros No. 113 (marzo-abril 1991) p.50
- (7) Citado por Acosta (et. al) "La política de achicar a PEMEX aceleró el deterioro de plantas y ductos" en Proceso No. 809 México D.F., 4 de mayo 1992. p.10
- (8) Ibid p. 10
- (9) Morosini Francisco "Más sobre Petroquímica" en Diario del Istmo Coatzacoalcos, Ver. 4 oct. 1991.
- (10) Barranco A. "Petroquímica: Terminó la guerra" en La Jornada México, D.F. 10 febrero 1992.
- (11) Barranco A. "Petroquímica sin adjetivos" en La Jornada México, D.F. 3 marzo 1992.
- (12) Quadri G. "Desarrollo Sustentable: el reto de la nueva SEDUE" en El Nacional México, D.F. 11 abril 1992).
- (13) Davalos R. "Inalterable, la propiedad y control del petróleo: Salinas" en Excélsior México, D.F. 19 marzo 1993.
- (14) Alducín O. "Logró PEMEX récord en la producción de amoniaco en el C.P. Cosoleacaque" en Diario del Istmo. Coatzacoalcos, Ver. 6 febrero 1992.

### CAPITULO 3: ANALISIS AMBIENTAL DEL PANTANO "LAS MATAS" (CUERPO RECEPTOR)

Un completo estudio de las características ambientales del pantano "Las Matas" conforma este capítulo. Incluye comentarios sobre la importancia ecológica de los pantanos y los antecedentes de investigaciones en estas zonas.

Se refiere especialmente al pantano como una alternativa en el tratamiento de aguas de desecho y finalmente analiza el grado de disturbio del área, así como el uso del suelo en sus alrededores; todo ello mediante una investigación de campo que permite comprender la dinámica de este espacio geográfico.

#### 3.1 Importancia Ecológica del Pantano.

Durante mucho tiempo prevaleció el error de considerar a los sistemas pantanosos como un ámbito nocivo para la salud humana y con muy escaso valor comercial y utilización económica; pero esto ha ido cambiando en función de los aportes que la ciencia ha revelado sobre su importancia.

Los pantanos se originan por escurrimiento o filtración de agua en tierras planas y ocupan cuencas someras en planicies costeras bajas, donde la abundancia y el rápido crecimiento de las plantas evita que el agua forme canales.

En la actualidad se sabe que los pantanos son grandes productores de energía, de una importancia tan grande para el mantenimiento de la flora y la fauna en los ambientes acuáticos, como la de las selvas tropicales en los ecosistemas terrestres.

Algunas de las contribuciones más notables de los pantanos son las siguientes:

- a) Tienen gran valor en la regulación del ciclo hidrológico; al atenuar la velocidad de los flujos, los pantanos aumentan el tiempo de residencia del agua en el ecosistema, permiten la recarga de los acuíferos, amortiguan el efecto de las inundaciones, desaceleran la dinámica de los procesos erosivos y crean diferentes nichos ecológicos (1).
- b) En ellos existen procesos de descomposición microbiana tanto en la zona aeróbica (oxigenada) como en la anaeróbica (sin oxígeno); esto produce el reciclaje de gases como el nitrógeno, el carbono, el azufre y el metano hacia la atmósfera.
- c) Se ha demostrado que esa intensa actividad microbiana contribuye a la renovación del ciclo de nutrientes y aporta fertilidad a los ambientes costeros adyacentes a ellos.

En el caso de México se ha estudiado la estrecha relación entre los ricos bancos camaroneros de la Sonda de Campeche con los pantanos de sistema Grijalva-Usumacinta (2).

- d) Debido a sus características ambientales se convierten en trampas de contaminantes de muchas clases: desechos orgánicos, residuos industriales, sustancias químicas procedentes de actividades agrícolas, etc.

En este punto reviste especial interés la capacidad natural de los pantanos para la limpieza de aguas residuales industriales, función cada vez mejor conocida y aprovechada. En este mismo capítulo se ampliará sobre el particular.

- e) En el caso de pantanos no perturbados, representan el hábitat de numerosas especies de insectos, reptiles, anfibios, aves y mamíferos. Son vitales, por ejemplo, para las aves migratorias de diversas regiones del mundo.

Algunas áreas que reúnen estas condiciones son declaradas como reservas ecológicas, tal es el caso en nuestro país de los Pantanos de Centla en el delta del Grijalva-Usumacinta (Tabasco), o los humedales de la reserva de Sian Ka'an (Quintana Roo).

Contrariamente a las especificaciones descritas, ciertas áreas pantanosas como Minatitlán-Coatzacoalcos han sido objeto de un manejo inadecuado que ha limitado gravemente estas funciones ambientales, debido a que en la región han prevalecido intereses industriales-comerciales.

### 3.2 Investigaciones de Pantanos del Sur de Veracruz.

El alarmante potencial de deterioro que presentaba la cuenca baja del río Coatzacoalcos y los pantanos adyacentes en virtud de la entonces explosiva industrialización, produjo las investigaciones pioneras de Halfter y Ochoa en estas áreas hacia 1972. (3)

Trabajos del Instituto Politécnico Nacional a partir de 1973 se orientaron al estudio de la contaminación por metales pesados (plomo) y algunas otras investigaciones como la de Rosas en 1974 a los efectos del mercurio en el ecosistema (4).

Los aspectos bacteriológicos fueron considerados por instituciones como la Universidad Veracruzana y la UNAM.

Por su parte, Petróleos Mexicanos en coordinación con el Instituto Mexicano del Petróleo efectuó en 1983 el estudio "Evaluación de los niveles de contaminación del Río Coatzacoalcos".

Cabe mencionar que todos ellos se referían a la cuenca del Coatzacoalcos, aunque señalaban la importancia del pantano.

Pero sin duda, el proyecto mejor concebido y desarrollado, por la magnitud de esfuerzos de coordinación, el manejo integral de los diversos ecosistemas regionales y la gran especialización científica y técnica empleada, fue la investigación "Medio Ambiente en Coatzacoalcos" (1982-87) realizada por el Centro de Ecodesarrollo dependiente del CONACYT.

Verdadera piedra angular de los estudios ecológicos en general y de esta área en particular, este proyecto abordó cuestiones claves, como la caracterización y niveles de las principales sustancias tóxicas y las fuentes de contaminación industrial, planta por planta; las características hidrológicas del sistema fluvial y su relación con la pesca, la riqueza de los pantanos y los efectos de los metales pesados sobre los seres humanos (5).

Además, investigadores como Botello y Toledo no vacilaron en adoptar una posición crítica, señalando causas y responsables de la degradación ambiental, así como buen número de propuestas y medidas para contrarrestar los desequilibrios; a seis años de su realización si bien las estrategias planteadas no fueron tomadas en cuenta en su totalidad, tampoco puede decirse que resultaron un esfuerzo estéril. Estos estudios, en algunos casos, presionaron al Gobierno Federal a tomar decisiones importantes y localmente contribuyeron, por ejemplo, a la construcción por parte de paraestatales y empresas privadas, de sistemas de tratamiento de desechos.

En cuanto a los pantanos de Minatitlán-Coatzacoalcos el estudio del Centro de Ecodesarrollo recalcó la exportación de nutrientes del pantano hacia el río Calzadas y los análisis efectuados en cuando menos tres puntos del área pantanosa mostraron la presencia muy alta de hidrocarburos saturados e hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH) no biodegradables en su totalidad por los microorganismos (6).

### 3.3 Localización del Pantano "Las Matas".

Con este punto se inicia propiamente la descripción del medio ambiente en el pantano "Las Matas", el cual se verá afectado por las descargas residuales del Complejo Petroquímico Cosoleacaque (Ver Fig. 10).

Los pantanos del área Coatzacoalcos-Minatitlán se extienden en casi todo el trayecto del tramo de la carretera Transistmica que une a ambas ciudades (ver foto 5).

La región de estos pantanos localmente conocida como "Las Matas" se localiza hacia el NE de los suburbios de la ciudad de Minatitlán, Veracruz (ver fig. 11).

Los límites del pantano pueden situarse de la siguiente forma:

- A) Al Norte con la laguna Colorado, laguna Tepache y Río Calzadas (estero del pantano).
- B) Al Sur limita con las colonias suburbanas de Minatitlán como la colonia Congreso y Agustín Melgar.
- C) Al Oriente con el Río Coatzacoalcos.
- D) Al Poniente con los poblados de Mapachapa, Nuevo Carrizal y Santa Fe (7)

En cuanto a la división política-administrativa, el pantano se ubica en el municipio de Cosoleacaque, Veracruz. La extensa superficie cubierta por los pantanos se estima en unas 15 mil hectáreas.

El desecamiento y relleno de estos pantanos permitió en los años sesentas, el asentamiento de la industria petroquímica y asociadas y de inmediato convirtió la zona en un gran vertedero de desechos industriales.

Así, "Las Matas" recibiría los desechos del Complejo y otras industrias, mientras que los vecinos pantanos de "Santa Alejandrina" harían lo propio con los efluentes de la Refinería de Minatitlán.

### 3.4 Medio Físico.

Sumamente perturbado por una actividad industrial masiva y con escaso control ecológico legal, el medio físico del pantano "Las Matas" es la descripción de un espacio geográfico muy diferente a aquellas reseñas idílicas de los viejos cronistas de Minatitlán que se referían a los pantanos como un "vergel".

Sin embargo, el área aún conserva peculiares características que hacen importante su estudio, sobre todo por la notable capacidad del pantano de depurar residuos industriales, y en contraparte por la presencia de contaminantes peligrosos que se incorporan a la hidrología regional.

#### 3.4.1. Topografía.

El pantano "Las Matas" se ubica fisiográficamente en la Llanura Costera Sur del Golfo de México.

En la zona de estudio se observa un relieve totalmente plano, donde apenas destacan pequeños montículos de vegetación en las orillas de las lagunas interiores (vaguadas) del pantano.

Sin ningún otro accidente topográfico a la vista, cuando la atmósfera despejada lo permite son visibles hacia el poniente las estribaciones de la Sierra de Pajapan.

Formado por la planicie de inundación de la cuenca baja del río Coatzacoalcos unos 27 kms. arriba de la desembocadura, el pantano Las Matas tiene una pendiente mínima, con sedimentación aluvial.

Las altitudes en el pantano apenas sobrepasan los 10 metros s.n.m. hasta su desembocadura en el río Calzadas.

#### 3.4.2. Geología-Geomorfología.

La Orogenia Terciaria se manifestó en el área sur de Veracruz por una serie de levantamientos y hundimientos periódicos que culminaron en la regresión marina del Terciario medio Superior, al ascender la plataforma continental del Golfo de México y el Istmo de Tehuantepec, movimiento de ascenso que reducido al mínimo, se han continuado hasta la actualidad (8).

Desde la parte central del municipio de Minatitlán hacia el Norte existen rocas sedimentarias (areniscas) del Mioceno del periodo Terciario Superior.

Sobre esa base litológica se depositaron materiales del Cuaternario a través de la sedimentación eólica y fluvial, esto hacia la parte norte del municipio de Minatitlán limitrofe con Cosoleacaque, que es donde se ubica el pantano (9)

La Unidad Geomorfológica en que se clasifican los pantanos son las Tierras Bajas Inundables, áreas planas con ligeras ondulaciones motivadas por acumulaciones aluviales y de materia orgánica. Litológicamente están constituidas por arenas finas y arcillas, con una permeabilidad de media a baja.

### 3.4.3. Climatología

El Clima predominante en la región es el Cálido húmedo con lluvias en verano; con una temperatura media anual de 25.4 grados centígrados, la media mensual más baja se registra en Enero con 22.2 grados y la media mensual más alta se presenta en Junio con 28 grados centígrados (10)

Estas altas temperaturas producen en el pantano Las Matas, incendios naturales debido también a la presencia de sustancias inflamables que se fugan de las líneas de conducción que cruzan toda el área.

Las precipitaciones se presentan todo el año (media anual 2 600 mm.), pero al iniciar el verano aumentan hasta alcanzar su máximo en Septiembre y Octubre (unos 500 mm. en cada uno) debido a las influencias ciclónicas del Golfo de México.

Todavía en los meses de Diciembre y Enero se tiene un promedio de 150 mm. como producto de los "nortes". En ocasiones, las lluvias pueden ser tan abundantes que desbordan el río Coatzacoalcos inundando las colonias de Minatitlán conocidas como "Playón Norte y Sur".

En el caso de los pantanos las fuertes lluvias provocan a la altura de "Las Matas" inundaciones sobre la colonia Congreso y cubren eventualmente incluso la estrecha carretera de dos carriles de Minatitlán a Coatzacoalcos.

Los vientos dominantes soplan del Norte durante todo el año, con variantes del Noreste de Mayo a Agosto; se trata de vientos alisios modificados ligeramente en su dirección por condiciones regionales que se imponen a la circulación general de la atmósfera. La velocidad de los vientos dominantes media mensual fue del Noreste con 5.4 m./seg.

Un factor climático importante en el área es la humedad. El valor relativo medio mensual de ésta asciende a 82% y es un factor considerable en el desgaste de equipos y plantas industriales; además hay que señalar la atmósfera corrosiva y los gases emitidos por la industria local (óxidos de nitrógeno, bióxido de azufre, monóxido de carbono e hidrocarburos).

En ese sentido son peligrosos localmente dos eventos: la lluvia ácida que arrastra gran cantidad de partículas tóxicas presentes en la atmósfera, y la presencia de las "nieblas de amoníaco" que no permiten la dispersión de los contaminantes y los acumulan a nivel superficial con efectos en la salud de los habitantes de Minatitlán y Cosoleacaque.

#### 3.4.4 Edafología.

El sustrato edáfico sobre el que se desarrolla el pantano es la Unidad de Suelo conocida como Gleysol (al norte del municipio de Minatitlán).

Estos suelos son comunes en las zonas donde se acumula y estanca el agua, en la capa saturada con el líquido presentan colores azul-verdosos y grises; es común que presenten alto contenido de sales, baja permeabilidad, mal drenaje y son poco susceptibles a la erosión.

Se encuentran inundados en forma permanente y el nivel freático es muy superficial; esta situación nulifica las actividades agropecuarias en las áreas pantanosas (11).

#### 3.4.5 Hidrología.

Es sin duda el elemento más importante en el análisis del medio natural de este ecosistema. Toda el área pantanosa pertenece a las llanuras de inundación de la Cuenca Baja del Río Coatzacoalcos. Discurriendo sobre la planicie con una orientación de SW a NE la caudalosa corriente del Coatzacoalcos forma, en su recorrido de Minatitlán hasta cerca de su desembocadura en el Golfo de México extensos humedales.

Hidrológicamente clasificado como un sistema léntico (aguas estancadas) el pantano Las Matas se ubica dentro de la categoría de pantanos asociados a lagunas costeras, estuarios y en este caso concreto se encuentra interconectado con la otra corriente fluvial del área de estudio, el Río Calzadas, afluente de la izquierda que aporta sus aguas al Coatzacoalcos. (ver. fig. 10)

En lo anterior radica la importancia de este pantano, ya que su uso como vertedero de desechos industriales derivados de hidrocarburos, hace que estas extensas superficies pantanosas se conviertan en un eslabón en el agudo problema de contaminación de los cuerpos de agua regionales (Ver Cuadro V).

Dentro del área de estudio se localizan también el arroyo San Francisco y los pantanos de "Santa Alejandrina" que junto con el Río Coatzacoalcos reciben los desechos de la Refinería de Minatitlán; en esta última corriente se descargan también las aguas negras de la ciudad.

Al centro del área de referencia se ubica el sistema lagunar de Las Matas, semicubierto por el gran desarrollo vegetal de popales y tulares; hacia el norte el pantano desemboca al río Calzadas, en el cual pueden distinguirse otros cuerpos de agua: la laguna Colorado y la laguna Tepache, ésta última con dos kilómetros cuadrados de superficie.

### 3.4.6. Vegetación

En el ambiente del pantano Las Matas crece de manera abundante, la Asociación Vegetal denominada Popal, constituida por plantas herbáceas de uno a tres metros de alto; crecen tan densamente que el agua se hace imperceptible.

Las especies dominantes en Las Matas son *Thalia geniculata* (platanillo), asociaciones de *Thalia-Pontederia* y *Cyperus* e invasiones de hidrófilas flotantes. (12)

En las partes más profundas de los popales abundan los pastos acuáticos como *Leersia* sp. y *Paspalum* sp.

También se encuentran en el pantano los Tulares, de hojas largas y angostas, sobre todo en las orillas de canales y drenes (ver foto 6).

Estas plantas del pantano soportan variaciones de humedad y sequía, cambios de salinidad, alteraciones en los ciclos de nutrientes, y están dotados de funciones físicas y químicas capaces de neutralizar, degradar o eliminar sustancias peligrosas o tóxicas.

### 3.4.7. Fauna

Parecería impropio referirse a la fauna en un ambiente ecológico tan degradado, pero no obstante en el pantano Las Matas subsisten algunas especies animales que, aunque han decrecido notoriamente en su abundancia original aún pueden encontrarse en la zona.

De los grandes pajarales (concentraciones de aves), sobre todo de garzas blancas que poblaban el pantano, sólo es posible ver ahora algunos cuantos ejemplares, que con su elegante vuelo rompen la monotonía del paisaje; en términos generales en toda la región de Coatzacoalcos un 35% de las especies que constituían la avifauna han desaparecido (13).

Sin duda la garza blanca es el ave más importante del área, al grado que uno de los libros de investigación del Centro de Ecodesarrollo titulado "Como perder el paraíso: el desastre ecológico del Sureste" la reproduce en su portada.

Otras aves comunes en el pantano son el pijije o pichichi (*Dendrocygma autumnalis*) y el canate o zanate (*Anus discors*).

Algunos otros representantes de la fauna superior son la tortuga lagarto (*Chelydra serpentina*) y la tortuga "tres lomos" (*Strurotypus triporcatus*), las cuales pueden vivir en aguas de fuerte contenido amoniacal, pues se encuentran incluso en los canales de desague de las tuberías; el comercio de estos animales es común en los mercados de Minatitlán.

La espesa vegetación es propicia como hábitat de viboras tales como la nauyaca o "cuatro narices"; el armadillo (*Dasybus novemcinctus*) y la iguana han logrado adaptarse a las condiciones de estos extensos pantanales.

Aunque es difícil comprobarlo, los pescadores locales que se internan pantano adentro, mencionan la presencia ocasional de algún ejemplar de lagarto, aunque la literatura especializada no da cuenta de ello.

En definitiva, el deterioro ambiental del lugar es tan pronunciado, que resulta una utopía proponer zonas de reserva para la fauna silvestre local.

### 3.5 Medio Social.

La gran extensión y ambiente inhóspito del pantano Las Matas, hace que en él no se presenten asentamientos humanos ni actividades económicas permanentes sino únicamente temporales; pero eso no significa que no existan posibilidades de un uso, aunque ciertamente limitado, por parte de quienes viven en sus alrededores.

Los aspectos macroeconómicos del área de Minatitlán se han tratado con profundidad (punto 2.1) por lo que en este apartado se describirá sólo el ambiente socioeconómico de la zona pantanosa; para ello fueron fundamentales las etapas de campo previstas en la metodología.

Las formas de acceso al pantano son dos: la principal, por la Carretera Transistmica (tramo Minatitlán-Coatzacoalcos) en el entronque que hacia el Sur conduce a la Refinería se localiza una entrada de terracería que permite llegar a Las Matas (Ejido Tacoteno); el otro acceso se da por el Poniente (Ejido Mapachapa), aunque desde luego la única manera de introducirse hacia las zonas interiores es mediante los rústicos cayucos.

#### 3.5.1. Utilización Antrópica del Pantano Las Matas.

A pesar de la importancia ecológica que, como ya se ha explicado, tienen los pantanos, en definitiva el uso que el ser humano le ha dado al pantano Las Matas es el de receptor de desechos industriales. También hay que señalar que este pantano es atravesado por gran número de ductos que llevan derivados de hidrocarburos hacia los centros de reproceso o consumo. Estos dos aspectos son los más relevantes en esta área, y se estudiarán, en detalle, por separado. (Ver Cuadro VI)

La población que de alguna forma obtiene utilidad económica del entorno o propiamente del pantano Las Matas es muy escasa (sólo unas diez familias) y realiza actividades de subsistencia.

En los alrededores del pantano existen algunos pequeños propietarios y terrenos ejidales (Ejido Tacoteno); pero la tenencia de la tierra es imprecisa aún, en su mayor parte es de tipo federal y derechos de vía de empresas paraestatales y privadas.

En Las Matas, se procura un rústico, pero variado aprovechamiento, de acuerdo a las condiciones de degradación que sufren el suelo y el agua. Hacia las orillas de canales y drenes de descarga, existen pequeños sembradíos de hortalizas (tomate, col, maíz, calabaza, epazote).

Escasa es la actividad pecuaria: el relleno y fijación del suelo a través de pasto estrella, permite la cría de unas cuantas cabezas de ganado cebú y pequeños rebaños de borregos y chivos.

Con primitivas trampas (cilindros con malla de alambre) se capturan y después comercializan ciertas variedades de tortugas, ya descritas cuando se trató la fauna local.

Al interior de los sistemas lagunares de Las Matas se efectúa actividad pesquera, principalmente por pescadores de Mapachapa (al Occidente), de Capoacán (al Sur) y del río Calzadas (al Norte), utilizando cayucos y arrees básicos de pesca como tarraja y anzuelo (14).

A pesar de que los pescadores comentan que la pesca es cada vez menor, todavía se capturan especies como mojarra negra (*Cichlasoma fenestratum*) y camarón negro o mayacaste (*Macrobrachium acanthurus*); algunos programas de acuicultura en ciertas lagunas interiores no han tenido éxito y esta opción es muy poco factible, aún cuando la raíz de las plantas y limos del pantano son base de alimentación de especies tales como la mojarra tilapia.

Un mayor movimiento pesquero se observa en el poblado ejidal de Mapachapa, que cuenta con una Unión de Pescadores que agrupa a 18 miembros y que sumados a los 10 del poblado de Carrizal, están asociados a los pescadores del poblado Km. 14 y a las Cooperativas del Río Calzadas: este hecho es importante subrayarlo porque en el caso de afectaciones por contaminación (derrames o fugas en los ductos) en sus áreas de trabajo, se presentarían protestas de mayor magnitud; estas reclamaciones, por otro lado, son comunes en toda la región. Casos concretos son los desechos de FERTIMEX sobre la Laguna Colorado que provocan la muerte de peces, tortugas y anguilas. Un grave problema lo constituyen los pescadores furtivos de Capoacán, quienes incluso tienen pequeñas viviendas rústicas en el interior del pantano Las Matas, y cuentan con grandes paños con los que capturan un buen número de peces, limitando las posibilidades de los pescadores tradicionales de Mapachapa.

Finalmente, hay que señalar, que durante toda la investigación de campo, fue notable la incredulidad de los pescadores hacia los técnicos e investigadores que visitan el área ya que han visto muy pocos efectos positivos de sus actividades; a pesar de ello, por su parte, aceptan el muestreo en distintos puntos estratégicos del pantano (en los drenes de descarga actuales, en el área donde descargará el C.P. Cosoleacaque mediante el emisor de 36 pulgadas de diámetro y en el estero del pantano cercano al Calzadas, entre otros). Pero la exigencia de contar con los resultados, para poder respaldar aún más sus demandas por contaminación, hace que esta situación sea muy complicada.

### 3.6 Grado de Disturbio Actual del Area

Confinado a convertirse en cuerpo receptor de desechos industriales, el pantano Las Matas ha sufrido la destrucción gradual de sus recursos naturales originales. De diversas maneras, todo el potencial biótico del pantano, analizado en este capítulo se ha visto afectado paulatinamente.

La red de ductos --rasgo particular del paisaje en Las Matas-- transporta gran variedad de derivados de hidrocarburos; además el pantano recibe a través de drenes (canales) o directamente las descargas residuales no sólo de Petróleos Mexicanos sino de empresas como Fertimex, Tereftalatos y Fenolquimia, por mencionar algunas.

Apoyándose en los análisis de laboratorio del Centro de Ecodesarrollo, que muestran la presencia en el pantano de hidrocarburos saturados e hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAH), es posible afirmar que esta área muestra un Impacto Ambiental intenso de tipo acumulativo ya que dichos compuestos no biodegradables totalmente se depositan en sedimentos superficiales donde permanecen mucho tiempo sin alterarse sus estructuras químicas; su posterior transporte hacia los esteros del Calzadas lo convierte en un Impacto regional.

Respecto al factor tiempo, puede decirse que se trata de un Impacto Ambiental producido en un mediano plazo, si tomamos en cuenta que el desarrollo industrial masivo en la región data de unos 25 años a la fecha.

### 3.7 Incorporación de Nutrientes "Las Matas"- Río Calzadas

La importancia hidrológica del pantano Las Matas radica en que exporta gran cantidad de material hacia el sistema fluvial del estuario de los ríos Calzadas y Coatzacoalcos.

En ese aspecto es determinante señalar un marcado gradiente estacional; en el periodo de estiaje se acumulan nutrientes y materia orgánica y la época de lluvias los incorpora a la hidrología regional.

En cuanto a los nutrientes, se calculó una exportación neta hacia la zona del río Coatzacoalcos de unos 16,000 mg/m<sup>3</sup>; esta alta densidad encontrada en el río Calzadas cubre los requerimientos de fitoplancton y todavía envía nutrientes al sistema fluvial de la zona.

El intercambio de nutrientes encontrado en este pantano es muy alto, lo que confirma su papel amortiguador en la ecología global litoral.

El porcentaje de materia orgánica presente en el pantano es de 30%, notablemente mayor que el 15% hallado en zonas similares.

El proceso de fotosíntesis (productividad primaria) en los ambientes semiacuáticos del pantano se deriva del fitoplancton y de los vegetales sumergidos; para regular estos procesos son necesarios luz solar, bióxido de carbono y nutrientes. En los sistemas pantanosos, el amonio (compuesto nitrogenado) importante en la productividad primaria, tiene elevadas concentraciones; esto es una muestra de los procesos de descomposición de materia orgánica, lo cual confirma que este pantano es un importante gestor natural. (15)

### 3.8 Pantanos y Tratamiento de Aguas Residuales.

La gran capacidad de los pantanos para retener, degradar y eliminar sustancias tóxicas, es la función ambiental de estos ecosistemas más utilizada por el hombre, ya que ello permite considerarlos como receptores de aguas residuales industriales y/o domésticas; pero el abuso progresivo de estas acciones ha degradado su gran riqueza natural (ver Cuadros V y VI)

Los pantanos son un poderoso mecanismo de autoprotección, pues en ellos ocurre multitud de procesos físicos, químicos y biológicos capaces de inmovilizar, transformar fijar y volver inocuos virus, bacterias coliformes y una amplia gama de sustancias tóxicas -- incluso metales pesados --, con lo que impiden su incorporación a la cadena de los alimentos (16).

Trabajos experimentales de científicos norteamericanos en los pantanos de Brillon (Wisconsin), mostraron la eliminación del 80% de la demanda bioquímica de oxígeno, el 86% de las bacterias coliformes, el 51% de los nitratos y 29% de los sólidos suspendidos, entre otros.

Si bien estos procesos de autodepuración en los ambientes pantanosos son complejos, sencillamente son el resultado de la digestión, asimilación y metabolización de los compuestos orgánicos por microorganismos saprófitos o saprozóicos, tales como bacterias, hongos y protozoos (17).

En cuerpos de agua estancada y mucha materia orgánica como lo es el pantano, el metabolismo es de tipo anaerobio (sin oxígeno), en el cual dicha materia orgánica se convierte en metano y bióxido de carbono; de esta forma se aprovechan los microorganismos naturales existentes como degradadores de los contaminantes.

Otra gran ventaja, en este uso de los pantanos, es el alto costo de los métodos de tratamiento de aguas residuales; pero lo conveniente es --en lo posible-- considerar esta capacidad natural de las zonas inundables como complementaria, es decir, posterior a un tratamiento industrial.

Por todo ello, y por su relativa cercanía a las instalaciones, el Complejo Petroquímico Cosoleacaque de PEMEX, se planteó enviar directamente al Pantano Las Matas, sus aguas residuales (previo tratamiento primario), en espera de que las acciones naturales de microorganismos y bacterias contribuyan a la limpieza de éstas. Pero por la situación ecológica que se ha revisado a lo largo de este capítulo, el pantano Las Matas no tiene ya suficiente capacidad para contrarrestar la acción de los desechos que son vertidos en él. (ver fig.12)

Desde luego que, para poder reafirmar lo anterior, es necesario conocer a fondo el Sistema de Tratamiento del C.P. Cosoleacaque para evaluar la calidad de las aguas de desecho que se descargarían en Las Matas: este será el tema del siguiente capítulo.

CUADRO V RESUMEN MEDIO FISICO PANTANO "LAS MATAS"

ELEMENTO	ESPECIFICACIONES
Localización	Noreste de Minatitlán (Municipio de Cosoleacaque)
Topografía	Relieve plano (llanuras de inundación río Coatzacoalcos)
Geología	Base sedimentaria Terciario Superior y aluviones del Cuaternario.
Unidad Geomorfológica	Tierras bajas inundables.
Climatología	Cálido humedo lluvias verano Alta humedad relativa.
Eventos climáticos adversos	Inundaciones frecuentes Atmósfera corrosiva Lluvia ácida. Nieblas de amoniaco.
Edafología	Gleysoles: baja permeabilidad, mal drenaje y alto contenido de sales.
Hidrología	Sistema léntico asociado al río Calzadas y al Coatzacoalcos.
Incorporación de Nutrientes	Altos valores de nutrientes materia orgánica y productividad primaria, exportados al sistema fluvial.
Vegetación	Popales y Tulares: degradan y neutralizan sustancias tóxicas y contaminantes.
Fauna	Notorio decremento por destrucción del hábitat.

Elaboró: M. Galván

CUADRO VI RESUMEN MEDIO SOCIAL PANTANO "LAS MATAS"

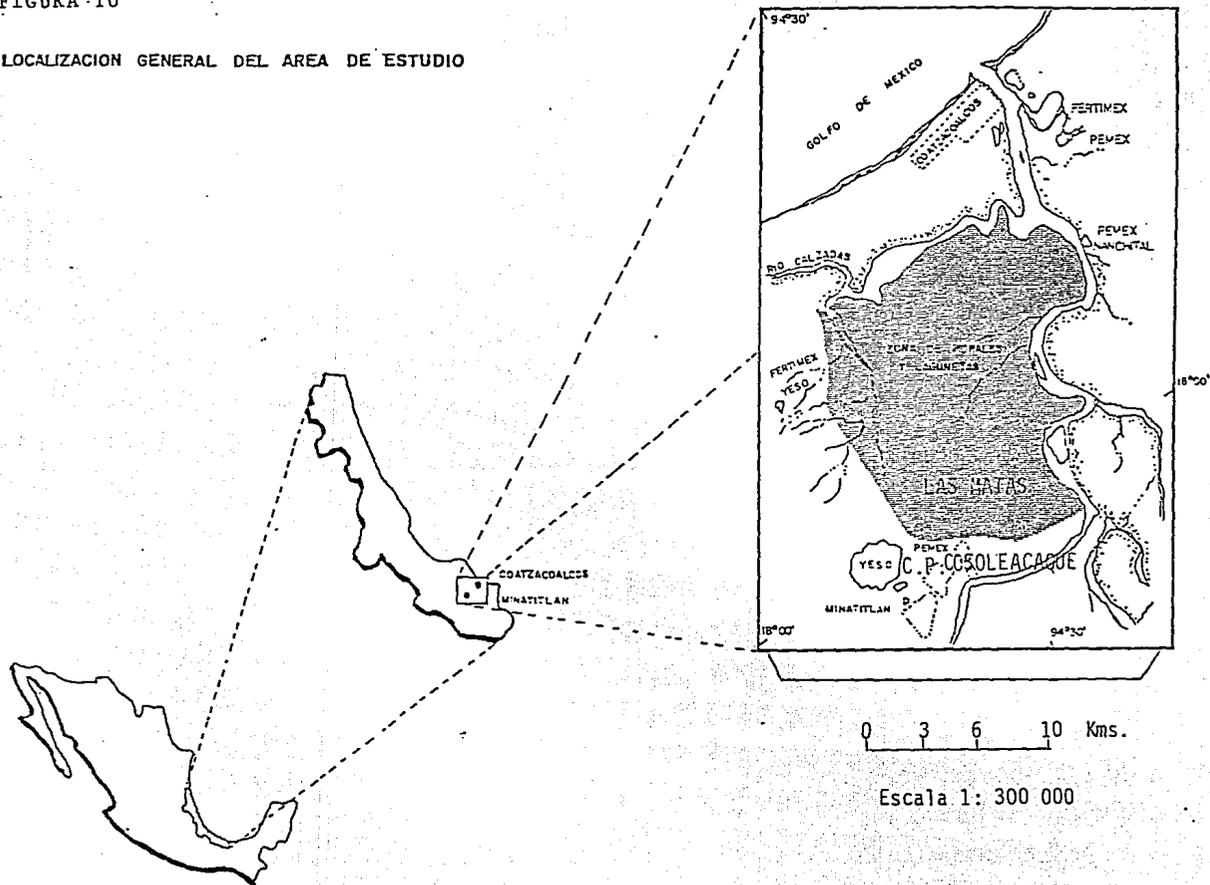
ELEMENTO	ESPECIFICACIONES
Uso Intensivo	Receptor de desechos industriales y conducción de hidrocarburos mediante ductos para reproceso o consumo.
Población entorno	Muy escasa.
Condiciones socioeconómicas	Extrema marginalidad
Actividades económicas del entorno	Agricultura y ganadería insignificantes en zonas limítrofes. Pesca de subsistencia. Pequeña Unión de Pescadores asociada a Cooperativas mayores.
Función Ambiental más utilizada	Alternativa en tratamiento de aguas de desecho.
Descargas Residuales Industriales	Fertimex, Petróleos Mexicanos, Fenoquimia, Tereftalatos, etc.  El C.P. Cosoleacaque (PEMEX) a través de un emisor de 36 pulgadas de diámetro.*
Impacto Ambiental	Intenso Acumulativo producido en un mediano plazo.
Causa Principal de Degradación	Concentración industrial masiva.

\* Tema principal de esta investigación.

Elaboró: M. Galván.

FIGURA -10

LOCALIZACION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO





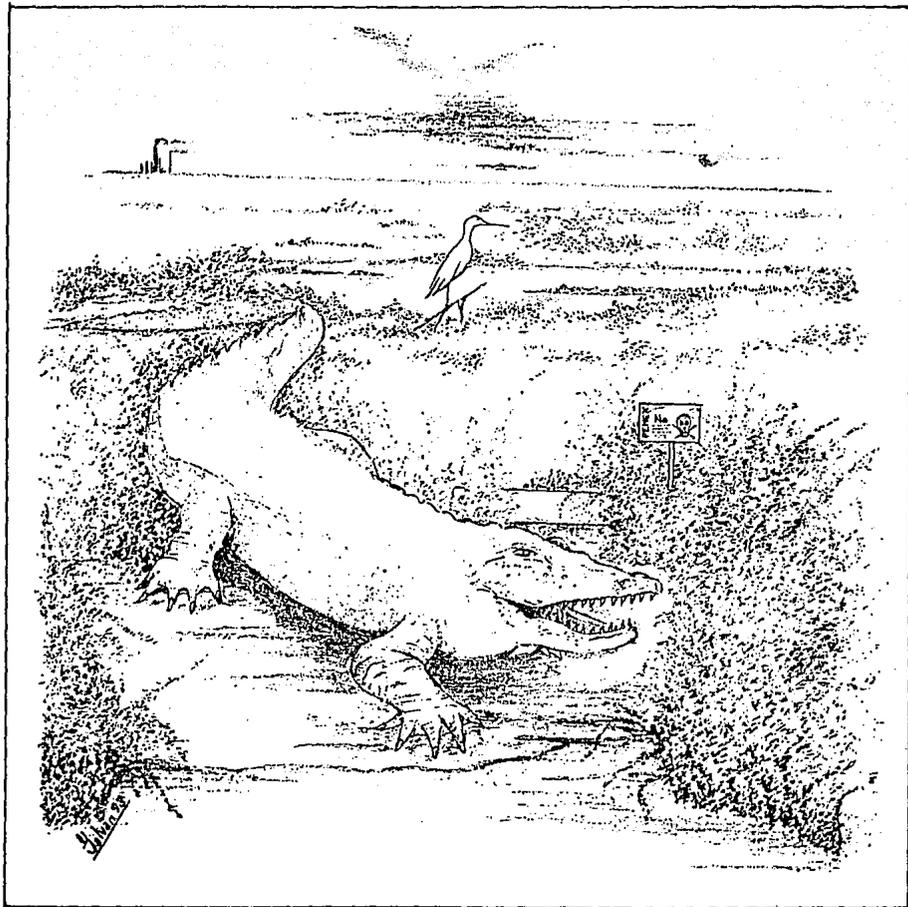


Figura 12: Reconstrucción hipotética del autor en la cual se ilustran los principales elementos de esta investigación.

En primer plano, un lagarto de pantano se abre paso entre los tulares; semioculta por la vegetación se aprecia una tubería de drenaje de Pemex.

Detrás una garza blanca, habitante típico de Las Matas, a las orillas de una laguna interior, y al fondo se distinguen las plantas de amoniaco del C.P. Cosoleacaque.



Foto 5.- La gran extensión de los pantanos de Minatitlán-Coatzacoalcos; localmente se conoce a esta área como "Las Matas".



Foto 6.- Tulares y Popales forman las asociaciones vegetales del pantano "Las Matas".

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

## CAPITULO 3

- (1) Toledo A. (et.al.) "Los Pantanos de México" en Ciencia y Desarrollo No. 89 Nov./Dic. 1989 CONACYT México p.65
- (2) Ibid p.67
- (3) Botello A. (et.al.) "La Contaminación en la región del río Coatzacoalcos" en Ciencia y Desarrollo No. 86 May/jun. 1989 CONACYT México p.43
- (4) Instituto Mexicano del Petróleo "Estudio de Caracterización Biológica y Físicoquímica del Bajo Río Coatzacoalcos" IMP Mayo 1985.
- (5) Botello A. op.cit. p.39
- (6) Toledo A. op.cit. p.81
- (7) Petróleos Mexicanos S.P.C.O. Unidad de Protección Ambiental Zona Sur "Estudios Preliminares de Impacto Ambiental en Areas de Futuras Descargas". Cosoleacaque, Ver., 1991, p.7
- (8) Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (SAHOP) "Impacto Ambiental del Proyecto Puerto Industrial Laguna del Ostión". México, 1990. p.75
- (9) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) "Minatitlán: Cuaderno de Información Básica para la Planeación Municipal". INEGI. Gobierno del Estado de Veracruz. México, p.2
- (10) Ibid p.5
- (11) Ibid p.4
- (12) Toledo A. op.cit. p.79
- (13) Botello A. op.cit. p. 33
- (14) Petróleos Mexicanos op.cit. p.12
- (15) Toledo A. op.cit. p.79
- (16) Ibid. p.68
- (17) Lugo Alfonso (et.al) "Biotratamiento de Aguas Residuales" en Investigación Científica y Tecnológica No. 203 agosto 1993 CONACYT, México p.26

#### CAPITULO 4: CONTROL DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL COMPLEJO.

El capítulo inicia caracterizando las aguas residuales industriales y considerando las diversas especificaciones ecológicas en la materia.

Contiene la descripción técnica del Sistema de Tratamiento de Efluentes con que cuenta el Complejo Petroquímico Cosoleacaque y amplía sobre sus equipos y funcionamiento.

Estudia los principales parámetros hidrológicos de las aguas de desecho y los efectos que pueden producir en el ambiente; para terminar, comenta las nuevas disposiciones fiscales por descargar aguas contaminadas.

##### 4.1. Aguas Residuales Industriales.

Las aguas residuales o de desecho -denominadas también efluentes-, se clasifican en tres grandes grupos: domésticas, industriales y de retorno agrícola. Para los objetivos de esta tesis se hará referencia sólo al segundo grupo.

Es bien conocido que todas las industrias, de una u otra forma, utilizan agua en sus procesos de producción, modificando sus propiedades y desechándola posteriormente, casi siempre con una calidad inferior a la original, sobre distintos cuerpos naturales de agua (mares, ríos, lagunas, pantanos, etc.)

En nuestro país, aún cuando las aguas residuales industriales representan un 20% del total de aguas de desecho generadas, son consideradas las de mayor riesgo debido a que pueden contener gran variedad de sustancias contaminantes en función de la diversidad de giros industriales.

Como resultado del desarrollo tecnológico e industrial y en contraparte por una ineficiente aplicación de la legislación en la materia, el volumen de aguas residuales industriales en México ha aumentado con rapidez (ver figura 13).

Los efluentes industriales varían mucho; aún plantas del mismo tipo de industria que tengan capacidad similar e idénticos procesos pueden producir efluentes de calidad y cantidad sumamente diferentes. Esto puede deberse a diferencias en la composición de materias primas, al agua de abastecimiento de la planta, a su reciclado, a la localización geográfica y/o a la antigüedad de las instalaciones (1).

Algunas otras características de los efluentes industriales son su excesiva acidez o alcalinidad, y sus concentraciones de materia mineral inorgánica (plomo, mercurio, zinc); el riesgo más importante radica en que contengan desechos no biodegradables y/o acumulativos (2).

A grandes rasgos existen tres factores de los cuales depende la calidad del agua de desecho industrial: el abastecimiento de agua, los sistemas de tratamiento con que cuenta la industria y los contaminantes añadidos en los procesos de producción; además otros contaminantes adicionales pueden presentarse como subproductos o elementos traza.

Para el caso específico de esta investigación, las aguas residuales provenientes de la refinación del petróleo y la industria petroquímica, contienen contaminantes tales como cianuros, fenoles, amoníaco y sulfuros a diferentes concentraciones (ver Cuadro VII).

La caracterización particular de los efluentes del C.P. Cosoloacaque se desarrollará en el punto 4.4 de este capítulo.

#### 4.2. Legislación sobre Aguas de Desecho.

En nuestro país, la calidad de los efluentes de las distintas ramas industriales es controlada, en el plano legal por el Instituto de Ecología -que sustituyó a la SEDUE desde junio de 1992- mediante la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la cual es sus artículos 117 al 133, se refiere al Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos.

Es conveniente mencionar que para su gestión administrativa y aplicación, la Legislación anteriormente descrita, continúa apoyándose en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas del año de 1973.

Los puntos básicos que deben cumplir los Centros Industriales en sus aguas de desecho son principalmente:

- a) De inicio debe solicitarse el registro de la descarga ante Comisión Nacional del Agua (SARH); esto no implica el permiso o autorización de la misma, sólo tiene por objeto llevar un control (inventario) de dichas descargas.
- b) Después, previa construcción y/o funcionamiento de los sistemas de tratamiento de efluentes, la industria deberá solicitar a la Comisión Nacional del Agua el permiso de descarga; paralelamente el Instituto de Ecología (antes SEDUE) deberá otorgar la autorización en materia de Impacto Ambiental (ver detalles en puntos 1.3 y 1.4).

Cabe aclarar que en caso de negativa de dicho aval no podrán efectuarse las descargas.

- c) Las descargas residuales deberán sujetarse a los límites establecidos en las "Normas técnicas ecológicas" expedidas por el Instituto de Ecología; y finalmente cada centro industrial deberá solicitar a la misma institución la fijación de "Condiciones Particulares de Descarga".

Aún cuando esta secuencia parece clara, es indudable que en varios Centros Industriales todavía persisten dudas sobre los permisos y trámites a efectuar.

Recientemente (Diciembre 1990) se instituyó a través de la Ley Federal de Derechos, el pago por descarga de aguas residuales -este tema será tratado en el punto 4.8-.

#### 4.2.1. Normas Técnicas Ecológicas.

Las Normas Técnicas Ecológicas fueron creadas a partir de 1988 para la observancia específica de la Ley General del Equilibrio Ecológico; si bien cubren una amplia gama de actividades industriales, para los alcances de esta tesis nos limitaremos a las normas que de manera concreta se refieran a las descargas de aguas de desecho industrial.

En ese sentido puede definirse a las Normas Técnicas Ecológicas como "el conjunto de reglas científicas o tecnológicas que establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetros y límites permisibles que deben observarse para las aguas generadas por los distintos giros industriales y que puedan originar daños al ambiente" (3).

Si bien existe, para el tema de este trabajo, la Norma Técnica Ecológica NTE CCA-003/88 la cual establece límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en descargas de aguas residuales provenientes de la industria de refinación de petróleo y petroquímica básica; su aplicación únicamente se toma en cuenta cuando el Centro Industrial que se esté evaluando no tenga fijadas "Condiciones Particulares de Descarga".

#### 4.2.2. Condiciones Particulares de Descarga.

Se definen como "el conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas que deberán satisfacer las aguas residuales antes de su descarga a un cuerpo receptor" (4)

En virtud de que al Complejo Petroquímico Cosoleacaque -la entonces SEDUE- le asignó Condiciones Particulares de Descarga en Marzo de 1986 (Oficio 410-11068), estos límites son prioritarios para la normatividad de las aguas residuales en este Centro de Trabajo. (ver Cuadro VIII).

Es por esta razón que estos parámetros serán la referencia para efectuar un análisis comparativo con las aguas residuales del Complejo Petroquímico Cosoleacaque, y de esta manera, distinguir cuáles contaminantes están fuera de límites y que efectos podrían causar en el cuerpo receptor que será el Pantano "Las Matas".

Hay que aclarar que estas Condiciones Particulares están fijadas para las actuales descargas del Complejo al arroyo Xicaco-Buenavista que serán suprimidas para -previo tratamiento- reubicarlas enviándolas a Las Matas, a unos 7 kms. del Centro de Producción.

#### 4.3 Tipos de Tratamiento.

El agua residual de las industrias requiere muchas veces de un tratamiento químico y/o biológico para poder ser empleada nuevamente o cuando menos para desecharla al medio ambiente con menores riesgos de contaminación, ya sea por su filtración al subsuelo dañando los mantos freáticos, o por su estancamiento al aire libre, convirtiéndose en foco de proliferación de bacterias y otros organismos patógenos.

Se cuenta con distintos métodos, o mejor dicho, con combinaciones de los mismos para tratar las aguas de desecho; éstas pueden contener un arreglo de contaminantes en varias concentraciones, y por ello un sólo proceso de tratamiento tal vez no los remueva en forma efectiva, hasta ajustarse a los límites establecidos a su descarga (5).

Los principales sistemas o procesos de tratamiento de aguas residuales son tres:

- a) Tratamiento Primario.- Consiste en procesos físico-químicos que separan del agua de desecho los contaminantes inorgánicos o con materia orgánica no biodegradable al corto plazo. Estos procesos se utilizan con frecuencia para tratar aguas de origen industrial.
- b) Tratamiento Secundario.- En él se eliminan -mediante procesos biológicos- gran cantidad de contaminantes orgánicos y sólidos remanentes que pueden ser consumidos por algunos tipos particulares de microorganismos.

Este tipo es empleado para el tratamiento de aguas residuales domésticas (municipales) e industrias como la alimenticia, agroindustria y papelera (6).

- c) Tratamiento Terciario.- Estos procesos combinan métodos físico-químicos y biológicos y se utilizan únicamente cuando se requieren efluentes de muy alta calidad; entre estos procesos se cuentan la adsorción con carbón activado y la filtración (7).

En nuestro país, el problema de la contaminación por aguas residuales es de gravedad, debido a las escasas plantas de tratamiento y su ineficiencia. A nivel nacional sólo hay 402 plantas de tratamiento que procesan, en principio, apenas el 15% del caudal suministrado y que asciende a 170 m<sup>3</sup>/seg. Del total de plantas existentes 70 no operan, mientras que el resto lo hace por debajo del 80% de su capacidad (8).

Estos primeros tres puntos del capítulo han sido el marco de referencia para examinar, con detalle, el tratamiento de aguas residuales con que cuenta el Complejo Petroquímico Cosoleacaque.

#### 4.4 Sistema de Tratamiento de Efluentes del C.P. Cosoleacaque.

Los desechos líquidos del Complejo Petroquímico Cosoleacaque producidos por la operación de sus Plantas, Servicios Auxiliares, talleres y edificios administrativos contienen algunas concentraciones de contaminantes que es necesario eliminar previamente a su descarga (ver Cuadro IX).

El Sistema de Tratamiento de Efluentes del Complejo ha sido construido (de 1987 a 1992), por Petróleos Mexicanos a través de la Subdirección de Proyectos y Construcción de Obras, básicamente con la participación de compañías privadas mediante contratos de trabajo. Todo el proyecto se catalogó con la clave Q-171-74-01 y se encuentra localizado en el Área Sur del Complejo. (ver fig. 14).

El sistema es considerado de tipo primario y está basado principalmente en: (ver fig. 15).

- 1) Separación de corrientes (drenajes)
- 2) Neutralización (15 fosas)
- 3) Incineración (en planta Acrilonitrilo)
- 4) Tratamiento de Aguas Negras.
- 5) Homogenización (2 lagunas de Igualación)
- 6) Bombeo hacia el pantano "Las Matas".

De manera muy general -ya que posteriormente se ampliarán los principales procesos- el Sistema consiste de cinco paquetes (fosas) de 3 piletas c/u para neutralizar las aguas ácido alcalinas que se generan en las Unidades Desmineralizadoras (UDAS) de las Plantas de Amoniaco.

Además incluye dos Lagunas de Igualación, en las que se controla la calidad de las aguas de desecho (neutralizadas, pluviales del Área Sur, de las plantas de Paraxileno y Acrilonitrilo y aguas negras tratadas), antes de enviarse mediante un Emisor de 36 pulgadas de diámetro hacia el pantano "Las Matas", evitando así la descarga actual al arroyo Xicaco-Buenavista, el cual recorre varias colonias de los Municipios de Cosoleacaque y Minatitlán (9).

##### 4.4.1 Objetivos

El Sistema de Tratamiento del Complejo tiene como objetivos primordiales:

- a) Neutralizar y amortiguar el efecto contaminante de 3,268 m<sup>3</sup>/día de agua residual ácido-alcalina y 523 m<sup>3</sup>/día de aguas negras, buscando evitar el impacto sobre el cuerpo receptor.
- b) Evitar -en caso de siniestro-, efecto directo sobre los asentamientos humanos localizados en los márgenes del arroyo Xicaco-Buenavista, actual descarga de los efluentes.
- c) Dar cumplimiento a la Normatividad Ambiental vigente.

#### 4.4.2 Antecedentes

Debido al crecimiento (ampliaciones) del Complejo Petroquímico Cosoleacaque a través de los años, así como de los asentamientos humanos alrededor del mismo, se fueron incrementando en igual forma los problemas derivados del desecho de las aguas residuales, lo cual aunado al deterioro de las instalaciones por el paso del tiempo hizo que se considerasen el proyecto y construcción de un Sistema para el manejo adecuado de los efluentes y poder cumplir con sus Condiciones Particulares de Descarga, establecidas por las autoridades ecológicas en 1986.

#### 4.4.3 Justificación del Proyecto.

En relación al punto anterior se efectuaron inspecciones de las corrientes del Complejo (en Abril y Noviembre de 1987) que revelaron el mal estado en que se encontraban los drenajes químico y pluvial.

Posteriormente una fuga en la planta de Acrilonitrilo (Diciembre 1987) que incluso causó intoxicaciones a un sector de la población, provocó una reunión de evaluación del estado de todas las plantas del C.P. Cosoleacaque; como resultado se modificó el proyecto original para el control de las aguas residuales. Se le agregó un cárcamo de bombeo y una línea (emisor) de 36" diámetro de acero al carbón, la cual debería descargar lo más alejado posible de cualquier asentamiento humano.

#### 4.4.4 Elección del Cuerpo Receptor.

La elección del pantano Las Matas, como cuerpo receptor se tomó debido a las circunstancias descritas en el punto anterior, a la relativa cercanía a las instalaciones del Complejo y a las características ambientales específicas de los pantanos (ya examinadas en el punto 3.8).

El trazo de la línea (emisor) de 7.7 km de largo aprovechó el derecho de vía del acueducto Cosoleacaque-Cangrejera, previo a su lanzamiento al pantano.

#### 4.5 Funcionamiento y equipos de la Planta de Tratamiento

En este tema -es conveniente señalar- no se pretende exponer demasiados datos de ingeniería del proyecto, si no describir, lo más sencillamente posible, el funcionamiento y la operación de las estructuras y equipos básicos del Sistema de Tratamiento del Complejo.

El manejo de las aguas de desecho que se generan en el C.P. Cosoleacaque se canalizan por la red de drenajes separados entre si, los cuales son:

- a) Drenaje Pluvial.- Recoge y conduce el agua producto de la precipitación pluvial y el lavado de áreas en operación (purgas de torres de enfriamiento y agua condensada de proceso); este colector está separado de los demás sistemas de drenaje y se envía hacia las lagunas de Igualación para una mayor dilución de las corrientes.
- b) Drenaje Químico.- Es aquel que conduce desechos químicos de proceso (purgas, derrames, fugas), incluyendo el agua de lavado de áreas en operación con escurrimientos químicos. Aquí en el C.P. Cosoleacaque la corriente proveniente de las unidades desmineralizadoras de agua (UDAS), se enviarán a las piletas de neutralización localizadas en la misma área donde se genera el efluente.
- c) Drenaje Agua Aceitosa/Aceite de Compresoras.- El agua aceitosa proveniente de las plantas del Complejo se colectan en cárcamos recolectores en la misma área donde se generan. El agua aceitosa se envía a tratamiento (efluente aceitoso) mientras que el aceite de compresoras se envía hacia tanques de aceite recuperado.
- d) Drenaje Lodos Químicos.- Esta corriente proviene de los clarificadores de las Unidades de Pretratamiento de Agua del Complejo; efluente que se envía a tratamiento de lodos químicos en el área sur del Centro de Trabajo.
- e) Drenaje Químico Contaminado.- Lo forman aguas residuales de la planta de Acrilonitrilo, las cuales contienen sustancias tóxicas como acroleína cianhídrica. Este efluente es incinerado -ya que estas sustancias no deben descargarse al cuerpo receptor- a través del incinerador CBA 901 que entró en operación en 1988.

Habiendo caracterizado los drenajes con que cuenta el C.P. Cosoleacaque podemos ahora referirnos a las principales estructuras del Sistema de Tratamiento de Efluentes.

#### 4.5.1 Fosas de Neutralización

Consisten en cinco estructuras de concreto, divididas en tres piletas, hacia donde se canalizan las aguas ácido-alcalinas resultantes de los sistemas de proceso. Están localizadas estratégicamente para dar servicio a todas las plantas de amoniaco del Complejo (ver isométrico en fig.16).

Clave	Localización	Capacidad
FN 001 ABC	Servicios Auxiliares Planta Amoniaco I	153 m3 c/u
FN 002 ABC	Servicios Auxiliares Planta Amoniaco II	188 m3 c/u
FN 003 ABC	Servicios Auxiliares Planta Amoniaco III	107.6 m3 c/u
FN 004 ABC	Servicios Auxiliares Plantas Amoniaco IV,V	308.7 m3 c/u
FN 005 ABC	Servicios Auxiliares Plantas Amoniaco VI, VII	308.7 m3 c/u

El funcionamiento básico de las fosas de neutralización es el siguiente:

Una vez recibida el agua, se llena una de las piletas hasta su nivel de operación; después se procede a iniciar la recirculación (que funciona como agitación) y la neutralización propiamente dicha a través de la adición del reactivo requerido (10).

Es decir, si se trata de corrientes ácidas se agrega hidróxido de sodio (sosa caústica); por el contrario si la mezcla de aguas es alcalina, se adiciona ácido sulfúrico. Con esta medida se garantiza la neutralización de las aguas con un PH entre 6.5 y 7.5

Finalmente, se envía el efluente por medio de un sistema de bombeo y un cabezal de tuberías hacia las lagunas de Igualación (sur del Complejo).

Hay que señalar que las fosas de neutralización tienen un recubrimiento de polietileno de alta densidad (PAD), material resistente al ataque de soluciones ácido-alcalinas que contiene el efluente.

#### 4.5.2 Lagunas de Igualación

Son dos grandes estructuras de concreto con una capacidad total de 4670 m<sup>3</sup>, denominadas FR-4501 A/B. El objetivo de las lagunas es el de minimizar y/o controlar las variaciones en concentración, temperatura, oxígeno disuelto, etc., que se presentan en las corrientes residuales que llegan a ellas (ver perspectiva en fig.17).

Esto con el fin de tener una carga uniforme o con pequeñas fluctuaciones evitando así cambios bruscos que puedan afectar en forma sensible el funcionamiento bacteriológico y que el equilibrio de descarga se modifique (este proceso se conoce como homogenización o igualación).

El sistema recibirá 1,500 gal. por minuto, con un tiempo de residencia de 12 horas, la operación será indistinta, es decir, una de las dos estará fuera de servicio, para darles el mantenimiento necesario.

Las corrientes residuales que llegan a las lagunas son: (ver fig. 18).

- Aguas neutralizadas provenientes de las fosas de neutralización.
- Aguas pluviales del Area Sur (Acrilonitrilo y Paraxileno).
- Drenaje pluvial de lluvia contaminada de Planta Acrilonitrilo.
- Aguas negras tratadas.

El agua en las lagunas de Igualación tendrá un tiempo de residencia para estabilizar la corriente y pasar al cárcamo de bombeo.

#### 4.5.3 Emisor de Descarga a "las Matas"

Homogenizada ya la corriente, se procede a su desalojo hacia el exterior, a través de un sistema de bombeo eléctrico, que consiste en un cárcamo, cuatro bombas verticales BA-300 ABCD y desde luego la tubería de drenaje (ver foto 7).

La línea (emisor) está construida de acero al carbón con un diámetro de 36 pulgadas y una longitud total de 7.7 kms. Como ya se mencionó anteriormente el emisor se encargará de enviar la descarga al pantano Las Matas, cancelándose las descargas actuales al arroyo Xicaco-Buenavista (11).

Su construcción por la compañía Protexa concluyó en Marzo de 1989; pero su operación se ha visto imposibilitada, primero por que debió esperar la terminación de todo el Sistema de Tratamiento y después por no haberse obtenido la autorización de Impacto Ambiental (ver foto 8).

El trazo de la línea se alojó en el derecho de vía de PEMEX del acueducto de 48" Cosoleacaque-Cangrejera; el emisor tiene algunos tramos en superficie (elevados) y en su mayor parte, subterráneos hasta su llegada al sitio de descarga en Las Matas, cuando emerge de un canal (ver foto 9).

El vertedor (obra de descarga) presenta un arreglo de rompientes para evitar que el agua de desecho llegue con demasiada fuerza y pueda ir socavando su estructura (ver foto 10).

Las coordenadas geográficas de la descarga en el pantano Las Matas son: 18°02' 45" lat. N y 94°32' 30" long. W.

#### 4.5.4 Lodos Químicos

Como ya se mencionó cuando se caracterizaron los drenajes del C.P., Cosoleacaque (punto 4.5) los Lodos químicos provienen de los clarifloculadores de las Unidades de Pretratamiento de Agua, y deben recuperarse previo a la descarga, para que ésta no contenga demasiados sólidos.

El tratamiento de Lodos químicos se localiza en el Área Sur del Complejo y está constituido por un espesador de lodos, dos unidades centrifugadoras y el equipo de bombeo necesario (ver fig. 19).

El sistema funciona así: al pie de los clarifloculadores se tienen fosas para la captación de los lodos y por bombeo se envían al espesador (planta de tratamiento).

En el espesador, los lodos tienen un tiempo de residencia de 24 horas, tiempo en el que se precipitan al fondo del equipo, después se remueven activando el funcionamiento de las rastras y se obtienen lodos concentrados que van a las centrifugadoras. De ahí se descargan en una tolva de lodos y finalmente a camiones para su disposición final (relleno de terrenos tentativamente).

#### 4.6 Proyectos Asociados

Para el óptimo funcionamiento del Sistema de Tratamiento de Efluentes son necesarios otros procesos en relación al manejo del agua dentro del Complejo.

Entre ellos se encuentran:

a) Pretratamiento de Agua.- El Complejo Petroquímico Cosoleacaque recibe sus requerimientos de agua a través de los acueductos de Cangrejera y del río Huazuntlán, pero para su uso en los procesos de producción dicha agua requiere que se eliminen de ella, los sólidos suspendidos que contiene. Ello se logra a través de métodos físico-químicos (ver fig. 20).

Básicamente el funcionamiento de este sistema radica en sedimentar los sólidos suspendidos mediante polielectrolitos y

cal; después se atrapan los sólidos a través de filtros de arena, enviándolos por último a tratamiento de Lodos químicos (explicados en 4.5.4) y almacenando en tanques al agua pretratada.

b) Emisor Noreste.- A través de él se complementa el desalojo de aguas residuales, enviando el drenaje pluvial del Area Norte (plantas IV a VII de Amoniaco), purgas de torres de enfriamiento y efluentes de aguas negras tratadas al arroyo Largo o Mapachapa. La línea es de concreto armado, con un diámetro de 1.83 metros y una longitud de 870 metros.

#### 4.7 Parámetros Hidrológicos de Aguas Residuales y sus efectos en el ambiente

Una vez estudiado con amplitud el tratamiento que tienen las aguas de desecho en el Complejo, es conveniente referirnos a los parámetros indicadores de la calidad del efluente y que a final de cuentas nos darán elementos para señalar el tipo y características del Impacto Ambiental que causarán en el cuerpo receptor.

En este punto se describirán de manera general los parámetros, para en el siguiente capítulo evaluarlos con detenimiento comparándolos con las Condiciones Particulares de Descarga del Complejo.

Para su estudio, los parámetros indicadores de la calidad del agua se clasifican en físicos, químicos y biológicos; por tratarse de evaluar aguas de desecho de tipo industrial sólo describiremos los dos primeros grupos.

##### 1.- Parámetros físicos

a) Temperatura.- Generalmente la temperatura del agua residual es más alta que la del agua de suministro debido a la adición producida por el calor generado en la actividad industrial. Este parámetro es muy importante, pues el agua de desecho con temperatura elevada produce la disminución del oxígeno disuelto en el cuerpo receptor y en consecuencia se afecta la vida acuática (12).

b) Sólidos Suspendidos.- Son los sólidos presentes en el agua residual, perceptibles a simple vista; este parámetro se expresa en mg/l o en partes por millón (ppm). Su efecto en el medio es la disminución del oxígeno en el cuerpo receptor, ya que se depositan y descomponen causando igualmente la muerte de peces y evitando su reproducción.

Además un alto contenido de sólidos disueltos aumentan la conductividad eléctrica y también incorporarán salinidad al cuerpo receptor.

## 2.- Parámetros Químicos

a) Potencial de Hidrógeno (PH).- Es un término usado universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución en este caso del agua residual. El control del PH debe implementarse en las industrias, ya que valores extremos son corrosivos y atacan las estructuras de acero. Valores de PH ácidos están entre 0 y 7, mientras que de 7 a 14 serán alcalinos.

b) Grasas y Aceites.- Indica la concentración de sustancias grasas y oleosas contenidas en el agua de desecho. Se expresa en mg/l. Sus efectos en el medio son de consideración : pueden ocasionar el descenso de la capacidad de autodepuración en los cuerpos de agua y modifican los procesos biológicos.

c) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- Mide la capacidad de las bacterias comunes para digerir la materia orgánica, en un periodo de incubación de 5 días a 20 grados centígrados, analizando la disminución de oxígeno. Es importante porque determina el grado de contaminación de una corriente en cualquier momento y la capacidad de purificación de la misma. Se expresa en mg/l.

d) Demanda Química de Oxígeno (DQO).- Es la medida de la cantidad de materia orgánica presente en el agua residual, a través del oxígeno requerido para su oxidación. Se expresa en mg/l. Su importancia radica en que indica la presencia de sustancias tóxicas y sustancias orgánicas resistentes a la descomposición que pueden afectar a los cuerpos receptores.

Existen otros muchos parámetros, pero en relación a los objetivos del presente trabajo conviene limitarse a los anteriormente descritos.

## 4.8 Impuestos Ambientales : Pago por descarga de Aguas Residuales Industriales

El problema del desecho de aguas residuales industriales ha rebasado ya los límites estrictamente ecológicos y en definitiva ha obligado al Gobierno Federal a incrementar la eficiencia en el control de dichas descargas. Lo anterior se estableció a través de la Ley Federal de Derechos (Diciembre 1990) en la cual se determinan pagos a la Comisión Nacional del Agua por el derecho a descargar aguas residuales (13).

Las cuotas se fijan siguiendo tres criterios esenciales: la disponibilidad de agua en la región, el volumen de descarga y el contenido de contaminación (sólidos suspendidos y DQO) de la misma.

Sólo a manera de ejemplo, es posible efectuar un cálculo de la erogación que podría causar el descargar las aguas de desecho del CP Cosoleacaque.

Para ello es necesario aclarar que debemos conocer el volumen de descarga y el valor promedio de la DQO; los análisis de laboratorio del Complejo muestran que en el caso de los sólidos suspendidos se encuentran dentro de lo permisible por lo que no se aplicará ese cálculo.

#### Nota Importante.

Los cálculos monetarios son en pesos anteriores a 1993.

1. Primero se debe calcular la descarga en m<sup>3</sup>/mensuales. Si sabemos que el emisor de 36" del CP Cosoleacaque a "Las Matas" tendrá un gasto de 1,500 GPM debemos convertir ese valor a m<sup>3</sup> :

$$\begin{aligned} 0.159 \text{ m}^3 &= 42 \text{ gal.} \\ X &= 1\,500 \text{ gal.} = 5.67 \text{ m}^3/\text{min.} \end{aligned}$$

$$5.67 \text{ m}^3/\text{min.} = 8\,177.15 \text{ m}^3/\text{día} = 245\,314.28 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Descarga mensual: } 245\,314.28 \text{ m}^3.$$

2. Las disposiciones fiscales determinan la cuota de \$400.00 para descargas mayores a 3000 m<sup>3</sup>/mes; por lo que debemos multiplicar la descarga mensual del Complejo por dicho valor:

$$245\,314.28 \times \$400.00 = \$98'125\,712 \text{ mensuales}$$

Es decir se pagarán más de 98 millones de pesos sólo por el volumen descargado.

3. A esa cantidad deberá agregarse el pago por concepto de DQO en la descarga. Para ello se puede establecer un promedio en el Complejo Cosoleacaque de DQO = 300 mg/l.

Las disposiciones establecen que se pagará la diferencia que exceda al límite permisible en DQO que es de 100 mg/l. Por lo tanto, la diferencia será de 200 mg/l.

Efectuando el cálculo.

$$200 \text{ mg/l} = 0.000200 \text{ kg/l}$$

$$0.000200 \text{ kg/l} \times \frac{1000 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \times 5.67 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$1.134 \text{ kg/min.} \times 1440 \text{ min./día} = 1\,632.96 \text{ kg/día}$$

$$\text{Por lo tanto: D.Q.O.} = 48\,988.8 \text{ kg/mensuales.}$$

Este valor se multiplica por la cuota establecida por concentración de DQO que es de \$260.00

Entonces:

$(48\ 988.8 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}) (\$260.00) = \$12'737\ 088$  mensuales

Es decir se pagarán más de 12.5 millones de pesos al mes por la cantidad de DQO en la descarga.

Es pertinente señalar que estas cuotas y disposiciones fiscales no aplican en caso de que se cumplan con las Condiciones Particulares de Descarga o bien se esté construyendo un sistema de tratamiento para las aguas de desecho (para lo cual debe solicitarse a Comisión Nacional del Agua una prórroga); lo que no puede negarse es que estos Impuestos Ambientales son ya un nuevo elemento a considerar por los responsables de las actividades industriales en nuestro país.

## CUADRO VII

PERFIL AGUAS DE DESECHO  
INDUSTRIA PETROLERA

CONTAMINANTE	EVALUACION
Sólidos Suspendidos	C
Salinidad	C
Variación PH	C
Grasas y Aceites	M
DBO	M
DQO	M
Temperatura	C
Color	I
Metales Pesados	V
Cianuros	C
Cromatos	C
Fosfatos	V
Amoniaco	C
Productos Orgánicos	M
Fenoles	C

## CLAVES:

M = Factor mayor  
 C = Contribuye al problema  
 V = Variable  
 I = Insignificante

Fuente: Kemer Frank. Manual del Agua.  
 Edit. McGraw Hill (1982) Cap.40 p.6

## CUADRO VIII

CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA  
 COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE  
 (Descarga al Arroyo Xicaco-Buenavista)

PARAMETRO	PROMEDIO MENSUAL 8 MUESTRAS DIF. DIAS NO EXCEDERA DE:	NINGUNA MUESTRA INDIVIDUAL EXCEDERA DE:
DBO 5	110 mg/l	120 mg/l
Sólidos Suspendidos Totales	110 mg/l	120 mg/l
Grasas y Aceites	10 mg/l	15 mg/l
PH		6-9
Temperatura		35 C
Sólidos Sedimentables		1.0 ml/l
Color		100 unidades
Sulfuros		0.5 mg/l
Nitrógeno Amoniacal		1.8 mg/l
Fosfatos		5 mg/l
Fenoles		1.0 mg/l
Cianuro		0.02 mg/l
Cromo Hexavalente		0.1 mg/l
Plomo		0.1 mg/l
Mercurio		0.2 mg/l
Coliformes Totales		2000 NMP/100 ml
Materia Flotante		Ninguna que se retenga en malla de 3 mm de claro libre cuadrado.

Fuente: Oficio SEDUE 410-11068).

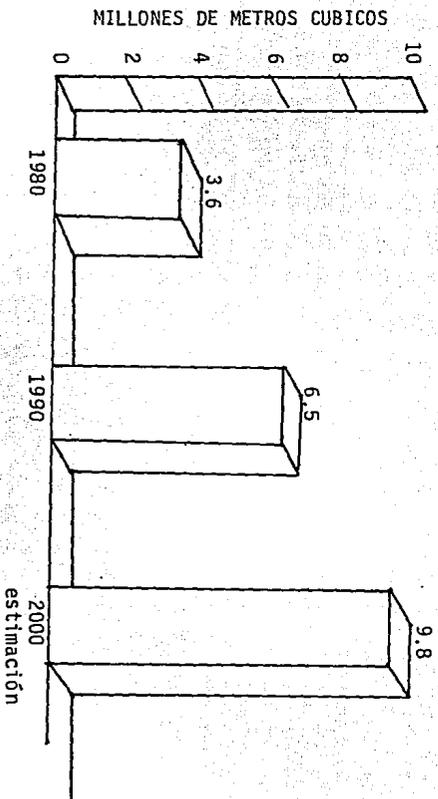
## CUADRO IX

PRINCIPALES CONTAMINANTES EN EFLUENTES CRUDOS DEL  
C.P. COSOLEACAQUE (Esquema Simplificado)

AREA O PLANTA	CONTAMINANTES
Plantas Amoniaco (I a VII)	Agua Aceitosa (Hidrocarburos) Condensado de proceso (Amoniaco)
Planta Acrilonitrilo	Soluciones acuosas con contenido de Cianuros. Sulfato de Amonio acido
Planta Paraxileno	Agua con Xilenos que puede contener Cromatos, Fosfatos y Amoniaco.
Pretratamiento de agua	Lodos Químicos con Alumbre y Carbonato de Calcio.
Unidades Tratamiento de Agua (Fosas Neutralización)	Enjuague de Regenerantes (Acido Sulfúrico y Sosa Cáustica).

Fuente. Petróleos Mexicanos  
SPCO. Sistema Tratamiento  
Efluentes C.P. Cosoleacaque  
p.10

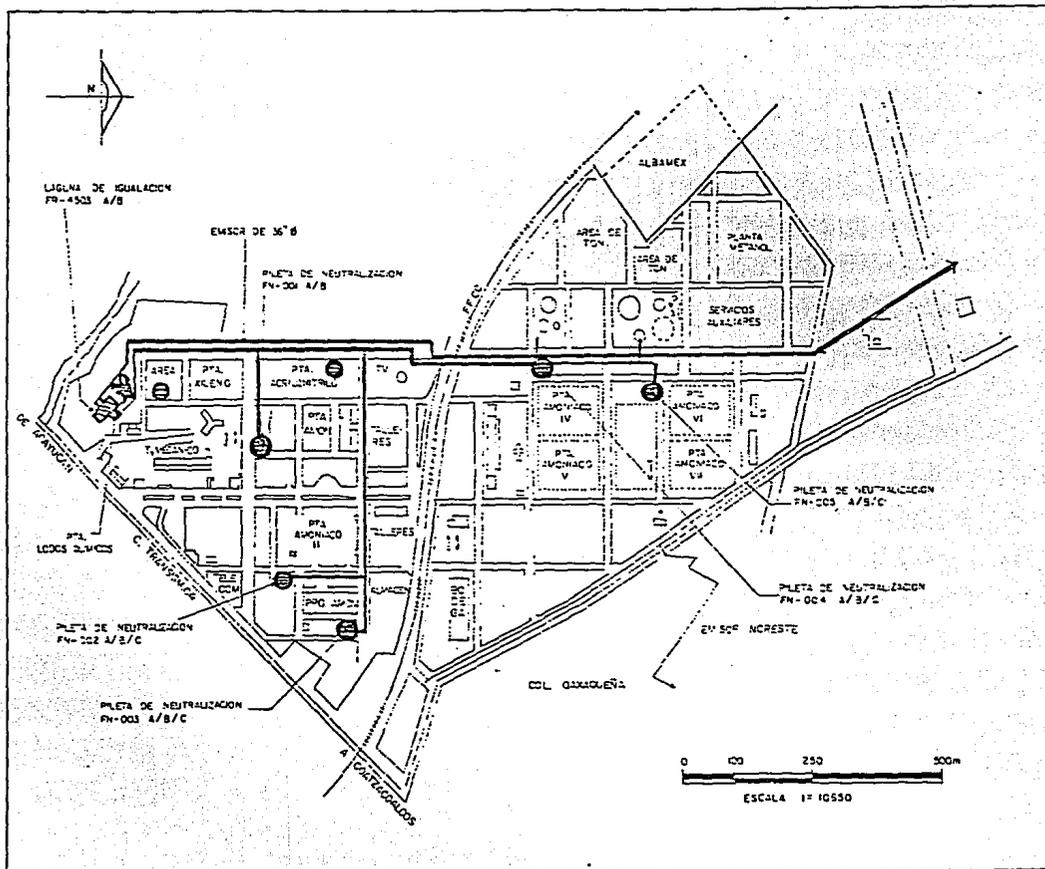
FIGURA 13 DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES EN MEXICO



Gráficas elaboradas en base a datos de:  
SEDUE (1986) Informe del Medio Ambiente  
en México p.30

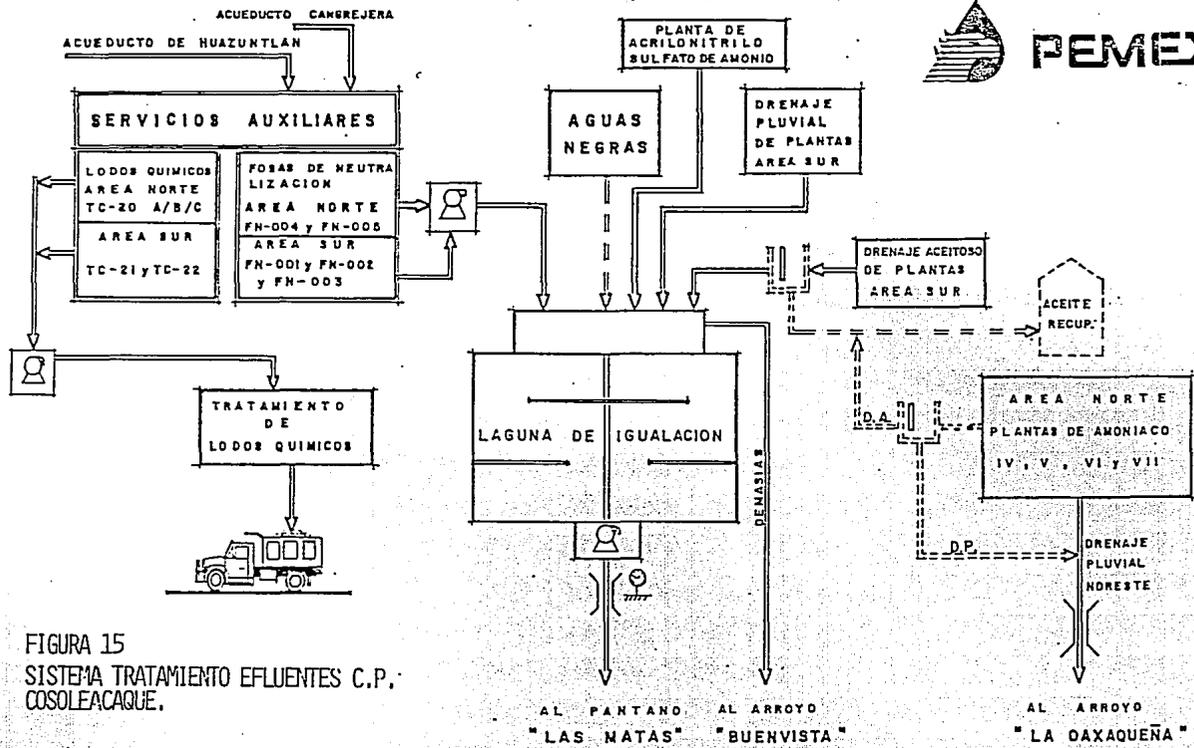
Elaboró: Martín Galván

FIGURA 14 LOCALIZACION SISTEMA TRATAMIENTO EFLUENTES C.P. COSOLEACAQUE.





**PEMEX**



**FIGURA 15**  
**SISTEMA TRATAMIENTO EFLUENTES C.P.**  
**COSOLEACAQUE.**

**OBJETIVO:** SEGREGAR DRENAJES, TRATAR EFICIENTEMENTE AGUAS RESIDUALES Y EVITAR IMPACTAR AL MEDIO AMBIENTE EXTERIOR.

**DESCRIPCION:** LAS AGUAS NEUTRALIZADAS DE LAS UNIDADES DESMINERALIZADORAS DE LAS AREAS NORTE Y SUR, DRENAJES PLUVIALES DE PLANTAS DE ACRILONITRILLO, PARAXILENOS Y AMONIACO I, II Y III; SULFATO DE AMONIO DE PTA. DE ACRILONITRILLO; AGUA DE ENFRIAMIENTO (PURGAS DE EQUIPO) Y AGUAS NEGRAS TRATADAS SE HOMOGE - NIZARAN EN DOS LAGUNAS DE IGUALACION Y SE ENVIARAN AL PANTANO "LAS MATAS" POR UN EXISOR DE 36" Ø POR 7 KM. DE LONG.

EL AGUA DE LOS ACUEDUCTOS DE HUAZUNTLAN Y CANGREJERA TIENE UN PRETRATAMIENTO PARA SEPARAR LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS POR METODOS FISICOQUIMICOS COMPLEMENTADO CON EL TRATAMIENTO DE Lodos QUIMICOS. ESTOS SON RECUPERADOS Y EMPLEADOS PARA RELLENO SANITARIO.

C.P. COSOLEACAQUE

**PETROLEOS MEXICANOS**  
 SUPERINTENDENCIA GENERAL PROYECTO Y CONSTRUCCION  
 DE OBRAS ZONA SUR  
 JEFATURA DE PROTECCION AMBIENTAL

FIGURA 16 FOSAS SE NEUTRALIZACION C.P. COSOLEACAQUE



PROYECTO: Q-171-74-01

NEUTRALIZAN LAS CORRIEN  
TES ACIDAS Y ALCALINAS  
PROVENIENTES DE LOS  
SISTEMAS DE PROCESO,  
UTILIZANDO PARA CORRIEN  
TES ACIDAS HIDROXIDO DE  
SODIO, Y PARA CORRIEN-  
TES ALCALINAS ACIDO  
SULFURICO, OBTENIENDO  
ASÍ UN PH NEUTRO.

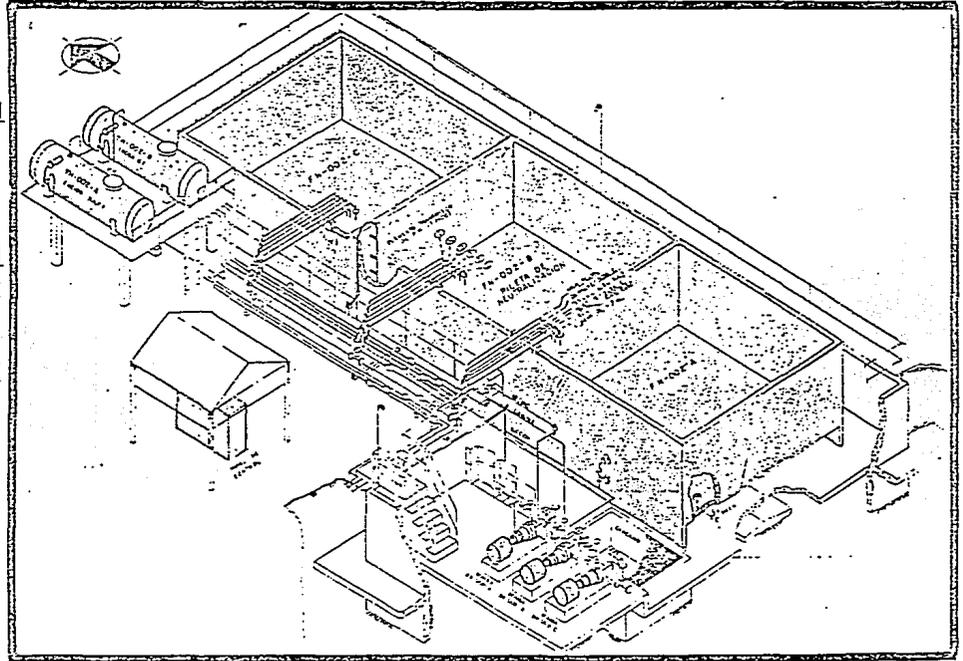


FIGURA 17 LAGUNAS DE IGUALACION



PROYECTO: Q-171-74-01

PROPORCIONAN UN AMORTIGUA  
MIENTO ADECUADO DE LAS  
FLUCTUACIONES ORGANICAS  
E INORGANICAS, CON OBJETO  
DE PREVENIR CHOQUES DE  
CARGA A LOS SISTEMAS  
BIOLOGICOS, CONTROLANDO  
PH, TEMPERATURA Y OXIGENO  
DISUELTO.

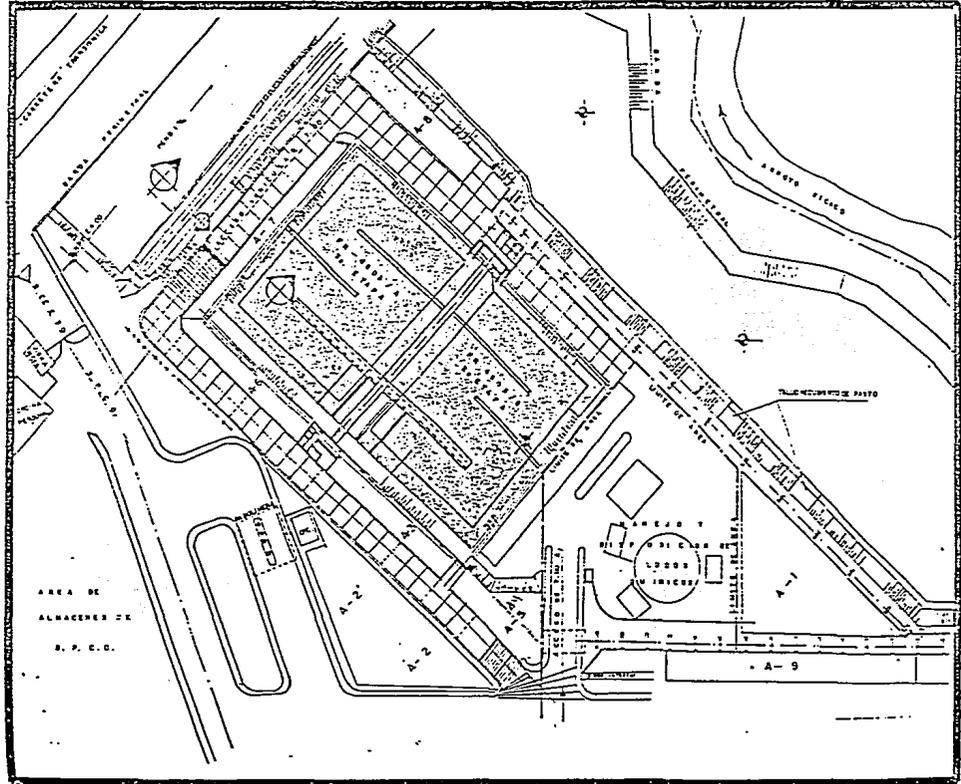
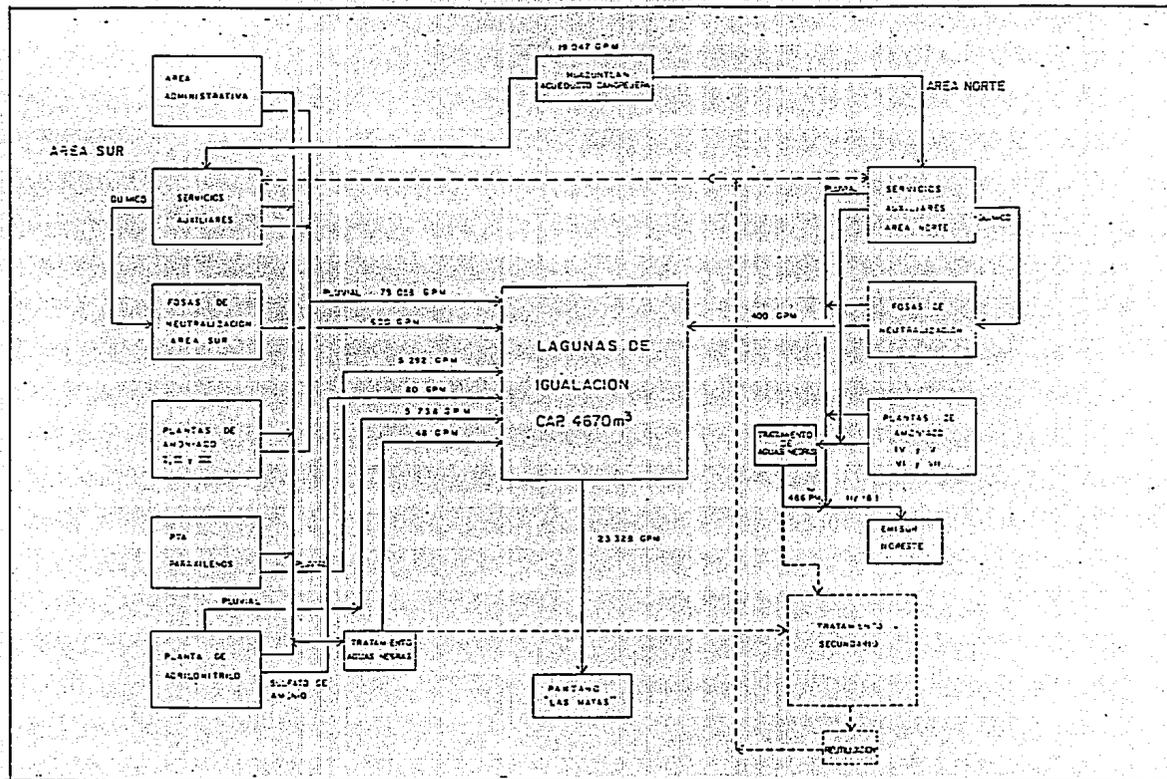


FIGURA 18 GASTO DE EFLUENTES ENVIADOS A LAGUNAS DE IGUALACION



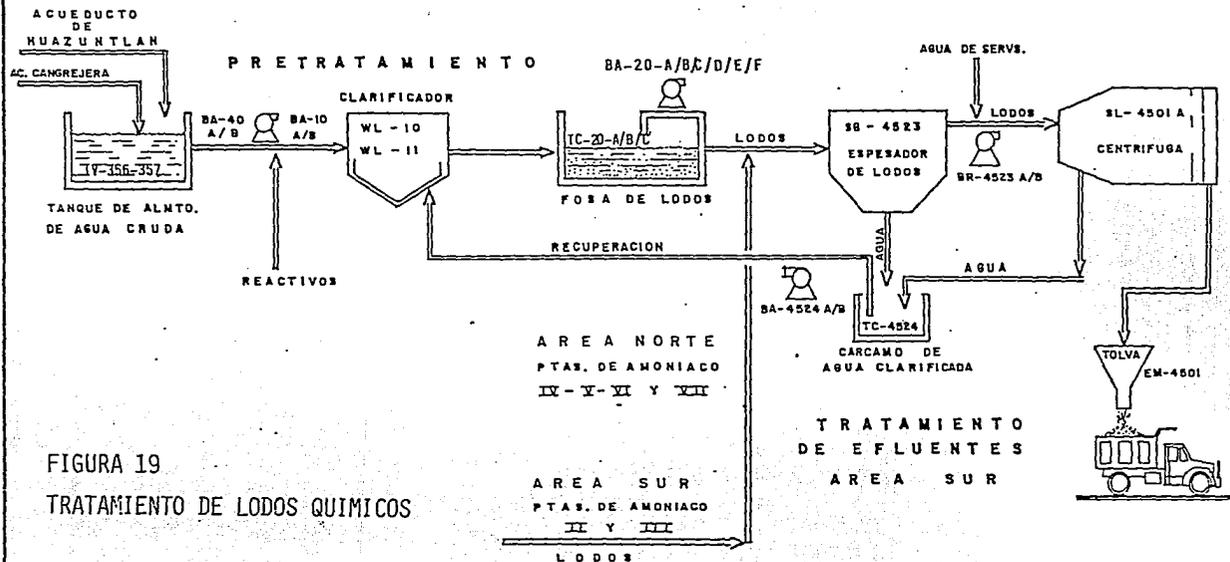


FIGURA 19  
TRATAMIENTO DE LODOS QUIMICOS

OBJETIVO : ELIMINACION DE LODOS QUIMICOS Y REUTILIZACION DEL AGUA RECUPERADA.

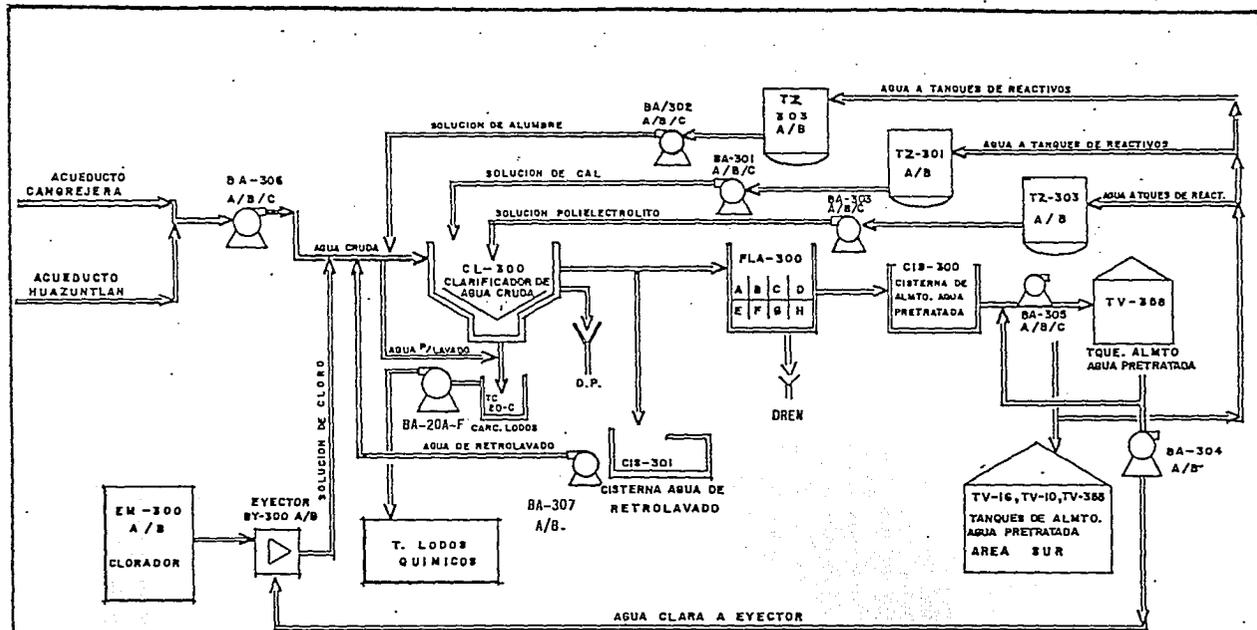
DESCRIPCION : - LOS LODOS QUIMICOS SON GENERADOS EN LOS CLARIFICADORES DONDE SE ELIMINAN LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS, DEL AGUA DE HUAZUNTLAN Y PRESA CANGREJERA, POR MEDIO DE AGENTES QUIMICOS COAGULANTES POLIELECTROLITOS Y CAL. LOS SOLIDOS SON RECUPERADOS EN CARCAMOS Y BOMBEOADOS A UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS DONDE SE RECOLECTAN EN UN SEDIMENTADOR, EN EL CUAL EL AGUA RECUPERADA SE ENVIA A PRETRATAMIENTO PARA REUTILIZARLA Y LOS LODOS SON ENVIADOS A UNA CENTRIFUGA DONDE SE ELIMINA LA HUMEDAD PASANDO A UNA TOLVA PARA SU POSTERIOR USO EN RELLENO SANITARIO.

C. P. COSOLECAQUE

PETROLEOS MEXICANOS

SUPERINTENDENCIA GENERAL PROYECTOS Y CONST. N.  
DE OBRAS ZONA SUR

JEFATURA DE PROTECCION AMBIENTAL



OBJETIVO: - SEPARACION DE SOLIDOS MEDIANTE PROCESOS QUIMICOS DE LAS CORRIENTES DE LOS ACUEDUCTOS DE HUAZUNTLAN Y CANGREJERA, PARA UTILIZARLAS EN LOS DIFERENTES PROCESOS DENTRO DEL COMPLEJO PETROQUIMICO.

DESCRIPCION: - EL AGUA PROVENIENTE DE LOS ACUEDUCTOS DE HUAZUNTLAN Y CANGREJERA SE RECIBE EN EL CLARIFICADOR CL-300, ANTES DE RECIBIR EL AGUA SE ADICIONA CLORO Y ALUMBRE. UNA VEZ EN ESTE EQUIPO SE ADICIONA CAL Y POLIELECTROLITO PARA SEDIMENTAR LOS SOLIDOS EN SUSPENSION DESPUES EL AGUA ES PASADA POR FILTROS DE ARENA Y ALMACENADA EN LA CISTERNA CIS-300 Y ENVIADA AL TANQUE TV-358; ANTES DEL TANQUE UNA CORRIENTE ES MANDADA A LA RED GRAL. AREA SUR. LOS LODOS RESULTANTES SON ENVIADOS A TRATAMIENTO DE LODOS QUIMICOS EN EL AREA SUR.

FIGURA 20

TREN DE PRETRATAMIENTO DE AGUA

C. P. COSOLEACAQUE

PETROLEOS MEXICANOS  
SUPERINTENDENCIA GENERAL DE PROYECTO Y CONSTR.  
DE OBRAS ZONA SUR

JEFATURA DE PROTECCION AMBIENTAL

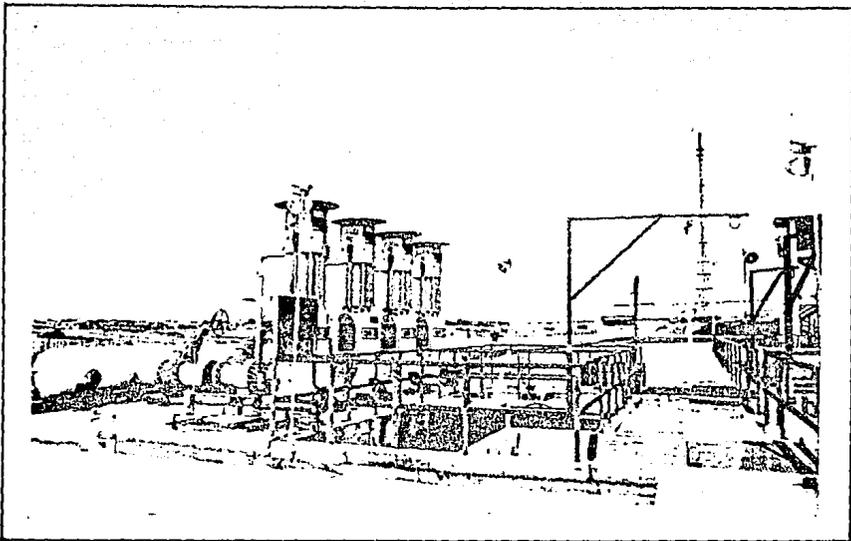


Foto 7.- Cárcamo de bombeo y Emisor 36 pulgadas en el Area Sur del C.P. Cosoleacaque (Tratamiento de Efluentes).

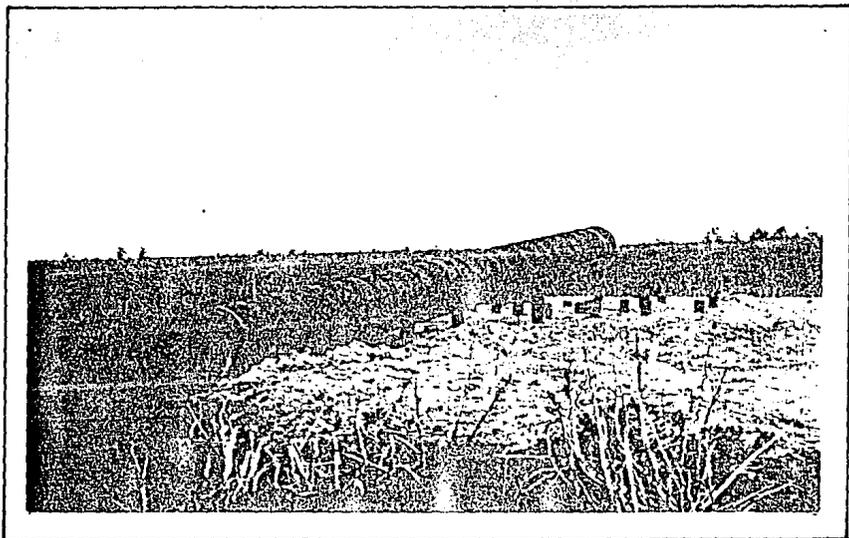


Foto 8.- Aspecto del Emisor 36 pulgadas de diámetro durante su construcción en "Las Matas" por la Cía. Protexa.



Foto 9.- Canal a la llegada del Emisor Industrial en el Pantano "Las Matas".

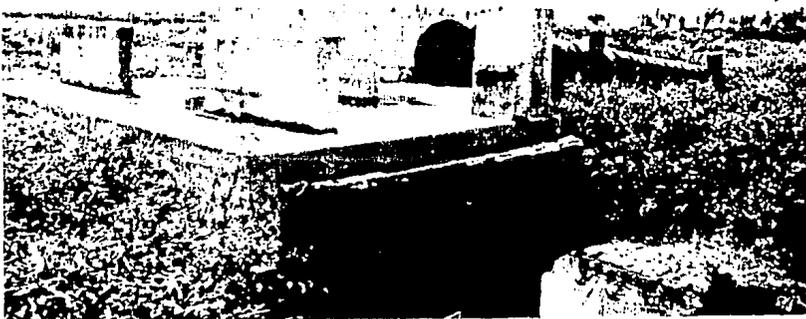


Foto 10.- Vertedor (obra de descarga) en "Las Matas" con un sistema de rompientes para desalojar las aguas residuales.

CITAS BIBLIOGRAFICAS  
CAPITULO 4

- (1) Kemer N. Frank Manual del Agua  
Edit. McGraw-Hill, 1982 Cap. 31-p.12
- (2) Instituto Mexicano del Petróleo "Tratamiento de Efluentes"  
Subdirección Desarrollo Profesional México, 1990 p. 17
- (3) Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología (SEDUE)  
"Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente"  
Título I Capítulo V Sección VI p. 27 Porrúa, México, 1990.
- (4) Ibid "Reglamento para la Prevención y Control de la  
Contaminación del Agua" Capítulo IX p. 214
- (5) Lugo Alfonso (et. al.) "Biotratamiento de Aguas Residuales"  
en Investigación Científica y Tecnológica No. 203,  
Agosto 1993 CONACYT México p.13
- (6) Quadri Gabriel "Agua e Industria" en el Nacional  
México, D.F., 4 abril 1992 p.8
- (7) Kemer N. Frank Op. cit Cap. 40- p.1
- (8) Quadri G. Op. cit p.8
- (9) Petróleos Mexicanos SPCO Sistema Tratamiento Efluentes del  
C.P. Cosoleacaque (Q-171-74-01), 1990 p.26
- (10) Petróleos Mexicanos Op. cit. p.27
- (11) Petróleos Mexicanos SPCO Unidad de Protección Ambiental.  
"Línea Emisor 36 pulgadas del C.P. Cosoleacaque al Pantano  
Las Matas", 1991 p.6
- (12) Instituto Mexicano del Petróleo Op. cit. p.29
- (13) Comisión Nacional del Agua "Guía para la determinación del  
Importe del Derecho por Descarga de Aguas Residuales  
Industriales" México, 1991 p.10

## CAPITULO 5 : EVALUACION Y ANALISIS DE IMPACTOS AMBIENTALES EN "LAS MATAS"

Los capítulos precedentes han examinado temas como la teoría de los impactos ambientales (Cap.1), el centro industrial (Cap.2), el pantano como sistema ecológico (Cap.3) y el control de los efluentes (Cap.4).

Ello permite tener elementos suficientes para en este quinto capítulo, identificar y evaluar los Impactos Ambientales que las aguas residuales del C.P. Cosoleacaque producirán en el Pantano "Las Matas".

Para efectuar la evaluación se ha seleccionado como metodología, el análisis comparativo de los efluentes del Complejo con sus Condiciones Particulares de Descarga.

Se analiza también la conveniencia política de cancelar las descargas actuales; para concluir se explican algunas propuestas de manejo para éste espacio geográfico.

### 5.1 Análisis Comparativo del Agua Residual del Complejo y las Condiciones Particulares de Descarga.

En este apartado es muy importante señalar la dificultad que representa el obtener datos extremadamente precisos de los parámetros físico-químicos que permitan efectuar el análisis comparativo que se ha seleccionado como método de evaluación.

La razón es que los efluentes del Complejo pueden tener variaciones muy grandes en cuanto a concentración de contaminantes o en gasto (caudal), entre un muestreo y otro, o incluso en diferentes horas de un mismo día; esto se debe a múltiples factores como, las fases de los procesos de producción en cada planta, la presencia de precipitación pluvial, etc.

Por lo anterior, se ha tratado de obtener valores promedio que sean representativos de las aguas de desecho del C.P. Cosoleacaque, durante los primeros cinco meses de 1993. Estos promedios se calcularon en base a los datos proporcionados por el Laboratorio Regional de Análisis Físico-Químicos que se encuentra en el C.P. Cangrejera, en el cual se analizan los efluentes de los Centros de Trabajo de PEMEX en la Zona Sur.

En favor del periodo elegido (Enero-Mayo 1993) hay que señalar dos razones principales:

- 1.- La actualidad de los análisis físico-químicos y el hecho de que para el año de 1993 ya han entrado en operación la totalidad de los equipos de la planta de tratamiento.
- 2.- El periodo analizado coincide con la época de estiaje y por ello son representativos del efluente, ya que la descarga se encuentra concentrada y sin la disolución que ocasiona la temporada de precipitación pluvial.

Algunas limitaciones que es necesario precisar es que en ciertos parámetros no se tiene especificación en las Condiciones Particulares de Descarga, por lo que se establecerán como límite los valores de la Norma Técnica Ecológica correspondiente NTE CCA 003/88 referente a las aguas de desecho de la industria petroquímica.

CUADRO X ANALISIS COMPARATIVO DE EFLUENTES  
C.P. COSOLEACAQUE.

Aguas Residuales C.P. Cosoleacaque

Valores Promedio Mensuales (Enero-Mayo 1993)

Parámetro	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.
Conductividad (Mmhos/cm)	595.3	160.08	730.5	543.0	1171.0
Oxigeno disuelto					
Sólidos suspendidos (p.p.m.)	17.3	125.6	45.5	30.0	41.0
Sólidos Sediment. (p.p.m.)	0.43	0.86	0.1	0.3	0.15
D.Q.O. (p.p.m.)	165.3	114.9	113.7	198.0	286.1
PH	7.1	9	8.5	9.4	9.9
Sulfuros (p.p.m.)	0.84	0.33	0.45	2.1	1.3
Grasas y Aceites (p.p.m.)	12.4	56.9	7.6	19.0	10.2
Temperatura OC	37.3	34	34	38.5	30

Análisis Comparativo con las Condiciones  
Particulares de Descarga del Complejo

Parámetro	Valor Promedio Ene-May 93	Condiciones Particulares Descarga
Conductividad	640.12	2000.0 *
Sólidos Suspen.	51.8	120.0
Sólidos Sedlm.	0.36	1.0
D.Q.O.	175.6	100.0 *
PH	8.7	6-9
Sulfuros	1.0	0.5
Grasas y Aceites	21.2	15
Temperatura	34.7	35

\* Norma Técnica  
NTE CCA 003/88

Interpretación.- El análisis comparativo muestra cuando menos tres parámetros fuera de especificación los cuales son: Demanda química de oxígeno (DQO), sulfuros y grasas-aceites.

Estos elementos son, en definitiva, condiciones de Impacto Ambiental desfavorables a la ecología del cuerpo receptor; sus efectos sobre el medio se describirán en el punto 5.2.

Las tablas comparativas también demuestran que han podido controlarse parámetros importantes tales como la temperatura (que se mantiene por debajo del límite), el PH que se muestra ligeramente alcalino. Los sólidos suspendidos y la conductividad en la descarga han podido mantenerse bajo control mediante los procesos de tratamiento que ya se han revisado, aún cuando eventualmente pueden presentarse valores extremadamente altos.

## 5.2 Evaluación de los Factores Incidentes de Impacto Ambiental en "Las Matas".

Evaluando los parámetros que incidirán sobre el cuerpo receptor se presentarán los siguientes efectos:

- a) En cuanto A LA D.Q.O. vemos que su valor promedio se halla casi al doble de los permisible; por lo que es de esperarse que represente un indicador de la presencia de sustancias tóxicas que se incorporarán al pantano.
- b) Las grasas y aceites presentes en la descarga ocasionarán depósitos oleosos que sufrirán procesos de intemperización, pero debido a su concentración y al grado de degradación del pantano, permanecerán en el ambiente sin una biodegradación completa. Con ello descenderá la capacidad autodepuradora de este ecosistema.
- c) Los sulfuros incorporados al cuerpo receptor reaccionarán en los ambientes anaerobios de las Matas interfiriendo la actividad bacteriana natural del ambiente.
- d) Adicionalmente la descarga del C.P. Cosoleacaque presenta elevados índices en parámetros muy importantes como el nitrógeno amoniacal, en promedio 25 mg/l contra 1.8 mg/l permisible en Condiciones Particulares de Descarga. (1)

Esto se convertirá en un aporte excesivo de nutrientes que acelerarán los procesos de productividad del pantano.

- e) Otros compuestos peligrosos que puede contener la descarga aunque en bajas concentraciones pero de cualquier manera con efectos en el medio son el cromo hexavalente (empleado en el Complejo como anti-incrustante) elemento no biodegradable, y los cianuros provenientes de la planta de Acrilonitrilo (únicamente en el caso de situaciones eventuales)

### 5.3 Impacto en la Ecología del Pantano por la Descarga Residual.

Mediante la interpretación de los factores analizados en este trabajo es posible definir el tipo y magnitud de los impactos ambientales desfavorables que ocasionarán las aguas residuales tratadas del Complejo en "Las Matas".

Básicamente se presentarán estas alteraciones:

- 1) Alteraciones en los ciclos de nutrientes (nitrógeno, fósforo) que se efectúan en Las Matas ya que las descargas serían permanentes, sin tomar en cuenta las variaciones estacionales (estiaje-lluvias) de los procesos metabólicos del pantano.
- 2) Fuerte contribución a los procesos de Eutroficación en el pantano Las Matas debido a un excesivo aporte de elementos nutrientes; estas condiciones pueden conducir a una evolución ecológica acelerada (distrofia) que llevaría -a largo plazo- a la desaparición del ecosistema original (2).

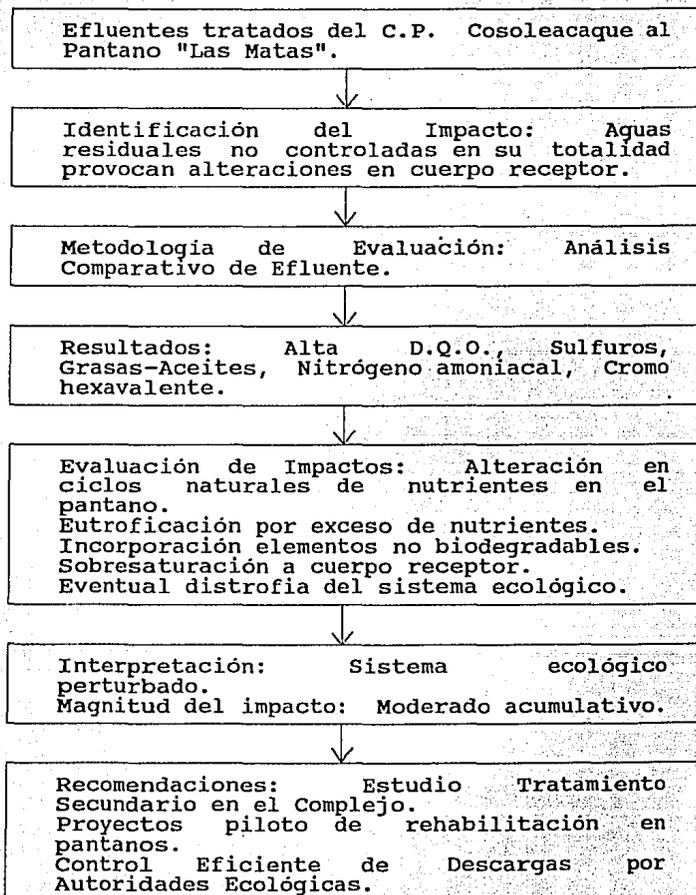
Esto supondría graves desequilibrios al sistema fluvial del río Coatzacoalcos.

- 3) Este proceso de eutroficación provoca además la disminución de los niveles de oxígeno que aunque escasos en el ambiente pantanoso, juegan un papel importante en las funciones degradadoras de las bacterias y en virtud de ello se verán reducidos los procesos de depuración de las aguas residuales vertidas en él (3)
- 4) El volumen y constancia no sólo de esta descarga sino de todas las que se desechan aquí, rebasan en exceso la actividad y degradación microbiana; dichas acciones se ven inhibidas por la presencia de fenoles alcoholes y otros derivados de hidrocarburos (4)
- 5) La presencia documentada de hidrocarburos aromáticos y los puntos anteriores señalan la insuficiencia del sistema de "Las Matas" para degradar los contaminantes de las aguas de desecho. (ver. fig. 21)

De tal forma se puede evaluar la magnitud del impacto por las aguas residuales desechadas en el pantano Las Matas como moderado y acumulativo. Sin embargo no debe olvidarse que este cuerpo receptor es un ambiente considerado perturbado de manera irreversible, por investigadores como Botello y Toledo, los cuales conocen a profundidad esta área.

FIGURA 21

## IMPACTO AMBIENTAL POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES EN EL PANTANO "LAS MATAS"



#### 5.4 Impacto Sociopolítico en Minatitlán por la Reubicación de la Descarga.

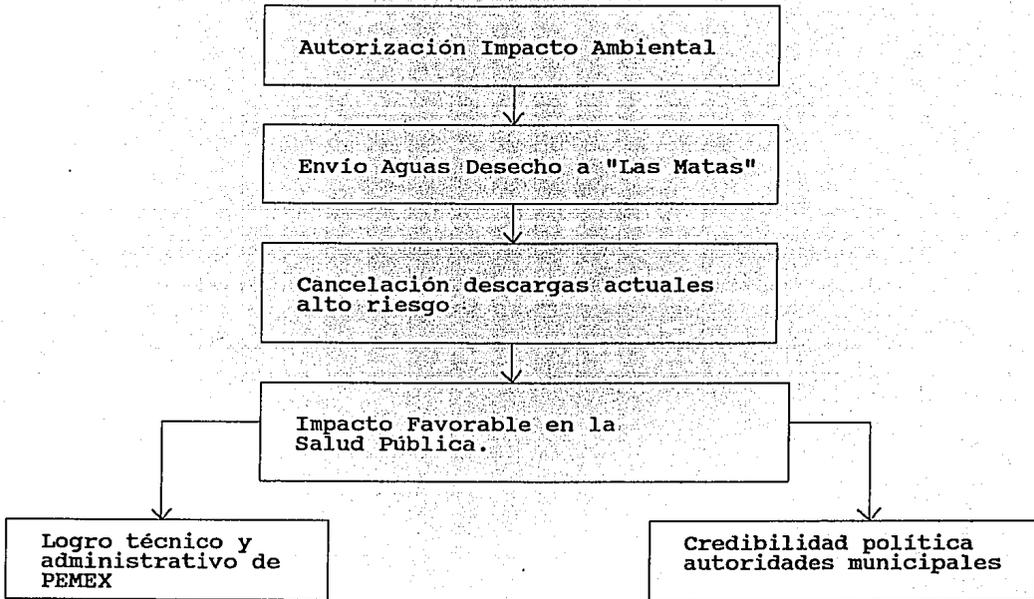
La virtual aceptación por parte del Instituto de Ecología para enviar directamente las aguas de desecho del Complejo hacia "Las Matas" tiene evidentes impactos sociopolíticos en Minatitlán, en particular en las colonias afectadas por las actuales descargas y que son principalmente la Buenavista Norte y Sur, Rosalinda, 20 de Noviembre y Petrolera.

Durante poco más de 25 años que tiene operando el Complejo, la ciudadanía de Minatitlán, ha vivido encerrada en una verdadera "bomba de tiempo" complementada con las viejas instalaciones de la Refinería "Lázaro Cárdenas"; buena parte de ese tiempo, agrupándose en distintas organizaciones sociales, la población ha venido pidiendo y en ocasiones exigiendo -sin éxito hasta la fecha- la cancelación de los drenajes industriales del Complejo en virtud de su alto riesgo.

Aun cuando ese hecho no los libraría por completo de los riesgos asociados a la incompatible relación área industrial -zonas habitacionales, cuando menos elimina un factor (las descargas) importante, aunque persistirán otros igualmente nocivos, menos perceptibles como la contaminación atmosférica.

En este ámbito, en resumen, será un impacto favorable a la salud pública, que se ampliará hacia dos vertientes: por un lado, será un logro técnico y administrativo para Petróleos Mexicanos y por otro un argumento político de credibilidad para el gobierno municipal de Almanza Kats. (ver fig. 22)

IMPACTO SOCIOPOLITICO POR REUBICACION DE LA DESCARGA DEL C.P. COSOLEACAQUE



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### 5.5 Posibles medidas para el manejo del Pantano "Las Matas".

La conservación y aprovechamiento racional de los pantanos en general y de "Las Matas" en particular tropieza con la franca ignorancia de su trascendencia ecológica, y por ello es escaso el apoyo a los proyectos en áreas pantanosas, señalándolos como improductivos (5).

En cuanto a las descargas residuales del Complejo, la propuesta es efectuar un serio análisis de la necesidad de tratamiento secundario a las aguas de desecho, calculando costos en comparación con las fuertes erogaciones que se tendrán que pagar a la Comisión Nacional del Agua.

En ese sentido existían varias propuestas, por ejemplo, la del Depto. de Protección Ambiental SPCO que sugería un sistema de dosificación de fósforo y adición controlada de bacterias.

Las perspectivas de ejecutar acciones para el manejo del Pantano "Las Matas" no son abundantes ni halagadoras, por lo que sólo se hará referencia a dos propuestas más o menos concretas.

#### 5.5.1. Proyectos Piloto para rehabilitación de pantanos.

a) A nivel casi experimental, algunos técnicos del Instituto Mexicano del Petróleo en Tamaulipas y Veracruz han desarrollado un producto denominado IMP Lebac a base de bacterias mejoradas degradadoras de hidrocarburos, con la finalidad de restaurar pantanos afectados.

Esta técnica se conoce como Bioremediación mejorada; aunque en laboratorio y muy pequeñas áreas ha dado resultados de una regeneración más rápida, su limitante es su alto costo de producción (unos \$100 mil pesos anteriores el kg).

b) De mayor peso -al menos en primera instancia- es el plan de manejo de este pantano a través de un sistema de esclusas y desniveles: técnica canadiense que está en periodo de prueba. Este proyecto sí contaría con la colaboración de instituciones como PEMEX, la SEDESOL a través del Instituto de Ecología, el Gobierno del Estado de Veracruz y la Asociación de Industriales del mismo (6).

#### 5.5.2 Factibilidad técnica y financiera.

Rehabilitar es inducir mediante técnicas adecuadas una regeneración -hasta donde sea posible- en las condiciones originales de una área. Esta definición permite comprender que estas acciones no son sencillas y tienen altos costos de realización.

La segunda opción que señalamos en 5.5.1 parecería más viable, ya que se tendría asesoría técnica de Canadá, país con grandes adelantos en Ecología y en disposición de desechos industriales.

Es probable también un apoyo crediticio del exterior para poner en práctica estos trabajos; a ello contribuiría decisivamente la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio que incluye acuerdos de colaboración en materia de Protección Ambiental entre las tres naciones de Norteamérica.

Sería necesario para evitar malos manejos de estas probables inversiones que previamente, una comisión especializada de investigadores y técnicos estudiara con detenimiento las propuestas y dictaminara si en realidad induciría a un mejoramiento en las condiciones ambientales del pantano Las Matas.

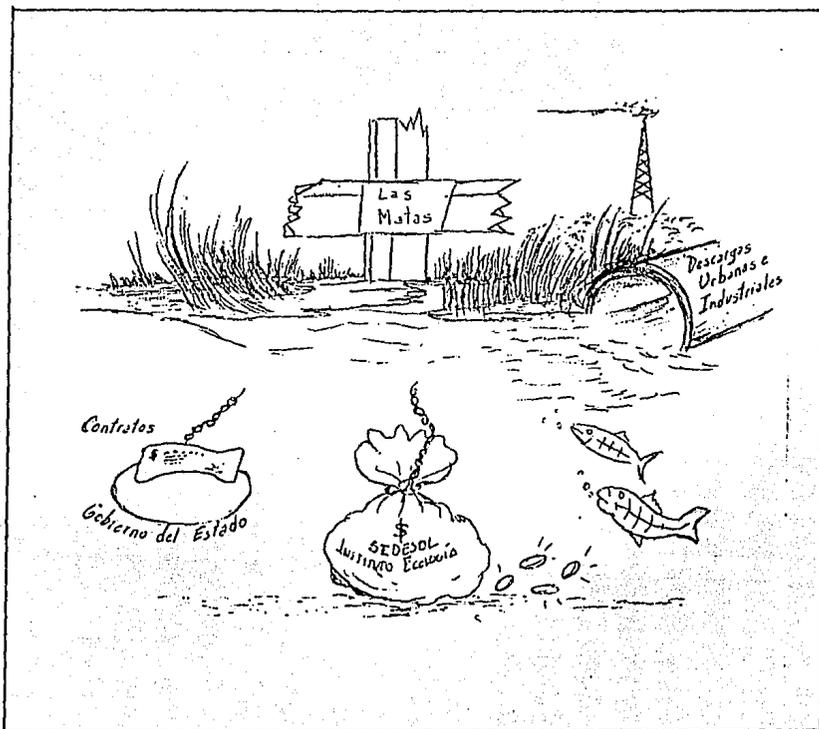


Figura 23.- ' Visión crítica de la prensa local sobre los agudos problemas de contaminación por aguas residuales.

Caricatura tomada (con modificaciones) de Diario del Istmo. Coatzacoalcos, Ver. 23 de Enero de 1992.

## CITAS BIBLIOGRAFICAS

## CAPITULO 5

- (1) Instituto Mexicano del Petróleo "Caracterización de las Descargas de Aguas Residuales del Complejo Petroquímico Cosoleacaque" Cosoleacaque, Ver. Agosto 1988.
- (2) Oliver S. Raúl "El Medio Ambiente de las Aguas Continentales" en Ecología y Subdesarrollo en América Latina. Edit. Siglo XXI 1983 p.70
- (3) Williams Michael "Understanding Wetlands". Institute of Brithish Geographers England U.K. 1990 p.21
- (4) Botello A. (et.al) "La Contaminación en la región del río Coatzacoalcos" en Ciencia y Desarrollo No. 86 May/Jun 1989 CONACYT, México p.37
- (5) Toledo A. (et.al) "Los Pantanos de México" en Ciencia y Desarrollo No. 89 Nov/Dic. 1989 CONACYT, México.p.82
- (6) Landa A. "Pantanos para combatir la contaminación en Coatzacoalcos" en Diario del Istmo. Coatzacoalcos, Ver. 22 Marzo 1991. p.6

## CAPITULO 6: CONSIDERACIONES FINALES.

El desarrollo del trabajo permite establecer las siguientes consideraciones:

- 1.- En respuesta a las hipótesis planteadas, en relación a si es adecuada la elección del pantano Las Matas como cuerpo receptor, no es posible afirmarlo del todo, ya que hemos visto que producirá efectos ecológicos de consideración.

Sin embargo, tal como se comentó al revisar la teoría de los impactos ambientales, y de hecho este caso específico así lo demuestra, el comportamiento y ocurrencia de éstos no es siempre unidimensional, sino que en gran parte de los ejemplos concretos, los impactos se presentan como fenómenos complejos.

Es importante, entonces, subrayar que esta reubicación de los efluentes del C.P. Cosoleacaque a "Las Matas" presenta un análisis ambivalente; ciertamente es positivo en el sentido de seguridad pública, pero el daño ecológico a un sistema tan degradado puede ocasionar efectos aún mayores en la hidrología regional.

Ahora bien, no debe olvidarse que los problemas ecológicos tienen también un costo social: la miopía de haber visto durante años a este pantano como vertedero de desechos, ha provocado que no tenga ya capacidad biológica para funcionar como autodepurador de aguas residuales y si, en cambio, ha extremado los desequilibrios ecológicos y aún económicos, al verse disminuida gravemente la actividad pesquera que todo el sistema hidrológico del río Coatzacoalcos sustentaba.

El problema de la disposición de efluentes del Complejo no tiene otra alternativa, ni técnica ni locacional: se descarga en Las Matas o se continúan los riesgos a las zonas urbanas marginales de Minatitlán. La resolución más sensata es que la descarga al pantano debe autorizarse bajo estricto control ecológico y legal, e invertir en la tecnología anti-contaminante adecuada.

- 2.- El monitoreo constante de sus efluentes muestra que el actual sistema de tratamiento del Complejo, no es suficiente para evitar los efectos negativos en el cuerpo receptor. Por ello como se mencionó antes, debe analizarse a profundidad la conveniencia de un sistema secundario o las alternativas descritas en 5.5.1 tomando en cuenta las fuertes erogaciones que implica la descarga en las actuales condiciones.
- 3.- Han sido trascendentes las acciones federales de establecer cuotas a las descargas de aguas residuales. De esta manera el costo ecológico tiene ya una consideración financiera en los presupuestos de las industrias; de ser eficiente su aplicación, estos "impuestos ambientales" forzarán a corto y mediano plazo la construcción de más plantas de tratamiento.

- 4.- Una contribución importante a la contaminación local es la falta de tratamiento a las aguas negras urbanas de Minatitlán y Coatzacoalcos. Es urgente una resolución a este problema sobre todo considerando el crecimiento demográfico de ambas ciudades.
- 5.- Es innegable que la política ambiental de PEMEX ha evolucionado de responder únicamente en caso de contingencias a considerar cada vez más las obras ecológicas desde las fases de planeación (ingeniería) de los proyectos.

En teoría, los fuertes movimientos de reorganización administrativa de 1992 deben inducir a una optimización de las funciones de la Gerencia de Protección Ambiental de Petróleos Mexicanos y en consecuencia de sus políticas ecológicas. Aún con todo ello es lejana todavía la compatibilidad industria petrolera--ecología, debido a insalvables diferencias de intereses.

- 6.- En relación a la realización de estudios de impacto ambiental en Petróleos Mexicanos, éstos deben continuar, ser objetivos y precisos, porque cuando así sucede son de gran utilidad: en PEMEX deben desterrarse las ideas retrógradas de ocultar evidentes episodios de contaminación, y por el contrario, asumir responsabilidades y mostrar los avances reales que en la materia tiene la empresa.
- 7.- En ese mismo sentido, se propone la creación a nivel central y con representación en las diversas zonas administrativas, de una Subgerencia de Impacto Ambiental, que efectúe estudios precisos en áreas petroleras y asimismo sea un organismo capaz de agilizar los proyectos de autorización de la empresa ante las autoridades ecológicas.
- 8.- Se comprueba que el enfoque del profesional en Geografía sobre temas petroleros--ambientales es de valor, sobre todo porque procura un manejo amplio e integrado del medio, no restringido a especificaciones técnicas de ingeniería como sucede con frecuencia. Por esta razón, es lamentable su muy escasa participación laboral en estos medios, que sólo crecerá en la medida que se demuestre su competencia.
- 9.- En otro ámbito, se sugiere la creación en el Instituto Tecnológico de Minatitlán, de la carrera de Ingeniería Ambiental, con la finalidad de formar recursos humanos en esta área: cuando menos los primeros pasos se han dado a ese respecto, ya que la División de Posgrado del instituto ha promovido cursos de Impacto Ambiental.
- 10.- Finalmente este trabajo intenta demostrar la gravedad de los patrones de industrialización de treinta años a la fecha, en que las políticas ambientales no fueron previstas y cuando lo fueron se vieron relegadas por intereses comerciales inmediatos; así como en Minatitlán--Coatzacoalcos aparecen en diversas regiones del país tales consecuencias, que son ahora, las realidades ecológicas de México.

## G L O S A R I O

- abiótico.- Lo referente a los elementos fisico-químicos que carecen de vida.
- adsorción.- Fenómeno por el cual moléculas de un gas o líquido se fijan dentro de una fina capa superficial de determinadas sustancias sólidas, pudiendo ser de naturaleza físico o química.
- aerobio.- Todo proceso o microorganismo que se desarrolla en presencia de oxígeno molecular libre.
- agua residual.- Líquido de composición variada proveniente de uso municipal, industrial, comercial, agrícola o de otra índole, ya sea pública o privada y que por tal motivo sufra degradación en su calidad original.
- ambiente.- Conjunto de elementos bióticos y abióticos, naturales o introducidos por el ser humano que interactúan entre sí en un espacio y tiempo determinado.
- anaerobio.- Todo proceso o microorganismo que se desarrolla en ausencia de oxígeno molecular libre.
- autodepuración del agua.- Depuración de aguas por procesos biológicos y físico-químicos naturales que da por resultado la transformación de sustancias orgánicas y parcialmente no orgánicas.
- biota.- Todos los organismos vivos de una región o sistema.
- bioacumulación.- Aumento continuo de la concentración de una sustancia en cada eslabón sucesivo de la cadena alimenticia.
- cancerígeno.- Sustancia o energía capaz de inducir crecimientos celulares anormales (cáncer) en los seres vivos.
- cárcamo.- Foso destinado a la recolección, distribución y bombeo de los efluentes.
- conductividad.- Capacidad de una sustancia para conducir calor o electricidad. Parámetro hidrológico asociado a los sólidos presentes en el agua residual.
- cracking.- Proceso a través del cual hidrocarburos relativamente pesados como aceites y naftas derivadas del petróleo, son descompuestos en productos más ligeros como gasolina y etileno, por medio de calor, presión y catalizadores.

- cuerpo receptor.-** Toda red colectora, río, cuenca, cauce, vaso o depósito que sea susceptible de recibir directa o indirectamente la descarga de aguas residuales.
- degradación.-** Proceso general de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos y biológicos.
- descarga.-** Conjunto de aguas residuales que se vierten o disponen en algún cuerpo receptor.
- desequilibrio ecológico.-** Alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo de los seres vivos y el hombre.
- ecosistema.-** Unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinado.
- ecotécnicas.-** Técnicas orientadas hacia el manejo adecuado del ambiente. Entre ellas pueden convivir modernas tecnologías y usos tradicionales rescatados.
- efluente.-** Término aplicado comúnmente a las aguas de desecho.
- eutroficación.-** Desarrollo vegetal acelerado en cuerpos de agua estancada, debido a exceso de sustancias nitrogenadas (nutrientes).
- evaluación de impacto ambiental.-** Estimación de los efectos previsible que sobre el ambiente producen obras o acciones determinadas.
- hidrocarburos.-** Compuestos orgánicos cuyas moléculas contienen exclusivamente los elementos carbono e hidrógeno, siendo obtenidas principalmente del petróleo y gas natural.
- igualación.-** Proceso para reducir al mínimo las variaciones en flujo y en composición por medio de un recipiente de almacenamiento.
- impacto ambiental.-** Toda modificación en el ambiente producida por actividades humanas o naturales, cuyos efectos positivos o negativos dependen de su grado de complejidad y/o de la permanencia en el tiempo y espacio físico.
- lluvia ácida.-** Término empleado para designar la deposición húmeda de los componentes ácidos de la contaminación atmosférica.

- monitoreo.-** Muestreo y mediciones repetidas para determinar los cambios de niveles o concentraciones de contaminantes en un periodo y sitio determinado.
- neutralización.-** Operación que persigue eliminar las cualidades ácidas o básicas de una disolución o sustancia.
- p.p.m.-** Partes por millón. Medida de concentración de un contaminante (en peso) presente en una fracción del medio (volumen). Es equivalente a mg/l.
- permeabilidad.-** Capacidad de un cuerpo para dejar pasar un fluido bajo presión.
- petroquímica.-** Parte de la química industrial que se ocupa de los productos orgánicos derivados del petróleo y de los sistemas de elaboración.
- proceso contaminante.-** Cualquier acción, operación, tratamiento o proceso que pueda emitir líquidos, partículas sólidas, gases o cualquier otro contaminante.
- residuo peligroso.-** Todo desecho en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, etc., represente un peligro para el equilibrio ecológico.
- restauración.-** Conjunto de medidas y actividades tendientes al mejoramiento de ambientes en los cuales se manifiesta un alto grado de deterioro.
- sedimentación.-** Asentamiento por gravedad de las partículas sólidas en un líquido.
- sinergismo.-** Acción combinada de dos o más elementos (hormonas, fármacos o contaminantes) con efecto superior a la suma de las actividades de cada uno por separado.
- T.C.C.-** Planta de proceso de las refinerías para obtener hidrocarburos ligeros a través de calor.
- Toxicología ambiental.-** Disciplina científica que trata sobre los efectos nocivos producidos por los contaminantes ambientales sobre los organismos o el ser humano.
- Tratamiento de aguas residuales.-** Serie de procesos a los que se someten los efluentes con el objeto de disminuir o eliminar características perjudiciales de los contaminantes que contienen.

## BIBLIOGRAFIA

- ARIENS E.J. INTRODUCCION A LA TOXICOLOGIA GENERAL  
EDITORIAL DIANA, 1978.
- BRAVO H. "CONTAMINACION AMBIENTAL" EN: APUNTES DE  
EXTENSION ACADEMICA No. 2 "ECOLOGIA" U.N.A.M., 1983.
- COMISION NACIONAL DEL AGUA "GUIA PARA LA DETERMINACION DEL  
IMPORTE DEL DERECHO POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES  
INDUSTRIALES" C.N.A., MEXICO, 1991.
- GARCIA COLIN L. "LA CIENCIA Y SU IMPACTO EN LA INDUSTRIA  
PETROLERA" EN: APUNTES DE EXTENSION ACADEMICA No. 11  
"PETROLEO". U.N.A.M., 1983.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFIA E INFORMATICA.  
"MINATITLAN: CUADERNO DE INFORMACION BASICA PARA LA PLANEACION  
MUNICIPAL" I.N.E.G.I., GOB. EDO. DE VERACRUZ., 1989.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO "METODOLOGIAS PARA ELABORAR  
EVALUACIONES DE IMPACTO AMBIENTAL" I.M.P. SUBD. DESARROLLO  
PROFESIONAL., MEXICO., 1991.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO "ESTUDIO DE CARACTERIZACION  
BIOLOGICA Y FISICOQUIMICA DEL BAJO RIO COATZACOALCOS" I.M.P.,  
MAYO DE 1985.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO "TRATAMIENTO DE EFLUENTES"  
I.M.P. SUBD. DESARROLLO PROFESIONAL. MEXICO, 1990.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO "GLOSARIO DE TERMINOS  
ECOLOGICOS" I.M.P. MEXICO, 1991.
- KEMER N. FRANK MANUAL DEL AGUA. EDIT. MC GRAW-HILL, 1982.
- NEMEROW NELSON AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES. EDIT. BLUME  
ESPAÑA 1977.
- OLIVIER S. RAUL ECOLOGIA Y SUBDESARROLLO EN AMERICA LATINA.  
EDIT. SIGLO XXI, MEXICO, 1983.
- PETROLEOS MEXICANOS: SUBDIRECCION DE PROYECTO Y CONSTRUCCION DE  
OBRAS: SUPERINTENDENCIA GENERAL DE CONSTRUCCION: UNIDAD DE  
PROTECCION AMBIENTAL ZONA SUR. "SINTESIS DE LOS TRABAJOS DE  
LA U.P.A. SOBRE LA EVALUACION INICIAL DE PROBLEMAS GENERADOS POR  
AGUAS RESIDUALES EN AREAS DE TRABAJO DE PEMEX EN LA ZONA SUR".  
COSOLEACAQUE, VER., 1990.
- PETROLEOS MEXICANOS: S.P.C.O., UNIDAD DE PROTECCION AMBIENTAL  
Z.S. EXPEDIENTE "LINEA EMISOR DE 36" Ø DEL COMPLEJO  
PETROQUIMICO COSOLEACAQUE AL PANTANO LAS MATAS, VER." INCLUYE  
MEMORIA DESCRIPTIVA Y TRAMITE S.E.D.U.E.
- PETROLEOS MEXICANOS: S.P.C.O., UNIDAD DE PROTECCION AMBIENTAL  
Z.S. "COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE: CONFORMACION Y OBRAS  
EN CONSTRUCCION" COSOLEACAQUE, VER., 1990.

PETROLEOS MEXICANOS: S.P.C.O., UNIDAD DE PROTECCION AMBIENTAL Z.S. "ESTUDIOS PRELIMINARES DE IMPACTO AMBIENTAL EN AREAS DE FUTURAS DESCARGAS" COSOLEACAQUE, VER., 1991.

PETROLEOS MEXICANOS: S.P.C.O., UNIDAD DE PROTECCION AMBIENTAL Z.S. "RESUMEN Y ESTADO FINANCIERO DE OBRAS DE PROTECCION AMBIENTAL" REPORTES MENSUALES. COSOLEACAQUE, VER., 1991/92.

PETROLEOS MEXICANOS: S.P.C.O EXPEDIENTE DEL PROYECTO SISTEMA DE TRATAMIENTO DE EFLUENTES DEL COMPLEJO PETROQUIMICO COSOLEACAQUE ( Q-171-74-01 ) COSOLEACAQUE, VER., 1990.

PETROLEOS MEXICANOS: MEMORIA DE LABORES 1990. EN: REVISTA MEXICANA DEL PETROLEO. MARZO/ABRIL 1991.

PETROLEOS MEXICANOS: S.P.C.O. GERENCIA DE INGENIERIA DE PROYECTO "DATOS TECNICOS PARA LA ELABORACION DEL INFORME PREVENTIVO DE LOS NUEVOS PROYECTOS DE PETROLEOS MEXICANOS" COSOLEACAQUE, VER., 1991.

PETROLEOS MEXICANOS: S.P.C.O. JEFATURA DE PROTECCION AMBIENTAL Z.S. "DIAGRAMAS DE PROCESO SIMPLIFICADOS DE OBRAS DE PROTECCION AMBIENTAL EN LA ZONA SUR". COSOLEACAQUE, VER., 1991.

RAMADE FRANCOIS ELEMENTOS DE ECOLOGIA APLICADA. EDIT. MUNDI-PRENSA, 1977.

ROSAS IRMA A. CUANTIFICACION DEL MERCURIO EN LA BIOTA DEL RIO COATZACOALCOS. TESIS U.N.A.M. FAC. CIENCIAS, 1974.

SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS Y OBRAS PUBLICAS. SUBSECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS. "IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO PUERTO INDUSTRIAL LAGUNA DEL OSTION" MEXICO, 1980.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. "LA EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL: HERRAMIENTA PARA PREVENIR EL DETERIORO SIGNIFICATIVO DEL MEDIO" SERIE: IMPACTO AMBIENTAL No. 1 MEXICO, 1989.

SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA. "LA APLICACION DEL PROCEDIMIENTO DE IMPACTO AMBIENTAL EN LA EVALUACION DE ACTIVIDADES CON ELEVADO POTENCIAL DE RIESGO" SERIE: IMPACTO AMBIENTAL No. 2 MEXICO, 1989.

SANCHEZ M. T. "LA INDUSTRIA PETROLERA NACIONAL COMO FACTOR DE CAMBIOS TERRITORIALES DE LA ECONOMIA" BOLETIN INSTITUTO DE GEOGRAFIA, NO. 21, U.N.A.M. 1990.

TOLEDO A. (et al) PETROLEO Y ECODesarrollo EN EL SURESTE DE MEXICO. CENTRO DE ECODesarrollo, CONACYT., 1982.

TOLEDO A., BOTELLO A. (et al) "LOS PANTANOS DE MEXICO" EN: CIENCIA Y DESARROLLO No. 89 NOV/DIC 1989. CONACYT, MEXICO.

TOLEDO A., BOTELLO A. (et al) "LA CONTAMINACION EN LA REGION DEL RIO COATZACOALCOS" EN: CIENCIA Y DESARROLLO No. 86 MAY/JUN 1989. CONACYT, MEXICO.

## ARTICULOS

ACOSTA C., CORRO S. "LA POLITICA DE ACHICAR A PEMEX ACELERO EL DETERIORO DE PLANTAS Y DUCTOS" EN: PROCESO No. 809. MAYO 1992.

ALDUCIN OSVALDO "LOGRO PEMEX RECORD EN LA PRODUCCION DE AMONIACO EN EL COMPLEJO DE COSOLEACAQUE" EN: DIARIO DEL ISTMO, COATZACOALCOS, VER., 6 FEBRERO 1992.

BARRANCO A. "PETROQUIMICA SIN ADJETIVOS" COLUMNA "EMPRESA" EN SUMMA., MEXICO, D.F., 3 MARZO 1992.

BARRANCO A. "PETROQUIMICA: TERMINO LA GUERRA" COLUMNA "EMPRESA" EN LA JORNADA., MEXICO, D.F., 10 FEBRERO 1992.

JORNADA LA "PIDEN LIBEREN INVERSIONES A LA PETROQUIMICA BASICA" EN LA JORNADA., MEXICO, D.F., 30 SEPTIEMBRE 1991.

KWONG JO ANN "MERCADO Y PROBLEMA ECOLOGICO" PONENCIA DEL VII FORO INTERNACIONAL LUDWIG VON MISES: UN MUNDO SIN FRONTERAS; RETOS Y OPORTUNIDADES PARA LATINOAMERICA. MEXICO D.F., SEPTIEMBRE 1991.

LANDA A. "COMBATE A LA CONTAMINACION DEL RIO COATZACOALCOS" EN: DIARIO DEL ISTMO, COATZACOALCOS, VER., 22 MARZO 1991.

MOROSINI F. "MAS SOBRE PETROQUIMICA" EN: DIARIO DEL ISTMO, COATZACOALCOS, VER., 4 OCTUBRE 1991.

PEÑA R. "SOMBRAS SOBRE EL PETROLEO" EN: LA JORNADA., MEXICO, D.F., 19 MARZO 1992.

QUADRI G. "AGUA E INDUSTRIA: MAS ALLA DE LA CONTAMINACION DEL AIRE" EN: EL NACIONAL., MEXICO, D.F., 4 ABRIL 1992.

RESTREPO I. "CONTRA LA CONTAMINACION: MEJOR SOLOS QUE MAL ACOMPAÑADOS" EN: LA JORNADA., MEXICO, D.F., 17 FEBRERO 1992.

ROJAS F. "INFORME DE LABORES 1991" LIV ANIVERSARIO DE LA EXPROPIACION PETROLERA ( MARZO 1992 ).



FAULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA