

42  
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

APLICACION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA  
SOLUCION DE PROBLEMAS EN MATERIA  
ECOLOGICA.

**T E S I S**

PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA:  
( AREA INDUSTRIAL )

P R E S E N T A N:  
ANA MARIA COUTIÑO MATA  
EDGAR OMAR DEHESA BRITO  
LUIS ALBERTO LIMON ROJAS  
RAFAEL ARMANDO SOLIS DEL CASTILLO



México, D. F.

1992.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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.

## I N D I C E

	PAG.
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS DEL SEMINARIO.....	2
CAPITULO 1. <u>"EL PROBLEMA AMBIENTAL, SU ENTORNO Y, RELACION CON LA INGENIERIA INDUSTRIAL"</u> .....	3
1.1 <u>Entorno nacional y Mundial en relación a la Problemática Ambiental</u> .....	4
1.2 <u>El papel de la Ingeniería Industrial en el problema Ambiental</u> .....	7
CAPITULO 2. <u>"ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL EN MATERIA ECOLOGICA Y DE HIGIENE EN LA INDUSTRIA A NIVEL NACIONAL"</u> .....	14
2.1 <u>Definición de conceptos relacionados con la Ecología</u> .....	15
2.1.1 Agua .....	15
2.1.2 Aire.....	23
2.1.3 residuos Sólidos.....	34
2.2. <u>Ramas de actividad Industrial que contribuyen al deterioro de la Ecología y los factores con que afectan la Calidad de vida de la Sociedad</u> .....	40
2.2.1 Agua.....	40
2.2.2 Aire.....	48
2.2.3 Suelo.....	51
2.3 <u>Consecuencias que produce un control inadecuado del Medio Ambiente Laboral</u> .....	54
2.3.1 Consecuencias que produce en el ambiente laboral la generación de Ruido.....	55
2.3.2 Efectos que producen el calor y el frio.....	56
2.3.3 Efectos producidos por la radiación.....	57
2.3.4 Efectos que producen compuestos químicos en forma de humos, polvos, nieblas y vapores.....	59

2.4	<u>Legislación Nacional para el mejoramiento del Ambiente</u> .....	70
2.4.1	Ordenamientos en materia de aprovechamiento, regulación, conservación y protección de los recursos naturales (renovables y no-renovables).....	71
2.4.2.	Ordenamientos en materia de prevención y control de la Contaminación Ambiental.....	74
2.4.3.	Ordenamientos relativos al saneamiento del Medio Ambiente.....	80
2.4.4	Ordenamientos relativos a la Planeación territorial.....	83

**CAPITULO 3. "TECNOLOGIA ACTUAL PARA EL CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE EN LA INDUSTRIA Y REPERCUSIONES EN SU INSTALACION".....84**

3.1	<u>Base teórica de la Tecnología</u> .....	85
3.1.1	Control de la Contaminación del Aire.....	85
3.1.2	Control de la Contaminación del Agua.....	86
3.1.3	Control y eliminación de desechos sólidos.....	87
3.1.4	Control de la contaminación por ruido.....	88
3.1.5	Control de la contaminación Térmica.....	90
3.2	<u>Métodos y Dispositivos de Control</u> .....	92
3.2.1	Dispositivos de Control de la contaminación del aire.....	92
3.2.2	Métodos de control de la Contaminación del Agua.....	94
3.2.3	Métodos de eliminación de la contaminación de desechos sólidos.....	97
3.2.4	Dispositivos de control de la Contaminación producida por ruido.....	99
3.2.5	Dispositivos para controlar la contaminación Térmica.....	101

3.3 Aspectos Económicos de la reducción de la Contaminación.....104

3.3.1 Justificación Económica de la lucha contra la contaminación.....105

3.3.2 Evaluación del costo de la reducción de la contaminación.....108

3.3.3 Estrategias de gestión de la calidad del Ambiente.....113

3.3.4 Eficiencia económica en función de costos y función de daños.....118

**CAPITULO 4. "ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ NACIONAL." (Evaluación de una empresa fabricante de muelles)**.....120

4.1 Situación actual y perspectivas de la Industria Automotriz Nacional y Mundial.....121

4.1.1 Aspectos Básicos.....121

4.1.2 El panorama futuro.....136

4.1.3 Conclusiones.....139

4.1.4 Implicaciones.....139

4.1.5 Situación de la Industria Mexicana.....140

4.2 Caso Práctico "Análisis de la situación Ambiental de una empresa fabricante de Muelles Automotrices".....142

4.2.1 Situación actual de la empresa en estudio en cuanto a condiciones de operación, personal e instalaciones.....142

4.2.2 Proceso de Fabricación.....146

4.2.3 Análisis de la situación Ambiental que se genera durante los procesos en la fabricación de muelles en la empresa en estudio.....149

4.2.4 Efectos de los problemas de contaminación y puntos donde se localizan, así como magnitud del problema.....156

4.2.5 Conclusiones de Análisis y Propuestas de solución a los problemas de contaminación que afectan a la productividad.....160

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**.....163

**BIBLIOGRAFIA**.....167

## INTRODUCCION.

El hombre forma parte del ecosistema de la Tierra. Su supervivencia depende de la supervivencia de centenares de miles de especies de plantas y animales. Actualmente, el hombre está alterando violentamente los ecosistemas de la tierra, y está en su poder muchos más totalmente.

Aunque los ecosistemas cambian con el tiempo debido a variaciones climáticas, sucesión natural y evolución. Pero es el caso que estos cambios implican largos periodos de tiempo. El hombre en cambio puede cambiar la faz de la tierra en cuestión de décadas. Antes del hombre, los procesos evolutivos de adaptación han sido lo bastante rápidos para asegurar la supervivencia de la vida sobre la tierra, pero no podemos seguir confiando con que la evolución mantenga el paso con los cambios producidos por la tecnología.

¿Cuales son las consecuencias de la tecnología humana en relación con la supervivencia de la humanidad y de la vida sobre la tierra? He aquí una pregunta grave y trascendente para la que no se da una respuesta fácil.

Uno de los sectores que ha sido más duramente criticado y presionado con justa razón es el el sector industrial, ya que preocupado por incrementar su productividad asimismo ha deteriorado más rápidamente su entorno ambiental, afectando además su ambiente interno.

Este seminario pretende ser una guía para el ingeniero quien por su enfoque natural es el que se ha encargado de diseñar, supervisar, mejorar, aplicar etc. toda la tecnología utilizada en los procesos productivos. Para que este enfoque se canalice además por el mejoramiento de dichos procesos observando el cuidado del ambiente, y el incremento de la productividad sabiendo que nuestra principal herramienta es el mismo hombre.

Si no comenzamos a cambiar nuestra actitud, nuestro país no podrá afrontar el gran compromiso que tiene de producir con el mínimo de recursos, la mejor calidad.

## OBJETIVOS PRINCIPALES DEL SEMINARIO.

1. Establecer la relación que existe entre la Ingeniería Industrial y los problemas ambientales derivados de la actividad de la planta productiva nacional.
2. Señalar las diferencias entre la problemática ocasionada por los agentes contaminantes dentro de las instalaciones industriales así como sus efectos al exterior.
3. Conocer la situación actual de la industria nacional en materia de higiene ocupacional y ambiental. La forma como se ha organizado la sociedad, las autoridades y las agrupaciones industriales para encontrar las posibles soluciones.
4. Analizar a través de la selección de algunos de los procesos productivos más significativos sus efectos contaminantes y los sistemas que utilizan para controlarlos dentro y fuera de sus instalaciones.
5. Identificar los problemas a los que se va a enfrentar un Ingeniero Industrial en un sistema productivo mediante el análisis de un caso práctico, planteando las diferentes alternativas para su solución, y como se va a ver beneficiada su productividad.

**CAPITULO I**

**EL PROBLEMA AMBIENTAL, SU  
ENTORNO Y  
RELACION CON LA INGENIERIA  
INDUSTRIAL**



**ENTORNO NACIONAL Y MUNDIAL EN RELACION A LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL.**

El medio ambiente presenta diferentes grados de alteración, producto del manejo y transformación de los recursos naturales, a lo largo de distintas etapas de la historia.

Aunque la naturaleza posee cierta capacidad para tolerar y amortiguar las alteraciones provocadas por el hombre, esta capacidad se ve transgredida, los procesos naturales de intercambio de energía y material se rompen y aparecen la contaminación y deterioro del ambiente. Todos los mecanismos de la vida integral, la planta o el animal individuales no pueden existir como entidades aisladas, sino que dependen del medio ambiente; el estudio de las acciones recíprocas entre sistemas vivos y su medio ambiente constituye la ciencia de la ecología.

El rompimiento del equilibrio ecológico mas notorio comensó a darse de manera puntual, en las zonas de mayor desarrollo industrial. Fue así como se dieron los primeros episodios de contingencia ambientales en ciudades tales como:

- Londres - Cuna de la Revolución Industrial.
- Pittsburgh - Capital acerera del mundo.
- Tokio - Centro internacional de la industria de la transformación.

En todas estas ciudades la calidad del aire, el agua y el suelo se vio seriamente disminuida, hasta convertirse en tóxica, como resultado directo de las enormes cantidades de contaminantes generados principalmente por las industrias en ellas ubicadas.

Conforme se propago la industria por el mundo, la naturaleza fue resintiendo los efectos nocivos, hasta llegar a la situación actual en la que prácticamente todos los confines del planeta están seriamente afectados, no solo en los países industrializados sino también en aquellos en vías de desarrollo industrial y en los subdesarrollados.

Hoy en día, el planeta como un todo, está enfermo. La capacidad de autodepuración y regeneración global ha sido ampliamente excedida y los efectos están a la vista:

- El calentamiento de la tierra, como resultado del efecto de invernadero, que es producido por las enormes cantidades de partículas de carbón arrojadas a la atmósfera, a partir de los procesos de combustión efectuados en el mundo entero.
- La acidificación de los ríos, lagos, suelos, bosques y ciudades causada por la lluvia ácida; la cual tiene como precursor a los óxidos de azufre emitidos por la industria principalmente.
- La destrucción de la capa superior de ozono causada por los clorofluorocarbonos; sustancias químicas que interfieren con el proceso natural de creación y descomposición del ozono.
- La desaparición de fauna y flora acuática en cuerpos de agua superficial, como resultado de las descargas de agua residuales, sin tratamiento, que contienen todo tipo de sustancias, inclusive tóxicas y no biodegradables.
- El agotamiento de los acuíferos resultantes de la sobre-explotación que se practica en la mayor parte de las ciudades del mundo al extraer cantidades de aguas superiores a la recarga natural.

En México, durante el presente siglo se han alcanzado grados significativos de perturbación en los ecosistemas. La erosión, la presencia de contaminantes en el aire de las ciudades y la desaparición de especies silvestres son algunas de las manifestaciones de esta situación.

La preocupación acerca de estos problemas, denominados ecológicos en los últimos años, ha rebasado el ámbito científico y de la administración de los recursos naturales para convertirse en una demanda social. Por tal motivo, se hace imprescindible evaluar y dar a conocer las condiciones del medio y los elementos físicos y bióticos que los componen, para detectar las causas y efectos de los mismos y actuar en consecuencia.

Para ello, nuestro país cuenta con una larga experiencia en la generación, clasificación y divulgación de información básica acerca del territorio nacional, los recursos naturales, la población y las características socioeconómicas del desarrollo.

Las condiciones socioeconómicas del país son el elemento principal en la degradación del ambiente y, como en otros países de características similares, se presentan de dos maneras. Por un lado, México es un país moderno, orientado hacia el crecimiento industrial, con hábitos de comportamiento y consumo occidentales e inmerso en una red compleja de relaciones económicas con el resto del planeta. Todos estos factores han propiciado el incremento de la contaminación ambiental.

Por otro lado, el país está atado a costumbres y tradiciones milenarias. Es un México principalmente rural con algunos enclaves de marginación en áreas urbanas, donde por desconocimiento a veces, y por presiones y abusos en otras ocasiones, se han degradado, sobreexplotado y dilapidado muchos recursos naturales.

## 1.2 EL PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN EL PROBLEMA AMBIENTAL.

### 1.2.1 DEFINICION DE UNA EMPRESA.

Una organización o empresa que manufactura bienes en forma amplia, la podemos definir como la combinación de las siete M's:

- Mano de Obra
- Management (Administración)
- Maquinaria
- Money (Dinero)
- Materiales
- Métodos
- Mercadotecnia.

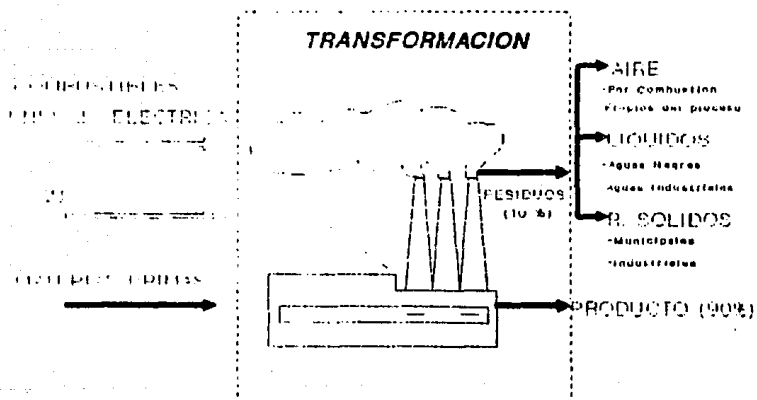
En este estudio enfocaremos nuestra atención en la empresa transformadora de bienes conceptualizada desde el punto de vista de un conjunto de materiales, agua, y energéticos (electricidad, combustibles, etc.), que son modificados de forma tal que se obtienen productos, pero también residuos (ver gráfica 1.1).

Los residuos son todas aquellas sustancias que contribuyen a la transformación de la materia prima en forma de producto, pero que en su estado final no forman parte de este. como por ejemplo los solventes para enfriamiento, aceites para templado, agua, combustibles para hornos y calderas etc.

Los residuos se pueden clasificar de la siguiente manera:

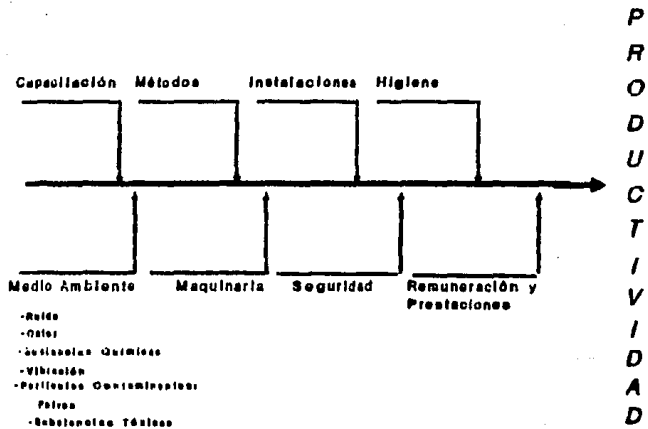
- Sólidos. Son todos aquellos provenientes de las actividades humanas o animales que son normalmente sólidos y son descartados por inútiles o indeseables
- Partículas y gases que son arrojados al aire. Los cuales provocan un desequilibrio en la composición natural del aire.
- Líquidos. Todos aquellos que deterioran la calidad del agua.

**FIGURA 1.1**  
**ASPECTOS QUE DEBE CONTEMPLAR LA**  
**ING. INDUSTRIAL EN EL PROCESO**  
**DE LA TRANSFORMACION**



## FIGURA 1.2

### FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DEL TRABAJADOR



### 1.2.2 LA RELACION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA PROBLEMATICA DE CONTAMINACION AMBIENTAL

El ingeniero industrial es el especialista en la rama de ingeniería que busca, a través de la aplicación de técnicas y metodologías hacer mas competitiva a una organización mediante una mejora en productividad usando el mínimo de recursos disponibles para elaborar un bien o prestar un servicio.

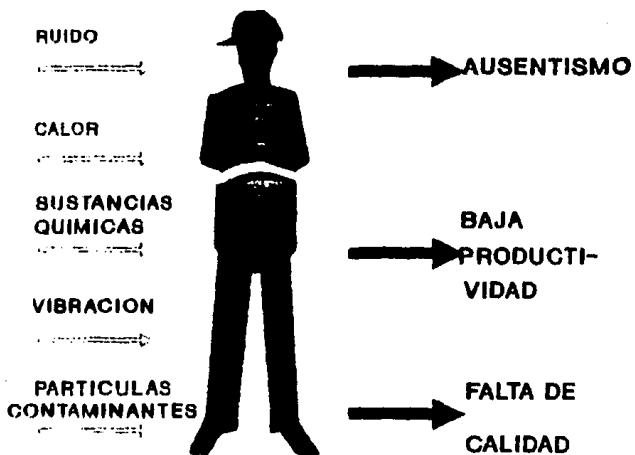
En nuestro estudio, existen dos aspectos que son de suma importancia para un ingeniero industrial que un momento dado, afectan la posición de una organización en el ambiente comercial:

- 1.- La contaminación que se genera por la misma naturaleza del trabajo, tal como ruido de máquinas, calor generado por hornos, sustancias químicas utilizadas para la transformación etc, provocan en el trabajador una baja en su rendimiento ya que hay una menor atención en su trabajo, interrupciones y ausentismo provocado por enfermedades profesionales. En resumen un deterioro en la calidad y productividad. (Ver fig. 1.2).

Es por ello que el Ingeniero Industrial necesita conocer que hacer y a quien acudir para mejorar el ambiente de trabajo, los reglamentos que debe cumplir para evitar sanciones de las autoridades competentes como el INSS, o la STPV y por encima de eso hacer del ambiente de trabajo un lugar más seguro y cómodo para el operario.

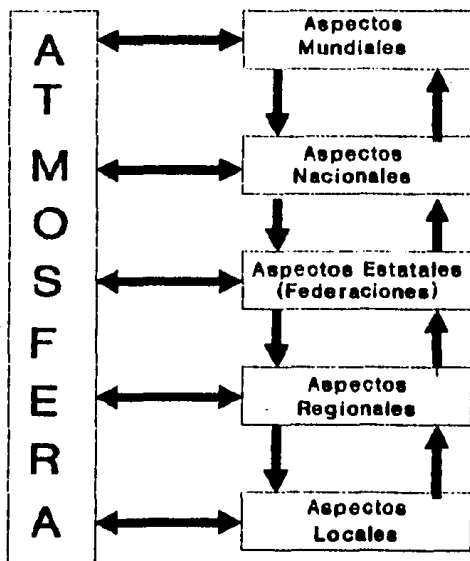
### FIGURA 1.3

## CONSECUENCIAS DE UN MAL CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL





**FIGURA 1.4**  
**ESTRUCTURA JERARQUICA DEL PROBLEMA DE LA**  
**CONTAMINACION ATMOSFERICA**



**•LAS FLECHAS INDICAN EL FLUJO DE LA INFORMACION**

2. Una empresa es un ente localizado dentro de la sociedad la cual tiene derechos tales como: servicios de agua, sanitarios, drenaje, electricidad, mano de obra, etc. pero también tiene obligaciones como el pago de impuestos, velar por la seguridad de sus trabajadores, cumplir con los diversos reglamentos que le atañen entre los que se encuentran los de protección al medio ambiente. El papel del ingeniero industrial radica en conocer como puede afectar su actividad transformadora al exterior, que leyes o reglamentos puede infringir y por último la manera de evitar mas eficazmente el daño al medio ambiente tal .que se prevenga el pago de multas, afectar la imagen ante la sociedad provocando un rechazo de esta a los productos manufacturados aun cuando sean de excelente calidad e incluso el cierre parcial o total de las instalaciones fabriles causando costos que pueden provocar la disminución de la rentabilidad de la empresa.

**CAPITULO II**

**ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL  
EN MATERIA ECOLOGICA Y DE  
HIGIENE  
EN LA INDUSTRIA A NIVEL  
NACIONAL**

## **2.1.- DEFINICION DE CONCEPTOS RELACIONADOS CON LA ECOLOGIA**

### **2.1.1 AGUA**

#### **2.1.1.1 Introducción.**

La disponibilidad de un suministro adecuado, en cuanto a calidad y cantidad es esencial para la existencia del Hombre. Las primeras civilizaciones reconocieron la importancia del agua desde un punto de vista cuantitativo. Su desarrollo fue alrededor de mantos acuíferos, que podían proveer el agua para la transportación, la agricultura y las distintas necesidades humanas.

El reconocimiento de la importancia del agua, en cuanto a su calidad, se desarrolló más lentamente. Los primeros hombres la jugaron solamente a través de su olor, su sabor o su aspecto. No fue sino hasta que se desarrollaron las ciencias químico-biológicas y médicas que hubo métodos disponibles para medir la calidad del agua y determinar sus efectos en la salud y bienestar del ser humano.

Hasta mediados del siglo diecinueve se documentó la relación entre desperdicio, agua potable y enfermedades. Algunos hechos pasaron antes de que hubiera interés para que esta relación se aceptara y se hiciera algo para remediarla. En 1854, el Dr. John Snow, un empleado del Departamento de Salubridad del Reino Unido, notó la alta correlación entre los casos de cólera y el consumo de agua de un pozo de Broad Street. No solo la enfermedad se había propagado por el vecindario, sino existían casos individuales de personas que habían bebido del pozo. Aunque la prueba fue concluyente de acuerdo a los estándares modernos de Epidemiología, la evidencia no fue aceptada por sus contemporáneos. Se dice que quitó la cubeta del pozo para evitar el consumo de agua contaminada, abatiendo así la epidemia.

Debido a los avances en la teoría de los gérmenes, en donde se postula que éstos son los originadores de las enfermedades, para 1890 fue ampliamente aceptado que muchas enfermedades provenían del agua. El desarrollo del análisis químico fue paralelo a la microbiología del agua reforzando de esta manera los postulados de Pasteur y otros.

Hoy en día, muchos de los elementos químicos usados en la agricultura y los procesos industriales, han sido identificados en el agua. Apenas se ha comenzado el esfuerzo para encontrar otros elementos químicos y sus efectos en la salud humana. De esta forma, la ciencia de la calidad del agua, será un reto para los ingenieros y científicos de los años por venir.

### 2.1.1.2 El ciclo hidrológico.

El agua es uno de los componentes más abundantes en la naturaleza, cubriendo aproximadamente tres cuartas partes de la superficie de la Tierra. A pesar de su aparente abundancia algunos factores limitan la cantidad de agua disponible para uso humano. Arriba del 97% del agua alojada en océanos y otros mantos acuíferos es salada y poco útil para muchos propósitos. Del 3% restante, un poco más del 2% se encuentra en los icebergs con humedad inaccesible. Prácticamente podemos aseverar que la supervivencia del Hombre y el sustento para sus actividades agrícolas y técnicas depende de un 0.62% restante alojado en ríos, lagos y mantos subterráneos (ver sig. tabla 2.1.1.).

Distribución del Agua		
Localización	Millones de m <sup>3</sup>	% del Total
<b>En la tierra</b>		
Lagos	125	0.009
Lagos salados e islas	104	0.008
Ríos (volumen instantáneo)	1.25	0.0001
Humedad del suelo	67	0.005
Agua subterránea (arriba de 4000m de profundidad)	8350	0.61
Capas de hielo y glaciares	29200	2.14
Area Total (redondeada)	37800	2.8
Atmósfera (evaporada)	13	0.001
Océanos	1320000	97.3
<b>Total (redondeando)</b>	<b>1360000</b>	<b>100.00</b>

TABLA 2.1.1.

**El ciclo hidrológico es de la siguiente manera:**

**El agua en la atmósfera es condensada, y cae a la tierra como lluvia, nieve u otra forma de precipitación. Una vez en la superficie de la tierra, el agua fluye en los ríos, lagos y finalmente los océanos, o se filtra hacia los mantos acuíferos subterráneos a través del suelo de los mantos superficiales. A través de la evaporación de las aguas superficiales o por la transpiración de las plantas, las moléculas de agua regresan a la atmósfera para repetir el ciclo. Aunque el movimiento a través de algunas partes del ciclo puede ser relativamente rápido, el reciclaje completo de agua subterránea necesita ser medido en tiempo geológico.**

**El agua en la naturaleza, en su mayoría, es casi pura en su estado de evaporación. Al momento de la condensación es cuando el agua puede adquirir impurezas, además de otras que pueden ser sumadas durante las etapas diversas del ciclo hidrológico debido al contacto con materiales en el aire y arriba o abajo de la superficie de la tierra. Las actividades humanas contribuyen con impurezas en forma de desechos industriales, agrícolas, domésticos y otros contaminantes menos obvios. Finalmente estas aguas impuras completarán el ciclo hidrológico y regresarán a la atmósfera como moléculas relativamente puras. Como puede notarse, es motivo de estudio la calidad del agua durante la etapa intermedia del ciclo pues es cuando es usada por el ser humano.**

**Las impurezas acumuladas tanto en el ciclo hidrológico como aquellas producidas por las actividades humanas se encuentran suspendidas o disueltas en el agua. El material suspendido, consiste en partículas más grandes que las moléculas del agua que son sostenidas por fuerzas viscosas. El material disuelto está formado por iones que son atrapados por la estructura molecular del agua. Los coloides son partículas muy pequeñas, que técnicamente están suspendidas pero que frecuentemente exhiben muchas de las características de las sustancias disueltas.**

### 2.1.1.3. Calidad del Agua.

Se define como la presencia de impurezas en el agua de tal cantidad y de tal naturaleza como para dañar el agua destinada a determinado propósito.

Muchos parámetros han sido desarrollados tal que, de forma cualitativa reflejen el impacto que tienen las impurezas para un agua cuyo destino estaba fijado. Además procesos analíticos se han adaptado para que cuantitativamente se midan estos parámetros. "Los métodos standard para la examinación del agua potable y residual" han sido las pruebas aceptadas durante muchos años.

Existen diferentes tipos de parámetros:

- a) Parámetros Físicos
  - + sólidos suspendidos.
  - + turbiedad.
  - + color.
  - + sabor y olor.
  - + temperatura.
- b) Parámetros Químicos
  - + total de sólidos disueltos.
  - + alcalinidad.
  - + dureza.
  - + fluoruros.
  - + metales tóxicos y no tóxicos.
  - + orgánicos biodegradables y no biodegradables.
  - + nutrientes.
- c) Parámetros Biológicos
  - + patógenos

- a) Parámetros Físicos
  - + sólidos suspendidos

Pueden ser partículas orgánicas o inorgánicas que no se mezclan con los líquidos, tales como arcilla, cieno y otros constituyentes del suelo que flotan en el agua. Otra clase de material suspendido puede resultar del uso del agua por parte del hombre. El agua residual doméstica contiene grandes cantidades de sólidos suspendidos en su mayoría orgánicos. El uso industrial del agua, acarrea una gran variedad de impurezas tanto orgánicas como inorgánicas. Como ejemplo, tenemos los aceites y grasas que constituyen el agua residual.

#### + turbiedad

La medición directa de sólidos suspendidos no es hecha en los mantos naturales o en las fuentes de agua potable. La naturaleza de los sólidos y sus efectos secundarios son más importantes que su cantidad. Para tales aguas, la prueba de la turbiedad es comúnmente usada.

La turbiedad es la medida de la extensión, en la cual la luz es absorbida o dispersa por el material suspendido en el agua. La mayoría de la turbiedad, en las aguas superficiales, resulta de la erosión de materiales coloidales como arcilla, cieno, fragmentos de roca y óxidos metálicos del suelo, fibras vegetales y microorganismos también pueden contribuir. Aguas residuales de las industrias y de los hogares, ya producen una gran cantidad de agentes que enturbian el agua tales como jabones, detergentes, etc.

#### + Color

El agua pura es incolora, pero en su forma natural, es frecuentemente matizada por substancias extrañas. El agua, cuyo color es debido a materia suspendida, tiene un "color aparente". El color causado por sólidos disueltos, que permanecen después de remover la materia suspendida es conocido como "color verdadero".

Después del contacto con desechos orgánicos tales como hojas, raíces o madera, el agua absorbe ácido húmico y toma un color amarillento. El óxido de hierro, causa un color rojizo y óxidos mangánicos, causan que el agua se vea negruzca o cafesusca. Desechos industriales provenientes de la industria textil, del papel, procesamiento de alimentos, químicos, minería y refinación, pueden añadir una substancial coloración al agua en los mantos receptores.

#### + Sabor y Olor

La sensación de olor y sabor, están fuertemente relacionadas y frecuentemente confundidas, una amplia variedad de sabores y olores, pueden ser atribuidos al agua por los consumidores. Las substancias que producen un olor, casi invariablemente un sabor también. Hay excepciones, en que ciertas sustancias minerales producen sabor pero no olor.



Muchas sustancias con las cuáles el agua entra en contacto en la naturaleza o durante el uso humano, pueden añadir un perceptibles sabores y olores. Estas incluyen minerales, metales y sales provenientes del suelo, productos finales de reacciones biológicas y constituyentes del agua residual. Las sustancias inorgánicas producen más frecuentemente sabor sin olor. Material alcalino, le da un sabor amargo mientras que las sales metálicas pueden dar un sabor salado o amargo.

Por otro lado, la materia orgánica, produce olor y sabor. Una multitud de químicos orgánicos pueden causar problemas de olor y sabor, siendo los derivados del petróleo los primeros ofensores.

#### + Temperatura

Este parámetro no es utilizado para evaluar directamente agua potable o residual. Es uno de los más importantes que se miden en los sistemas de aguas superficiales naturales. De la temperatura del agua depende en gran medida para la presencia de especies animales y vegetales. Además, tiene un efecto determinante en la mayoría de las reacciones químicas ocurridas. La temperatura del agua, se debe a diversos factores entre ellos la del ambiente, su función como disipador de calor, etc.

### b) Parámetros Químicos

#### + Total de sólidos disueltos

El material disuelto, resulta de la acción solvente del agua en sólidos, líquidos y gases. Puede ser orgánico o inorgánico. Las sustancias inorgánicas que pueden ser disueltas en el agua incluyen minerales, metales y gases. El agua puede tener contacto con ellas en la atmósfera, en su superficie o en el suelo. De las sustancias orgánicas más comunes, pueden ser materiales proveniente de la descomposición de la vegetación, químicos orgánicos y gases. Además, la capacidad solvente del agua, le permite acarrear desechos industriales o domésticos.

#### + Alcalinidad

Es definida como la cantidad de iones en el agua que reaccionarán para neutralizar los iones de hidrógeno. También conceptualizarse como la habilidad del agua para neutralizar un ácido.

#### + Dureza

Se define como la concentración de cationes metálicos multivalentes en una solución. En condiciones de sobresaturación, los cationes de la dureza, reaccionarán con los aniones del agua, para formar un sólido precipitado. La dureza es clasificada en carbonosa y no carbonosa, dependiendo del anión al que esté asociado. La dureza, es la equivalente a la alcalinidad en términos de contenido de magnesio y sales calizas en el agua.

#### + Fluoruros

El fluoruro está asociado en la naturaleza, con algunos tipos de rocas ígneas o sedimentarias. Los fluoruros se encuentran raramente en cantidades apreciables en la superficie de las aguas y sólo en algunas regiones del planeta, se encuentra en el fondo de las aguas. Los fluoruros en cantidades muy grandes afectan al Hombre y a los animales mientras que en poca medida pueden ser benéficos.

#### + Metales

Todos los metales son solubles en agua en mayor o menor proporción. Mientras que cantidades excesivas de algún metal pueden representar riesgos para la salud, sólo aquellos metales que dañan en pequeñas cantidades son considerados como tóxicos. Fuentes de suministro de metales en el agua, incluyen la disolución de depósitos naturales y descargas de aguas residuales domésticas, industriales o agrícolas. La medición de la cantidad de metales es hecha por espectrofotometría atómica.

Metales No Tóxicos: Ca, Mg, Na, Mn, Al, Cu  
Metales Tóxicos: As, Ba, Cd, Cr, Pb, Hg, Ag

#### + Orgánicos

Muchos materiales orgánicos son solubles en el agua. Materia orgánicas que se encuentra en los mantos acuíferos puede provenir de fuentes naturales o de la actividad humana. La mayoría de la materia orgánica, consiste de productos de la descomposición de sólidos orgánicos, mientras que la materia orgánica sintética es usualmente producto de la descarga de agua residual o de las prácticas agrícolas. Los orgánicos disueltos en el agua se dividen en dos amplias categorías, biodegradables y no biodegradables.

#### **-Material Orgánico Biodegradable.**

Es aquél, que los microorganismos utilizan como alimento dentro de un período de tiempo razonable. En forma disuelta, estos materiales consisten de almidones, grasas, proteínas, alcoholes, ácidos, aldehídos, etc. Estos pueden ser producto de la descomposición microbiana de tejidos animales o vegetales o resultado de aguas residuales. Aunque algunos de estos materiales, pueden provocar problemas de color, olor o sabor, el principal problema asociado con este tipo de materiales es el efecto secundario resultado de la acción de los microorganismos en esas sustancias.

#### **-Material Orgánico No Biodegradable.**

Algunos materiales, son resistentes a la degradación biológica. Frecuentemente están presentes en los mantos acuíferos los ácidos tánicos y lignicos, celulosa y fenoles. Estos constituyentes de los árboles, se degradan tan lentamente, que los podemos considerar como refractarios. Las moléculas con cadenas muy fuertes (algunos polisacáridos) y estructuras anilladas (benceno) son esencialmente no biodegradables. Un ejemplo, es el componente del detergente (ABS) cuyo anillo de benceno no es biodegradable. Algunos materiales no son biodegradables porque son tóxicos a los organismos. Estos incluyen los pesticidas orgánicos, algunos químicos industriales y componentes de hidrocarburos que se han combinado con cloro.

#### **+ Nutrientes**

Son elementos fundamentales para el crecimiento y reproducción de plantas y animales, terrestres o acuáticas. Estas dependen del agua que les rodea para proveerse de sus nutrientes, entre los mayormente usados se encuentran el carbono, nitrógeno y fósforo.

#### **o) Parámetros Biológicos del Agua**

El agua es un medio, en el cual, literalmente miles de especies pasan gran parte, si no es que, todo su ciclo de vida. Hay desde pequeños microorganismos hasta grandes peces. Todos los miembros de la comunidad biológica son, de alguna manera, parámetros de calidad del agua, porque su presencia o ausencia puede indicar en términos generales, las características de un manto acuífero.

## **-Patógenos.**

Desde la perspectiva humana, los organismos en el agua son patógenos cuando son capaces de infectar o transmitir enfermedades a los humanos o animales. Estos organismos, no son nativos de los sistemas acuáticos y generalmente requieren un huésped animal para su crecimiento y reproducción. Pueden de esta manera ser transportados en los mantos acuíferos naturales, llegando a ser temporalmente miembros de la comunidad acuática. Muchas especies de patógenos son capaces de sobrevivir en el agua y mantener su capacidad infecciosa por períodos significativos de tiempo. Estos patógenos incluyen especies de bacterias, virus, protozoarios, etc.

### **2.1.2. AIRE**

#### **2.1.2.1 Introducción.**

Aunque la mayoría de la gente, tiende a asociar los problemas de la contaminación del aire con el advenimiento de la Revolución Industrial, tales problemas, de una forma han estado presentes en la Historia de la Humanidad. Los primeros contaminantes notados en la atmósfera, fueron probablemente de origen natural: humo, vaho, cenizas y gases de los volcanes y bosques incendiados, arena y polvo de los huracanes en las regiones áridas, niebla en zonas húmedas, etc; fueron parte del medio ambiente mucho antes de que el Hombre apareciera en la faz de la Tierra.

En verdad, algunos de los problemas arriba mencionados, seguramente habrían sido calificados como "contaminación del aire", bajo la generalmente aceptada definición de contaminación del ambiente, o aire exterior

"La contaminación del aire, es la presencia en la atmósfera de uno o más contaminantes (polvos, vaho, humedad, olor, humo o vapor) en cantidades suficientes, de tales características y duración para ser considerados como perjudiciales al ser humano, plantas y animales".

Excepto en casos extremos como una erupción volcánica, la contaminación proveniente de fuentes naturales no hace peligrar la vida. Ultimamente, a las actividades humanas se le achacan los problemas de contaminación que han convertido porciones de la atmósfera en lugares verdaderamente inhabitables.

### 2.1.2.2. Antecedentes Históricos

Quando Prometeo robó el fuego a los dioses, hubo un gran júbilo, pero el fuego produce humo y éste es uno de los primeros contaminantes antropogénicos. Cuando el humo producto de la quema de la madera, se convirtió en humo de carbón quemado, en hornos de ciudades con alta concentración de habitantes, la contaminación llegó a ser tan severa para alarmar a los habitantes de esas ciudades. En el año 61 D.C. el filósofo romano Séneca describió "el denso aire de Roma" y "la peste de las chimeneas humeantes". En 1273, el rey Eduardo I de Inglaterra fue sorprendido por la mezcla de humo y niebla que llegó a prohibir la quema de carbón marino.

A pesar de las prohibiciones, los londinenses incrementaron la quema del carbón. Al tiempo que la reina Isabel I, subió al trono, la materia llegó a convertirse en smog, término que surgió de la mezcla de las palabras smoke (humo) y fog (niebla), que siglos después sería ampliamente usada. Aparentemente, la reina tenía una alergia al humo del carbón así como una aversión a él, causa de que ella se mudara a Nottingham al final de su reinado, sin no antes prohibir la quema de carbón.

Para 1661, más de un siglo después, el cumplimiento no había sido realizado. Se publicó un panfleto de John Evelyn "Fumigación o la inconveniencia del aire y el humo disipado en Londres, junto con algunos remedios sencillos propuestos", recomendando en él, la remoción de las plantas productoras de humo en Londres, y la plantación de cinturones verdes alrededor de la ciudad, dos soluciones para la contaminación del aire que aun siguen siendo recomendadas. Sus palabras, aparentemente no tuvieron eco, pero debido a la contaminación del aire en 1772 se volvió a imprimir este panfleto debido a la necesidad de la mejora en la calidad del aire.

Hubo alguna correspondencia en el interés por la contaminación del aire, incluyendo la promulgación de leyes de control de humos en Chicago y Cincinnati en 1881. Todavía los esfuerzos se encontraron con dificultades y nada fue hecho realmente para limpiar el aire o prevenir más contaminación. Al final del siglo, miembros de la liga inglesa para el abatimiento de humos fueron requeridos para describir los efectos más nocivos de la polución. Veintitres de las veintiocho ciudades más grandes de Estados Unidos promulgaron leyes para el control de humos. Pero a pesar de los esfuerzos de estos grupos y otros, nada fue hecho para prevenir la contaminación de la atmósfera.

En 1930, la inversión térmica, causó que el smog se quedara atrapado en el altamente industrializado Valle de Meuse, en Bélgica provocando la muerte de 63 personas y algunos miles se enfermaron. Algunos años después, condiciones similares provocaron uno de los primeros grandes desastres en Estados Unidos, diecisiete personas murieron y 43% de la población de Donora, Pennsylvania se enfermó. Casi al mismo tiempo, California comenzó sus esfuerzos para legislar contra el smog, producido por los automóviles, en lugar del humo producido por el carbón, y no fue publicada sino hasta 1955.

Eso fue tres años después del desastre londinense de 1952, que hizo imposible ignorar por más tiempo, las consecuencias de la contaminación del aire. El problema arrojó cifras dramáticas de 4000 muertos por daños al sistema respiratorio. En 1956, se recordó en un acto masivo la cantidad de víctimas y las consecuencias de tan funesto fenómeno.

### 2.1.2.3. Aire puro y Aire contaminado.

El elemento componente más variable del aire es el vapor de agua, o humedad, cuya concentración puede variar de negligible, en un desierto, a aproximadamente 5 por 100 en una selva cálida. Si negligimos la humedad y consideramos sólo el aire seco, su composición en volumen es aproximadamente 78 por 100 de nitrógeno, 21 por 100 de oxígeno y 1 por 100 de otros gases. (ver cuadro 2). Este cuadro no incluye los componentes no gaseosos o en "partículas". Las concentraciones "naturales" de partículas de materia en el aire varían mucho más que las de materia gaseosa. En cambio, la materia en partículas variaría mucho de un lugar a otro. Incluiría partículas no viables (no capaces de vida) tales como gránulos de tierra elevados por el aire, polvo volcánico y sales de la evaporación de la espuma del mar. Incluiría también partículas viables, tales como materia vegetal e insectos.

Algunas personas definen los contaminantes del aire como substancias que no se consideran componentes "naturales" del mismo. Sin embargo, el individuo que padece fiebre del heno considerará acaso el polen de la ambrosía como un contaminante del aire, pese que en algunas partes de la Tierra sea un componente natural del mismo. Nosotros también consideramos el polen como contaminante, porque nos parece más satisfactorio desde el punto de vista conceptual, definir una substancia llamada "aire puro" y considerar todos los demás como contaminantes.

Dijamos que el aire puro es una mezcla gaseosa de los seis primeros componentes del cuadro 2, esto es: nitrógeno, oxígeno, gases inertes, dióxido de carbono, metano e hidrógeno, en las concentraciones que se indican en el cuadro, más cualquier humedad complementaria que pueda estar presente. Por supuesto, toda variación significativa de estas composiciones podría resultar perjudicial; por ejemplo, un aire que contuviera 10% de dióxido de carbono sería venenoso, y un aire que tuviera de  $H_2$  o 10% de  $CH_4$  sería explosivo, así análoga consideraremos todos los demás gases, independientemente de la concentración y de si son o no de origen humano, así como la materia en partículas, como contaminantes. Sin duda, esta definición es arbitraria pero resulta cómoda y coincide además con la manera de pensar y la práctica de muchas personas que se ocupan profesionalmente de problemas de contaminación del aire.

Gas	Concentración (en volumen)	
	ppm	porcentaje
Nitrógeno, $N_2$	780 900	78.09
Oxígeno, $O_2$	209 400	20.94
A Gases inertes, en su I mayor parte argón (9300 R ppm), helio (5 ppm), crip- E tón y xenón (5 ppm de o/u)	9 325	0.93
P Dióxido de carbono, $CO_2$	315	0.03
U R Metano, $CH_4$ , parte natural O del ciclo del carbono de la biósfera y, por consiguiente no es contaminante, aunque se lo confunde en ocasiones con otros hidrocarburos al calcu- lar la contaminación total.	1	
Hidrógeno, $H_2$	0.5	
Oxidos de nitrógeno, en su mayor parte $N_2O$ (0.5 ppm) y $NO_2$ (0.02 ppm), producidos ambos por la radiación solar.	0.52	
Osono, $O_3$ , producido también por la radiación solar.	0.02	

CUADRO 2.1.2.

### 2.1.2.3.1. Contaminantes Gaseosos del Aire

#### **Oxidos de Carbono**

El bióxido de carbono,  $CO_2$ , es un componente normal del aire (véase cuadro 2) y parte del ciclo de carbono de la biósfera; por consiguiente, no se le considerará por regla general como contaminante. Sin embargo, al quemar carbón, petróleo y gas natural como combustibles produce grandes cantidades de  $CO_2$ .

Se calcula que la velocidad actual de aumento de la concentración de  $CO_2$  en el mundo es de aproximadamente 0.7 ppm por año. Hemos de considerar, por consiguiente, los efectos posibles de un aumento proseguido de la concentración de  $CO_2$ , en la atmósfera de la Tierra.

Las moléculas de bióxido de carbono, a diferencia de los demás componentes del aire puro, poseen la propiedad de absorber la radiación infrarroja (calor) del sol. Por consiguiente, cuanto más  $CO_2$  haya en la atmósfera, tanto más calor pueda ésta absorber. No sabemos cuan grave pueda ser el efecto sobre la Tierra. Una de las consecuencias posibles más graves sería el derretirse los casquetes de hielo polares, con la inundación consiguiente de vastas áreas costeras en todo el globo.

El monóxido de carbono,  $CO$ , no es un componente del aire seco normal, sino un producto de la combustión incompleta del carbón o de compuesto del carbón.

Este gas, aunque sea incoloro, inodoro y no irritante, es muy tóxico. La fuente principal de  $CO$  a la que la gente se halla expuesta en la atmósfera al aire libre es el escape de los automóviles. El nivel de concentración al interior de un automóvil que se desplace en una fuerte corriente de tráfico por una carretera de varias pistas se situará aproximadamente de 25 a 50 ppm. La concentración máxima permisible en la industria, para trabajadores sanos, en una jornada de ocho horas, es de 50 ppm. Una concentración de 1000 ppm puede producir pérdidas de conocimiento en una hora y la muerte en cuatro horas.

Compuestos que contienen carbono e hidrógeno, o carbono, hidrógeno y oxígeno.



La primera categoría (carbono e hidrógeno solamente) es la clase de los hidrocarburos. El otro grupo (carbono, hidrógeno y oxígeno), designado en ocasiones como hidrocarburos oxigenados o solamente oxigenados, incluye varias clases tales como los alcoholes y los ácidos orgánicos. Estas sustancias son introducidas en la atmósfera por la combustión incompleta de combustibles que contienen carbono, juntamente con el monóxido de carbono anteriormente mencionado. La evaporación de líquidos, como la que resulta de la manipulación de gasolina o del rociado de pintura, contribuye a esta contaminación. La diversidad de los efectos de tales sustancias es muy grande. Algunos de estos materiales son carcinogénicos (susceptibles de producir cáncer), algunos son irritantes o malolientes, algunos experimentan cambios químicos en la atmósfera para producir otros contaminantes, y algunos son inofensivos.

#### Compuestos que contienen azufre.

Los óxidos importantes del azufre son el bióxido de azufre,  $SO_2$ , y el trióxido de azufre,  $SO_3$ . Desde el punto de vista de los efectos dañinos sobre el hombre y de las dificultades que presenta la prevención de su descarga en la atmósfera, el  $SO_2$  es probablemente el contaminante del aire individual más significativo. Altas concentraciones de  $SO_2$ , se han relacionado con los principales desastres de contaminación del aire, tales como Londres, y que causaron numerosas muertes.  $SO_2$  se produce cuando se quema azufre o combustible que lo contienen.

Puesto que el azufre se halla presente en el carbón y en el petróleo, la combustión de estos materiales para producir calor y energía produce  $SO_2$ .

El otro óxido importante del azufre,  $SO_3$ , se produce en la atmósfera por la oxidación del  $SO_2$ , bajo la influencia de la luz solar. Además algo de  $SO_3$  es introducido directamente a partir del proceso de combustión, juntamente con  $SO_2$ . La humedad del aire reacciona rápidamente con  $SO_3$  para formar una niebla de ácido sulfúrico. Cuando tienen lugar conversiones de esta clase, el material inicialmente introducido en la atmósfera se designa como contaminante primario del aire. Los nuevos materiales producidos por reacción química en el aire se designan como contaminante secundario del aire.

El ácido sulfúrico es un ácido muy fuerte, corrosivo, que destruye el tejido viviente, los calcetines de nylon y los monumentos de mármol. La niebla de ácido sulfúrico que en el aire consta de gotitas que miden, por regla general de 1 a 4 micrómetros de diámetro; este margen particular de tamaño favorece la penetración profunda del ácido en los pulmones con los efectos perjudiciales consiguientes.

Otro compuesto importante que contiene azufre es el sulfuro de hidrógeno,  $H_2S$ , que tiene el olor de huevos podridos. Ennegrece de los colores de base de plomo y es inclusive más venenoso que el monóxido de carbono. El  $H_2S$  no es un contaminante abundante, como el  $SO_2$  o los hidrocarburos; su presencia suele relacionarse con alguna fuente específica, tal como materia orgánica en descomposición, aguas negras o alguna operación industrial. Algunos otros compuestos del azufre son todavía más malolientes que  $H_2S$ .

#### Compuestos que contienen Nitrógeno.

Los óxidos importantes de nitrógeno que se encuentran en el aire como contaminantes son el óxido de nitrógeno,  $NO$ , y el dióxido de nitrógeno,  $NO_2$ . Los dos son producidos por cualquier proceso de combustión que tenga lugar en el aire, porque es el caso que alguna oxidación del nitrógeno atmosférico tiene lugar a la temperatura de la llama. Así pues, el gas de escape de los autos constituye una fuente significativa de óxido de nitrógeno.

Al considerar la toxicidad de estas sustancias, basta, por regla general, centrar la atención en el  $NO_2$ , porque todos los demás óxidos de nitrógeno se convierten en  $NO_2$  en el aire. Los efectos del  $NO_2$  sobre el hombre, van desde un olor desagradable y una irritación moderada hasta una congestión pulmonar grave y la muerte, según concentración del  $NO_2$  y la duración de la exposición. Las concentraciones de  $NO_2$  en el aire exterior contaminado no suelen ser suficientemente altas para producir efectos tóxicos, pero pueden producir o contribuir a producir efectos crónicos, por lo regular en forma de enfermedades de las vías respiratorias.

El  $NO_2$  es también significativo como contaminante del aire, porque es una de las sustancias clave que entran en la cadena de las reacciones químicas que producen el "smog", que examinaremos después.

Algunos compuestos orgánicos de nitrógeno llamados aminas, son fuertemente malolientes y huelen a pescado podrido.

## Ozono y oxidantes

El ozono,  $O_3$ , se encuentra en cierto grado en el aire "normal", pero, en concentraciones mayores, es una sustancia tóxica. La concentración máxima permisible, para los trabajadores industriales sanos en una jornada de ocho horas, es de 0.1 ppm.

Es curioso, que el ozono haya llegado a relacionarse, en la representación popular, con el aire puro y que los aparatos que producen ozono, se hayan considerado como "purificadores de aire". De hecho, el ozono es producido de modo natural al aire libre por el rayo del sol, y es probable que su olor picante característico, en tales condiciones se haya relacionado con el aire libre y con la acción purificadora de los aguaceros. Estas circunstancias han conducido a los poseedores de bienes inmuebles a llamar a sus propiedades con nombres tan fantásticos, pero químicamente inapropiados, como "Parque Ozono", y a los autores de folletos a escribir absurdos como "...un mar tibio, azul, siempre cambiante, centellante, en la cálida luz solar del verano, que llena el aire de ozono". (Si esto fuera cierto, todos los turistas habrían muerto). Pero son más serios y menos risibles los aparatos domésticos y hospitalarios que pretenden purificar el aire produciendo ozono. También aquí la confusión tiene sus raíces en algunos fenómenos químicos bien conocidos, pero sin importancia. El ozono, es una sustancia químicamente reactiva que en ocasiones se utiliza para combatir el olor de gases de escapes (como los que provienen del tratamiento de aguas negras), oxidándolos en productos de olor menos objetables antes de ser liberados en la atmósfera. Las concentraciones de ozono necesitadas varían entre 10 y 20 ppm. Tales concentraciones serían rápidamente fatales para el ser humano. Por otra parte, el ozono producido por los aparatos de uso doméstico es demasiado diluido (alrededor de 0.1 ppm) para afectar en algún grado perceptible los olores corrientes del hogar. El ozono se ha utilizado también desde hace muchos años como agente germicida, y se utilizan, por consiguiente, generadores de ozono, en ocasiones, con la esperanza de que impedirán la propagación de organismos infecciosos. El valor práctico de esta idea fue puesto en tela de juicio ya en 1913, cuando se mostró que las concentraciones de ozono capaces de matar patógenos bacterianos, mataban también más rápidamente todavía, a conejillos de Indias.

Un estudio más reciente del gobierno de Estados Unidos. ha llegado a la solución de que "no puede esperarse que el ozono en concentraciones bajas que, por lo demás, no provocan irritación de las vías respiratorias humanas proporcione protección eficaz alguna contra la infección bacteriana transmitada a través del aire, mediante inactivación directa de las partículas portadoras de aquélla". Así, pues, los aparatos domésticos que producen ozono no purifican el aire sino lo contaminan.

Existen otros gases contaminantes relacionados químicamente con el ozono que se designan colectivamente como oxidantes. Las propiedades que tienen en común incluyen determinados efectos tóxicos e irritantes sobre la gente; diversas clases de daños a la vegetación y a la capacidad de producir grietas en el caucho natural. Estos materiales son producidos, por regla general, por las reacciones de hidrocarburos y otros vapores orgánicos con óxido de nitrógeno, a la luz solar y son, por consiguiente, contaminantes típicos de la atmósferas de las zonas urbanas soleadas, de tráfico automovilístico considerable, como en Los Angeles, etc. El componente visible de esta contaminación se designa corrientemente como "smog".

#### **Fluoruro de Hidrógeno, HF.**

Este gas es un contaminante importante, porque se ha demostrado que causa perjuicios graves y extensos a la vegetación. Sin embargo, no es un componente general de las atmósferas contaminadas, sino que resulta más bien de diversas actividades industriales específicas, tales como la producción de aluminio.

#### **2.1.3.2. Contaminación del Aire por partículas.**

Los nombres utilizados para describir la materia transportada por el aire en partículas son un poco confusos e inapropiados, y se refieren en ocasiones al tamaño y en ocasiones al origen, así como también a los estados líquido o sólido. La clasificación siguiente constituye una solución burda, pero útil, de esta cuestión.

---

**Diámetro inferior  
a un micrómetro**

**Diámetro mayor que  
un micrómetro**

---

**Aerosoles  
Humos  
Vapores**

**Pueden ser sólidos o líquidos,  
según su origen.**

**Polvos  
Nieblas**

---

La palabra aerosol se usa muy corrientemente y debería recordarse, ya que se refiere, por regla general, a cualquier partícula pequeña en el aire. La distinción, con fundamento en el diámetro de un micrómetro, entre el aerosol y el polvo o la niebla no es en modo alguno precisa; en efecto, muchos autores, en materia de contaminación aérea se refieren por ejemplo, a partículas de aerosol de 10 micrones (micrómetros).

El tamaño de la partícula se relaciona positivamente con la velocidad de depósito. De ahí que las partículas de polvo sean molestas a distancias relativamente cortas de su origen. Las partículas muy pequeñas se depositan tan lentamente que permanecen en el aire durante largos periodos de tiempo y pueden ser llevadas a grandes distancias, a menudo muchos kilómetros.

Los contaminantes en forma de partícula pueden obstaculizar la transmisión de calor del Sol a la Tierra, reflejando una porción de los rayos solares lejos de ésta. No sabemos que intensidad esta pérdida de calor podría adquirir si la contaminación de la atmósfera por partículas aumenta. Una pérdida importante de la energía del Sol reduciría, en última instancia, el promedio de temperatura de la Tierra, lo que sería capaz de producir otra época glaciaria. Este efecto es directamente opuesto al de absorción de calor por el dióxido de carbono atmosférico. Se ha sugerido, en broma, que la pérdida de radiación solar por reflejo causado por la contaminación podría compensar exactamente la ganancia de calor proveniente de una concentración aumentada de dióxido de carbono. Esto constituye, por supuesto, una broma, ya que no existe perspectiva alguna de que el hombre pueda controlar un equilibrio tan delicado de procesos cósmicos.

Hay una gran diversidad entre los tipos de partículas en el aire. Para los fines de estudio, resulta conveniente clasificarlas en tres categorías, esto es: viables (capaces de vivir) y no viables:

a) Partículas viables. Estas comprenden los granos de polen, microorganismos como las bacterias, los hongos, los mohos o las esporas e insectos o partes de insectos, tales como pelos, alas y piernas. Las partículas viables son causantes de muchos efectos perjudiciales para el hombre, incluidas la fiebre del heno, algunas formas de asma bronquial, diversas infecciones por hongos y enfermedades bacterianas transportadas por el aire.

b) Partículas no viables. Este grupo comprende una gran cantidad de materiales, algunos de fuentes naturales y otras resultantes de actividades del hombre. Los materiales naturales incluyen la arena y partículas de tierra, gotitas saladas cerca de la orilla del mar, polvo volcánico e inclusive partículas de origen extraterrestre. Los contaminantes en partículas producidas por el hombre incluyen tanto materia orgánica como inorgánica. Una gran parte de la materia orgánica en partículas es en forma de humo proveniente de la combustión de carbón, petróleo, madera y basura. Estas partículas constan, las más de las veces, de carbono e incluyen diversos compuestos carcinogénicos (que producen cáncer). Otras partículas orgánicas transportadas por el aire son polvos, insecticidas y algunos productos liberados por la elaboración de alimentos y la manufactura química. La materia inorgánica en partículas proviene en gran parte de las actividades metalúrgicas, de las industrias productoras de mineral no metálico, de la manufactura de química orgánica y del plomo utilizado en la gasolina.

Desde el punto de vista de la contaminación del aire, las actividades metalúrgicas más significativas, son las que intervienen en la producción de hierro y acero, cobre, plomo, zinc y aluminio. La materia en partículas descargada en la atmósfera en cualquier proceso metalúrgico no es el metal puro mismo, sino uno o más de sus compuestos, algunos de los cuales podrán ser venenosos para los organismos vivos. Los productos minerales no metálicos comprenden cemento, vidrio, cerámica y asbesto.

Las operaciones que en la manufactura de estos productos son susceptibles de producir partículas transportadas por el aire son la voladura, la perforación, trituración, la molienda, la mezcla y el secado. Otros contaminantes inorgánicos en partículas son específicos de diversas operaciones de la manufactura química, tales como nieblas de ácido, debidas a la producción de ácido nítrico o sulfúrico y el polvo de fosfatos minerales provenientes de la manufactura de fertilizantes fosfatados.

El plomo se usa como agente antidetonante, en la gasolina, en forma de un compuesto orgánico, el tetraetilplomo o tetrametilplomo. Estos compuestos del plomo se mezclan con algunos hidrocarburos simples, clorados o bromados, antes de añadirse a la gasolina. ¿Qué ocurre con todo este plomo? Aproximadamente del 70 al 80 % es expulsado a la atmósfera en forma de partículas pequeñas (que van desde unas pocas centésimas de micrómetro a varios micrómetros de tamaño) de compuestos de plomo combinado con cloro y bromo. Del 20 a 30 % restante, aproximadamente la mitad es expulsada hacia el aceite de lubricación, y la otra mitad es retenida en el motor y el sistema de escape.

Sabemos que los compuestos de plomo son venenosos, pero no sabemos exactamente cuán perjudiciales sean para el medio ambiente, las partículas de plomo procedentes de los gases de expulsión de los automóviles.

### 2.1.3. RESIDUOS SOLIDOS

#### 2.1.3.1 Definición

Los desechos sólidos, son todos aquellos sólidos provenientes de las actividades humanas o animales que son inútiles o indeseables.

#### 2.1.3.2. Objetivos

Los propósitos de este inciso son:

- Identificar los diferentes tipos de desechos sólidos y el lugar donde se originan.
- Examinar los constituyentes físicos y químicos de los desechos sólidos.

### 2.1.3.3. Identificación de diferentes tipos de Sólidos.

#### 2.1.3.3.1. Desechos municipales

Los principales constituyentes de los desechos municipales son:

- a) Desechos de comida: animales, vegetales o de frutas, resultado del manejo, preparación, cocimiento y consumo de comida. Este tipo de material es muy tendiente a sufrir putrefacción sobre todo en lugares con clima cálido.
- b) Basura: son desechos combustibles o no combustibles, excluyendo comida u otro tipo de sólidos que pueden pudrirse. Típicos desechos combustibles son papel, cartón, plásticos, textiles, hule, cuero, madera, mobiliario, etc. Los sólidos no combustibles son: vidrio, hojalata, latas de aluminio, metales ferrosos y no ferrosos, suciedad, etc.
- c) Cenizas y Residuos, son materiales remanentes de la quema de la madera, carbón, coque y otros residuos combustibles. Los residuos de plantas generadoras de energía no son incluidas en esta categoría. Cenizas y residuos están compuestos de materiales finos, polvos, cenizas y pequeñas cantidades de material parcial o totalmente quemado.
- d) Residuos de Construcción y Demolición: provenientes de edificios y estructuras demolidas, residuos de la construcción, remodelación, reparación de edificios residenciales, comerciales o industriales. Estos desechos pueden incluir suciedad, piedra, concreto, ladrillo, tubería y partes eléctricas.
- e) Residuos Especiales : basura en la calle, en la banqueta, en parques, animales muertos y vehículos abandonados entre otros.
- f) Desechos de Plantas de Tratamiento de Agua: provenientes del agua potable, agua residual y del tratamiento industrial del agua.

Las fuentes de desechos municipales son:

- a) Residencial, son los desechos que provienen de casas habitación unifamiliares, edificios de departamentos de bajo, medio o alto nivel socioeconómico. Los desechos que se producen son: desechos de comida, basura, cenizas y desechos especiales.



b) Comercial, que se origina en tiendas, restaurantes, mercados, oficinas, hoteles, imprentas, hospitales. Los tipos de desechos son: de comida, basura, cenizas, desechos de construcción y demolición, desperdicios especiales y en ocasiones desechos peligrosos.

c) Áreas Abiertas; como calles, parques, callejones, lotes baldíos, áreas de juegos, playas, carreteras, áreas recreacionales. Los tipos de desechos son, desechos especiales y basura.

#### 2.1.3.3.2. Desechos Industriales

Son aquellos provenientes de actividades industriales y principalmente incluyen basura, cenizas, desechos de construcción y demolición, desechos especiales y peligrosos.

#### 2.1.3.3.3. Desechos Peligrosos

Son aquellos sólidos que presentan peligro inmediato o en cierto período de tiempo, a los humanos, plantas o animales. Un desecho es considerado peligroso si tiene algunas de las siguientes características:

- Flamabilidad
- Corrosividad
- Reactividad
- Toxicidad

Anteriormente los desechos fueron agrupados en las siguientes categorías:

- 1) Substancias radioactivas
- 2) Químicos (incluye corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos).
- 3) Desechos biológicos

#### 2.1.3.3.3.1. Fuentes de desechos peligrosos

Los desechos peligrosos son generados en cantidades limitadas por la mayoría de las actividades industriales. En términos de origen, el interés estriba en la identificación de tipos y cantidades de desechos producidos por cada fuente, haciendo énfasis en aquellas que generan cantidades significativas.

Desafortunadamente, hay poca información disponible de la cantidad de desechos peligrosos generados por varias industrias.

El esparcimiento de desechos peligrosos por derrame debe ser considerado ya que las cantidades no son conocidas por lo general. Después de un derrame, los residuos requieren ser colectados y dispuestos en mayores contenedores, especialmente cuando se refiere a materiales absorbidos.

#### 2.1.3.4. Propiedades de residuos sólidos

La información sobre las propiedades de los residuos sólidos es muy importante en función de las necesidades de equipo, sistemas y planes para su manejo, especialmente respecto a la disposición.

##### 2.1.3.4.1. Composición Física

La información y datos sobre la composición física incluyen:

- a) identificación de los principales componentes de los desechos municipales.
- b) análisis del tamaño de las partículas.
- c) contenido de humedad.
- d) densidad.

##### a) Principales componentes de los desechos municipales:

Componente	Porcentaje
desechos de comida	6-26
papel	15-45
cartón	3-15
plástico	3-8
textiles	0-4
hule	0-2
piel	0-2
desechos de jardín	0-20
madera	1-4
miscelaneo	0-5
vidrio	4-16
latas	2-8
metales no ferrosos	0-1
metales ferrosos	1-4
suciedad, cenizas, ladrillo	0-10

**b) Tamaño de partículas**

El tamaño de los componentes que forman los residuos sólidos es sumamente importante para su recuperación, especialmente para los diferentes sistemas mecánicos como los separados mecánicos.

**c) Contenido de humedad**

Usualmente se expresa como la masa de humedad por unidad de masa seca o mojada. La forma de expresarlo es simplemente como un porcentaje.

A continuación se presentan los porcentajes de humedad de los principales componentes de los desechos municipales:

Componente	Porcentaje de humedad
desechos de comida	50-80
papel	4-10
cartón	4-8
plástico	1-4
textiles	6-15
hule	1-4
piel	8-12
desechos de jardín	30-80
madera	15-40
misceláneos	10-60
vidrio	1-4
latas	2-4
metales no ferrosos	2-4
metales ferrosos	2-6
suciedad, cenizas, ladrillos	6-12

**d) densidad**

Esta propiedad la podemos definir como la masa entre el volumen que ocupa el material.

#### **2.1.3.4.2. Composición química**

Los principales parámetros de la composición química son:

a) contenido de energía en un residuo inerte.

b) contenido químico, es el contenido que tiene un desecho sólido de los siguientes elementos:

- Carbono
- Hidrógeno
- Oxígeno
- Azufre
- Nitrógeno
- Cenizas

**2.2. RAMAS DE ACTIVIDAD INDUSTRIAL QUE CONTRIBUYEN AL DETERIORO DE LA ECOLOGIA, Y LOS FACTORES CON QUE AFECTAN LA CALIDAD DE VIDA DE LA SOCIEDAD**

La contaminación se origina principalmente por el crecimiento no planificado de los centros de población, las actividades industriales y las transformaciones en los hábitos de comportamiento, orientados al consumismo. Este fenómeno ocurre cuando se rebasa la capacidad de autodepuración de los ecosistemas, al arrojarse al medio natural elementos y sustancias en concentraciones tales que no pueden ser absorbidos o biodegenerados.

La importancia del control y la prevención de la contaminación radica en el hecho de que ésta no solo significa un deterioro de las condiciones naturales del entorno, sino una amenaza de la salud humana y a la calidad de vida de la población, además de la cancelación de opciones productivas.

En esta investigación se analiza la contaminación en cuatro diferentes manifestaciones: el agua, el aire, el suelo y energía contaminante.

**2.2.1. AGUA**

El crecimiento demográfico e industrial observado a partir de la década de los cuarenta, derivó en un aumento significativo en el consumo del agua y en consecuencia, en mayores volúmenes de aguas residuales que afectan sensiblemente la calidad del recurso, el equilibrio ecológico y la existencia de gran cantidad de especies de flora y fauna acuáticas en ríos, lagos, lagunas, estuarios y zonas costeras.

Las prácticas asociadas con el manejo y disposición de las aguas residuales también han traído consigo diversos efectos de naturaleza socioeconómica. Con la contaminación del recurso, se ha reducido la disponibilidad de agua superficial de buena calidad, ocasionando una explotación mayor de los mantos acuíferos y la importación de fuentes cada vez más lejanas a los centros de desarrollo urbano-industriales, con el consecuente incremento en los costos de suministros y el déficit constante en la dotación a los sectores más pobres de la población. Por otra parte, el empleo de aguas procedentes de cuerpos contaminados eleva considerablemente los requerimientos y costos de tratamiento para adecuar el recurso a los usos domésticos e industriales aumentando, asimismo, los riesgos en la salud pública cuando son usados en la agricultura. La contaminación del agua repercute además en la disminución o cancelación de opciones productivas e influye de manera negativa en el desarrollo turístico de algunas zonas del país.

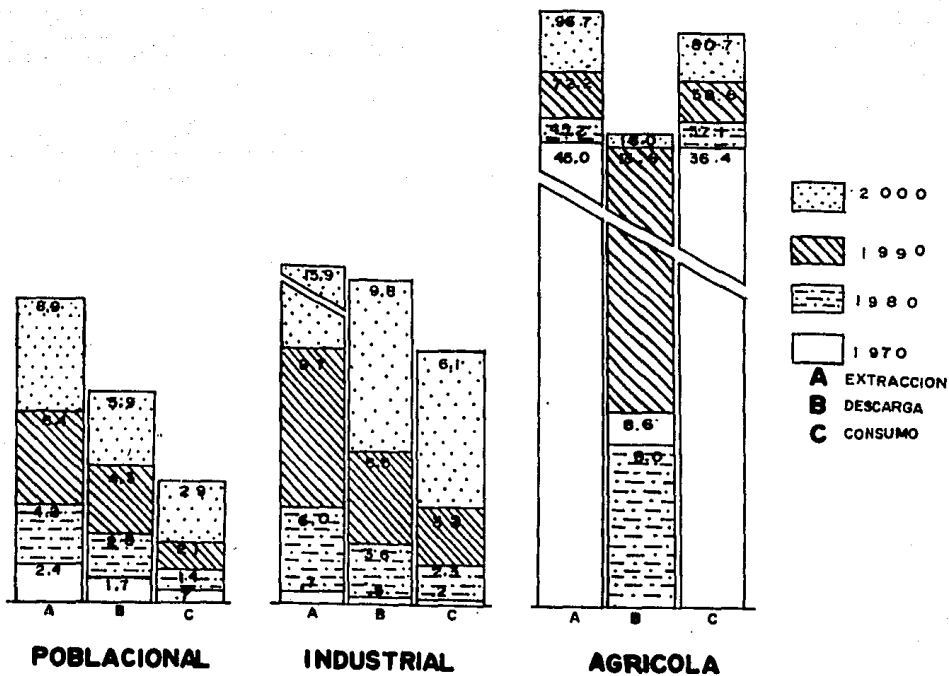
El deterioro de la calidad del agua y de los requerimientos para el control de la contaminación están en función directa de la evolución y el crecimiento de las actividades productivas y el desarrollo urbano.

A continuación se presenta en la figura 2.2.1 el comportamiento histórico y esperado en cuanto a niveles de extracción, descarga y consumo de agua de la población, la industria y la agricultura.

COMPORTAMIENTO HISTORICO Y ESPERADO DE LA EXTRACCION, DESCARGA Y CONSUMO

DE AGUA

FIG. 2.2.1



Los núcleos urbano industriales que actualmente producen mayor descarga de contaminantes, son las áreas metropolitanas de las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey. En conjunto aportan el 40% de la descarga total de aguas residuales en el país y el 35% de la carga orgánica expresada en términos de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). También se consideran de atención prioritaria las ciudades de Coahuacoalcos, San Luis Potosí, Villahermosa, Acapulco, Mazatlán, Ensenada y la zona de Guaymas-empalme, en donde las actividades industriales, turísticas o portuarias, aunadas a su ubicación geográfica, propician una contaminación relevante, contribuyendo con el 5% de la descarga total nacional de aguas residuales.

NOMBRE	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO carga org. ton/año	%	
		urbano	industrial
COAHUACOALCOS	84 348	7	93
SN. LUIS POTOSI	11 043	59	41
VILLAHERMOSA	7 157	46	54
ACAPULCO	6 801	76	24
MAZATLAN	5 897	66	34
ENSENADA	4 822	50	50
GUAYMAS-EMPALME	2 100	82	18
TOTAL	122 168		



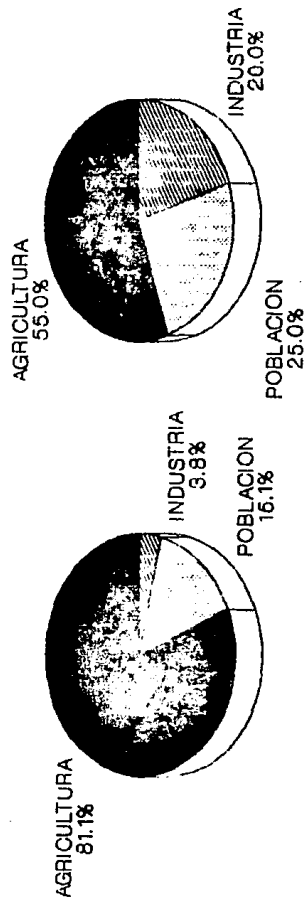
En 1980 la SARH estimó a nivel nacional una descarga total de aguas residuales de 14.41 millones de metros cúbicos. Las descargas previstas para los años 1990 y 2000 son de 24.42 y 31.68 millones de metros cúbicos respectivamente. Durante éste período el mayor volumen de aguas residuales será generado por la agricultura y núcleos urbanos.

Los diversos planes y programas establecidos por la SEDUE para prevenir y controlar la contaminación del agua presentan, como punto de partida, la evaluación y la jerarquización de las cuencas. Al efecto se han detectado 216 comprendidas en 37 regiones hidrológicas del país, las cuales cubren el 77% del territorio nacional, el 72% del volumen total industrial; el 97% del área bajo riego y el 93% de la población total. El análisis de éstas ha conducido a la identificación de 20 cuencas que, en conjunto, contribuyen con el 80% de la descarga orgánica total en el país, el 82% de la descarga orgánica industrial y el 77% de la descarga orgánica urbana. Por éste motivo la SEDUE ha establecido una atención prioritaria para las mismas.

De manera similar a la jerarquización de cuencas, se han identificado y ordenado los estados del territorio nacional tomando como referencia sus emisiones contaminantes en cuanto a los caudales y descargas orgánicas. de ésta manera el orden resulta ser: Distrito Federal, Veracruz, Jalisco, Estado de México, Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí y Morelos; los que en conjunto generan el 80% de la descarga orgánica total y el 70% del volumen total descargado en el país. Puede advertirse que dichos estados coinciden con la mayoría de los centros nacionales de desarrollo industrial y que la vertiente del golfo de México resulta ser la más afectada actualmente.

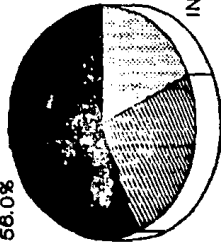
# ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA DESCARGA DE AGUAS

FIG. 2.2.1 - A



(1970) TOTAL 10.74 M (1980) TOTAL 14.41 M

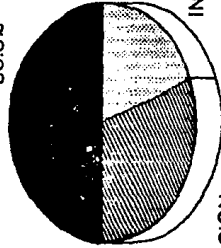
AGRICULTURA  
58.0%



INDUSTRIA  
18.0%

POBLACION  
26.0%

AGRICULTURA  
50.0%



INDUSTRIA  
19.0%

POBLACION  
31.0%

(1990) TOT. 24.42 MILL(2000) TOT. 31.68 MILL



## 2.2.2 AIRE.

La contaminación del aire es uno de los problemas ambientales más importantes, y es resultado de las actividades que conducen al desarrollo del país.

Aun cuando existen fuentes naturales de contaminación atmosférica como las erupciones volcánicas, las tolveneras y los incendios forestales, son las fuentes antropogénicas las que ocupan la atención de éste estudio.

Estas últimas se clasifican a su vez en fuentes fijas la actividad industrial y fuentes móviles, los vehículos automotores. La combustión empleada para obtener calor, generar energía eléctrica o movimiento, es el proceso de emisión de contaminantes más significativo. Existen otras actividades como la fundición, la producción de sustancias químicas, que pueden provocar el deterioro de la calidad del aire. La contaminación del aire es la adición de cualquier sustancia que altere las propiedades físicas y químicas de aquél. Los principales contaminantes atmosféricos son el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx), los hidrocarburos (HC), los óxidos de azufre (SOx), los oxidantes fotoquímicos y las partículas que pueden tener muy diversos componentes como silicatos, sulfatos, o metales pesados.

A nivel nacional, la contaminación atmosférica se limita a las zonas de alta densidad demográfica o industrial. Las emisiones anuales de contaminantes en el país son superiores a 16 millones de toneladas, de las cuales 65% son de origen vehicular y 35% provienen de fuentes industriales.

A continuación se presentan en la tabla 2.2.1 los criterios para evaluar la calidad del aire de los principales contaminantes atmosféricos, así como sus características, fuentes de emisión y efectos al medio ambiente.

La SEDUE ha instalado redes manuales de monitoreo en la ciudad de México y en nueve ciudades de la república mexicana: Guadalajara, Tijuana, Juárez, Chihuahua, Saltillo, Sn. Luis Potosí, Querétaro, Cuernavaca y Monclova. En ellas se mide la concentración de partículas suspendidas totales (PST). Para evaluar la calidad del aire se ha diseñado el índice metropolitano de la calidad del aire (IMECA) el cual se expresa en una forma accesible a no especialistas, el grado de contaminación de la atmósfera en una escala de 0 a 500, como se observa a continuación:

TABLA 2.2.1

IMECA	CALIDAD DEL AIRE
0-50 Buena	Situación muy buena para la práctica de cualquier actividad.
51-100 satisfactoria	Situación favorable para cualquier tipo de actividad.
101-200 no satisfac.	Aumento de molestias menores en personas sensibles.
201-300 mala	Aumento de molestias e intolerancia en ejercicios a personas con padecimiento respiratorios.
301-500 muy mala	Aparición de síntomas e intolerancia al ejercicio.

Para obtenerlo se calculan seis subíndices relacionados con las concentraciones de cinco contaminantes: monóxido de carbono, ozono, bióxido de nitrógeno, partículas suspendidas totales y bióxido de azufre; de estos seis subíndices se selecciona el que presente un valor máximo en el IMECA, con el cual se definen la calidad del aire y el contaminante principal.

La ciudad de México presenta el problema más grave de contaminación atmosférica en el país, por su elevada concentración demográfica, la localización en su territorio de gran número de establecimientos industriales y el uso intensivo y creciente de vehículos.

Por su latitud ( $19^{\circ} 30'$ ) y altitud (2240 m), tiene un clima templado con una estación de lluvias de junio a septiembre y una estación de secas durante el resto del año. Las temperaturas oscilan entre  $5.3^{\circ}\text{C}$ . (temperatura promedio mínima en enero) y más de  $26.5^{\circ}\text{C}$ . (promedio temp. máxima en abril y mayo). Los vientos dominantes soplan en general de noreste a sureste. La situación geográfica del área metropolitana propicia la formación de inversiones térmicas a nivel de superficie por la presencia de masas de aire frío estacionarias sobre el Valle de México. Durante estas inversiones, principalmente en invierno, los contaminantes se acumulan en una capa de aire poco profunda, lo que deteriora la calidad del aire.

Durante el invierno la ventilación del Valle de México se ve favorecido por el calentamiento solar del suelo que provoca movimientos verticales del aire o por la existencia de diversas condiciones sinópticas que ocasionan vientos moderados y fuertes, o volcamientos del aire de altura con el de superficie. Estas situaciones anulan el efecto de las inversiones térmicas. Durante el verano la calidad del aire en el Valle mejora notablemente debido al lavado de la atmósfera producido por la lluvia. (ver tabla 2.2.3)

### 2.2.3 SUELO

Uno de los principales vehículos de contaminación del suelo es la irrigación con aguas negras, que aporta organismos patógenos, detergentes, metales pesados, sustancias orgánicas tóxicas, solventes, grasas y aceites. Los fertilizantes y los plaguicidas son también agentes contaminantes cuando se emplean exhaustivamente. Así mismo, los residuos sólidos representan una fuente de gran importancia en la contaminación del suelo.

Los residuos sólidos son cualquier material que se desecha y que no es ni líquido ni gaseoso. Los tipos de residuos sólidos se clasifican en tres tipos: municipales, industriales y especiales.

Los municipales se generan en casa habitación, parques, vías públicas, comercios, bienes muebles, demoliciones, construcciones, instituciones, establecimientos de servicio.

Los industriales son generados en cualquier proceso de extracción, beneficio, transformación y producción. Se clasifican en no peligrosos, peligrosos y potencialmente peligrosos, dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas.

Los especiales, son aquellos no incluidos en los municipales e industriales: residuos de rastros, actividades agrícolas, mineras etc.

#### 2.3.3.1 Residuos Industriales:

Se estima que en la actualidad se generan alrededor de 200,000 toneladas diarias de residuos industriales, 150,000 de las cuales provienen de la extracción y beneficio de minerales y 50,000 de los procesos de transformación. De éstas últimas, según índices internacionales, entre 10 y 15% son de naturaleza peligrosa por lo que en el país se puede esperar una generación de 5000 a 7500 ton. diarias de residuos peligrosos.



Las fuentes que generan los residuos industriales, se pueden agrupar en los siguientes sectores:

- el químico (principal fuente del país)
- el metal-mecánico
- el textil
- el nuclear (residuos controlados por la comisión nacional de seguridad nuclear y salvaguardias por el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares -ININ-)

La contaminación química de los acuíferos representa un problema importante, considerando que dichos recursos son limitados e invaluable en un país cuyas dos terceras partes son áridas o semiáridas y el abastecimiento del agua potable depende de ellos en un 70%.

Existen en el país servicios e instalaciones para la disposición final de residuos industriales y peligrosos con capacidad de manejar menos del 1% del total generado; entre ellos están cinco confinamientos controlados:

- Cromatos de México (Tultitlán Edo. de Mex.)
- Residuos de cromatos de empresa Química Central de México (San Francisco del Rincón, Gto.).
- Material contaminado con cobalto 60 (Piedra, Chi.).
- Material industrial de Ciudad Sahagún, Hgo.).
- residuos peligrosos de Sn. Luis Potosí.).

También existen tres bolsas de residuos industriales operadas por la SECOFI y la Asociación Nacional de la industria Química en la Ciudad de México y por la Universidad regional de la Ciudad de Monterrey.

### 2.3.3.2 Energía:

Cualquier forma de energía puede contaminar el ambiente al modificar las condiciones naturales del medio y producir de esta manera daños a los seres vivos. En cualquier actividad humana se encuentra presente alguna forma de energía radiante calor, radiaciones, vibraciones, ruido, pero las fuentes de energía no son contaminantes por sí, si no por el efecto que causen en la comunidad. Además la intensidad de energía, el tiempo de su presencia, sus características de emisión y propagación, la susceptibilidad hacia este tipo de contaminante depende de la capacidad de adaptación y de la actitud de un individuo en una comunidad.

Los principales efectos de la energía contaminante consisten en la modificación de la conducta de los seres vivos como la migración de especies, el desarrollo de mecanismos de resistencia en el hombre, cambios en sus condiciones fisiológicas, psicológicas y conductuales, derivados del estado de angustia conocido como stress. Existen también otros efectos de mayor gravedad dependiendo de la duración y características de la exposición como son daños serios a los tejidos y hasta la muerte.

La contaminación producida por el calor implica cualquier daño a los seres vivos por exceso de exposición a esta forma de energía. Las radiaciones ionizantes y no ionizantes producidas por fuentes específicas, pueden provocar daños genéticos y daños a los tejidos (leucemia, cáncer).

Los efectos del hombre en el ruido dependen de la duración de la exposición y no sólo de la intensidad; van desde la molestia y el stress hasta lesiones irreversibles en el oído (fábricas, industrias automóbiles, etc.).

La intensidad del ruido se mide en  $w/m^2$  y puede indicarse en decibeles "A" (db(A)). La pérdida en la audición empieza con la exposición prolongada (8 horas o más) a niveles de 85 a 90 db(A).

Los efectos del ruido por debajo de estos niveles tienen una componente subjetiva de gran importancia. De ahí que la medición de ruido generado en una zona no describa los efectos en la comunidad. Para la medición del ruido existen instrumentos que identifican y cuantifican la contaminación y determinan los índices de ruido, también se cuenta con planos de isonivel de ruido que consideran la intensidad del mismo generado en una zona y finalmente con psicogramas que revelan los niveles de molestia provocados en una comunidad por el ruido.

En el área metropolitana de la ciudad de México se registran niveles de ruido intermitentes de más de 100 db(A) y permanentes de 75 en las áreas cercanas al aeropuerto y en las arterias principales de tránsito vehicular. Las condiciones ambientales de esta área varían radicalmente de una zona a otra, lo que influye también en los diversos efectos que produce el ruido en los habitantes. De otra manera; los niveles de ruido de una ciudad no dependen tan sólo del tamaño de su población, sino también de sus niveles de desarrollo urbano e industrial, la época del año y el lapso del día en que se efectúan las mediciones.

### 2.3. CONSECUENCIAS QUE PRODUCE UN CONTROL INADECUADO DEL MEDIO AMBIENTE LABORAL.

Se llama contaminante ambiental aquello que ensucia, corrompe, o bien, que perjudica al medio ambiente o a la salud de sus integrantes.

Los diferentes tipos de contaminantes que existen pueden ser por emisiones a la atmósfera, al agua, al suelo o el ruido. Estos contaminantes se producen por diversas fuentes, como se ha discutido anteriormente, y una de las principales fuentes es la industria.

A la industria no solo le tiene que importar controlar sus emisiones hacia el exterior, sino que también juega un papel muy importante para su desempeño el poder controlar su ambiente laboral, ya que el inadecuado manejo de este le va a repercutir de manera adversa ya sea a corto o largo plazo. Además ya se encuentra legalizado el procedimiento para exigir a las industrias el controlar su ambiente laboral así como sus emisiones, no pudiendo escapar las industrias a no hacerlo.

Evidentemente también existe el temor por parte de los trabajadores a la pérdida de sus empleos por la clausura de las fábricas. Sin embargo se ha demostrado que no solo no se están cerrando las fábricas, sino que el control de la contaminación puede usarse para hacer dinero. Las fábricas muy antiguas clausuradas, eran improductivas, ya que operaban en forma marginal, muchas de ellas habrían cerrado de cualquier manera. Por lo tanto no hay ninguna razón para pensar que la mejora en las condiciones en el interior de las fábricas vaya a causar una mayor pérdida de puestos de trabajo o más clausuras que las que produce el saneamiento del ambiente externo.

En cambio es importante mencionar que para el industrial, además de que ya existe una legislación en la materia, el no cumplir con esto, puede ocasionar la inconformidad de trabajadores, y estos pueden presionar a las empresas, ya que después de todo sin la actividad de la gente que trabaja no se puede producir nada.

Los procesos productivos al involucrar diferentes factores, dentro de la transformación de materias primas en bienes de consumo, crean un ambiente laboral, en el que hay la generación de sustancias químicas y biológicas, calor, frío radiación y ruido.

### **2.3.1 CONSECUENCIAS QUE PRODUCE EN EL AMBIENTE LABORAL LA GENERACION DE RUIDO.**

Con el ruido se tiene un tipo de contaminante cuyos efectos nocivos dependen mucho del grado de sensibilidad de los individuos, por este motivo, sus estragos pueden manifestarse tanto en un plano fisiológico como psicológico, y es también por ello que su grado de influencia se cuantifica estadísticamente.

#### **2.3.1.1 Daños fisiológicos que produce el Ruido.**

El efecto más conocido es la sordera, que resulta de la separación del órgano de Corti de la membrana basilar, o bien, por el daño del oído medio en exposiciones prolongadas a ruido intenso; se sabe que causa vasoconstricción disminuyendo la irrigación sanguínea y de esta forma como contrapartida se ocasiona bradicardia, el ruido, también produce los movimientos peristálticos de los intestinos ocasionando trastornos digestivos, además motiva el exceso de secreción de adreno-corticoides que se asocia con enfermedades tales como artritis reumatoide, enfermedad de Adison y otras cincuenta más.

#### **2.3.1.2 Daños psicológicos que produce el Ruido.**

El ruido se ve relacionado con estados de irritación, depresión, insomnio, náuseas, alergias, fatiga, reflejos retardados, pérdida de equilibrio, etc. El grado de molestia varía de individuo a individuo existiendo algunos casos de ruido que resultan estimulantes para muchos y molestos para otros.

### 2.3.1.3 El ruido en la Productividad.

Estudios llevados a cabo por la NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health.) demuestran que existe un marcado ausentismo en aquellas áreas de trabajo sometidas a un alto nivel de ruido en comparación con áreas similares que no lo tienen, (1.23% de trabajadores por día) esto representa un promedio de \$115 Dls. por trabajador por año en E.U. En este mismo país, con el 75% de la fuerza de trabajo expuesta a niveles de ruido por arriba de 85 dBA, la indemnización potencial por sordera está en el orden de \$12 billones de dolares. En E.U. se estima que la industria deberá gastar \$10.5 billones de Dls. para abatir el ruido en las fuentes de trabajo.

También existen otro tipo de problemas ocasionados por el ruido, como la creencia de que la interferencia en la comunicación oral durante las actividades laborales puede provocar accidentes causados por la incapacidad de oír llamadas de advertencia u otras indicaciones

### 2.3.2 EFECTOS QUE PRODUCEN EL CALOR Y EL FRIO.

Una de las principales quejas de los trabajadores es que los ambientes de trabajo son o muy calurosos o muy fríos. Lo que ocasiona que los trabajadores estén sometidos a condiciones de temperatura que les significan un sacrificio físico y emocional.

El organismo funciona adecuadamente dentro de un rango muy estrecho de temperaturas. El promedio ideal de temperatura es de 22.7 °C, con un 45% de humedad relativa.

#### 2.3.2.1 Efectos relacionados al Calor.

Se ha encontrado que a temperaturas molestas, especialmente por calor, se producen más accidentes y más errores, lo cual implica una menor calidad en el trabajo, e índices mayores de ausentismo y retraso. Los trabajadores pueden estar incluso tan descontentos, que pueden realizar distintas acciones e irse a huelga. Todo esto baja la productividad.

El estrés está muy relacionado con las actividades más calurosas, como la minería del acero y del vidrio, la agricultura y la construcción. Sin embargo también en las fábricas en ciertos meses se puede producir estrés por causa del calor.

Existen muy diversos tipos de reacciones al calor, que dependen de las condiciones de la exposición, del grado de la actividad y de la respuesta individual de cada persona. Tales efectos pueden ser: El golpe de calor, El agotamiento, desmayo o síncope o fatiga producida por calor.

### 2.3.2.2 Efectos relacionados con el frío.

Los efectos directos del frío, son que el cuerpo al tratar de mantener su temperatura interna, primero, los vasos sanguíneos que irrigan la piel, las manos y los pies se contraen para que fluya menos sangre a la superficie del cuerpo y se pierda menos calor. Las manos y los pies se entumescen y se ponen fríos, e incluso pueden agrietarse si se enfrían demasiado. Además una persona con las manos frías, entumecidas o adoloridas no puede realizar tareas manuales con habilidad o destreza.

Existen muy pocos estudios acerca de los efectos que la exposición de muchos años al frío producen sobre la salud. Algunas investigaciones han mostrado que la exposición a temperaturas inferiores a 0°C conduce a enfermedades pulmonares crónicas y a sinusitis. Otros efectos posibles del frío durante el trabajo pueden ser la artritis y un aumento de las infecciones virales.

### 2.3.3 EFECTOS PRODUCIDOS POR LA RADIACION.

Un tipo de contaminante que no se puede percibir con facilidad son las radiaciones, que tienen efectos muy graves. La radiación se divide en dos tipos la radiación ionizante y la radiación no ionizante.

- Radiación no ionizante. Es aquella radiación cuyas ondas tienen menos energía que las de los rayos X, y no poseen suficiente energía como para ionizar átomos. A continuación en la tabla 2.3.1 se presentan los diferentes tipos de esta radiación y los efectos que tienen así como que la produce principalmente:

TABLA 2.3.3. "FUENTES Y EFECTOS DE LA RADIACION NO IONIZANTE"

RADIACION	ALGUNAS EXPOSICIONES	PRINCIPALES EFECTOS
Ultravioleta(UV)	Luz solar, soldadura eléctrica, lámparas germicidas, "luz negra" usada en heliografía, identificación de ropa en tintorerías, Luz fosforescente	Irrita y lesiona los ojos; puede producir quemaduras dolorosas y posiblemente cáncer de la piel.
Visible-rayo láser	Se usa en la industria de la construcción para marcar líneas de referencias; en medicina para cirugía; en comunicaciones, en heliografía; puede ser usado en perforaciones o en donde se necesite un rayo de alta energía.	Extremadamente peligrosos para los ojos porque concentran intensamente la luz en la retina.
Infrarrojo (IR)	Es emitida por todos los cuerpos que se calientan. Están expuestos los soldadores, los trabajadores del acero, los sopladores de vidrio, etc. También se usa para secar y endurecer pinturas, barnices y esmaltes.	Puede lesionar estructuras del ojo. Puede producir cataratas.
Microondas	Comunicaciones militares, de radio, navegación, radares, hornos para comida, algunos procesos de secado, diatermia médica.	Los ojos y los testículos son muy sensibles; los efectos genéticos y a largo plazo por exposición a dosis bajas se desconocen. Los generadores de microondas pueden también emitir rayos X.
Ondas de radio-frecuencia (RF)	Equipo de calentamiento de RF, usado para endurecer metales, soldaduras y bronceado. Pueden ser usadas en carpintería, para unir, laminar y pegar. También usadas para tratar recipientes esterilizados, sellamiento térmico.	Su operación inadecuada puede producir choque eléctrico y quemaduras. Si el operador tiene la piel mojada, puede electrocutarse.

- **Radiación ionizante.** Los rayos X, los rayos alfa, beta y gama, y los neutrones, son todas formas de radiación ionizante. La radiación ionizante es un riesgo muy serio, porque lesiona las células del organismo y puede producir diversas enfermedades, entre ellas cáncer y alteraciones genéticas.

Los materiales radiactivos y los rayos X son ampliamente utilizados en la industria y la medicina. Son usados como señalizadores en tuberías y tanques para controlar el flujo y el nivel de los líquidos. Son utilizados en el control de calidad, para probar la densidad de los fluidos y la textura de las mezclas. Se aplican rayos X a las tuberías para vigilar soldaduras y puntos de poco grosor. El Uranio es una fuente energía atómica. Muchos trabajadores están expuestos a la radioactividad en el trabajo en la mina, en el procesamiento, en el embarque y en el uso del uranio y otros materiales radiactivos para producir energía atómica.

Los materiales radiactivos son muy usados en la medicina, de manera que los trabajadores que participan en la elaboración de ciertos medicamentos y en la aplicación de unos tipos de tratamientos a pacientes. Finalmente, muchos procesos industriales como la soldadura, las microondas y los generadores de radiotrecuencia también producen rayos X.

Además de una mayor incidencia de cáncer, los trabajadores expuestos a radiaciones tienen una expectativa de vida menor. También se ha comprobado que las radiaciones provocan que el organismo envejezca más rápidamente y los trabajadores expuestos a ellas sufren alteraciones en la sangre, los músculos y otros órganos del cuerpo a edades más tempranas que la gente que no lo está. Hay también un aumento notable de los defectos congénitos y de las muertes prenatales entre estos trabajadores, teniendo estos el doble de incidencia que presenta la población general.

#### 2.3.4. EFECTOS QUE PRODUCEN COMPUESTOS QUÍMICOS EN FORMA DE HUMOS, POLVOS, NIEBLAS Y VAPORES.

El ambiente de trabajo está invadido por una gran cantidad de compuestos químicos en forma de humos, polvos, nieblas y vapores.



### 2.3.4.1 Efectos que producen los Gases.

Los gases industriales pueden constituir riesgos para la salud, ya sea por sus efectos tóxicos directos sobre el organismo o porque al invadir la atmósfera impiden la captación del oxígeno que necesita para sobrevivir. Estos son los llamados gases asfixiantes, algunos de ellos son los siguientes:

- Acetileno\*
- Argón
- butano\*
- anhídrido carbónico
- etano\*
- etileno\*
- helio
- hidrógeno\*
- metano\*
- neón
- nitrógeno
- óxido nítrico\*
- propano\*

\* Inflamable

a) Gases irritantes.

Algunos gases irritan el aparato respiratorio. El grado de solubilidad de un gas irritante en el agua determina que nivel del aparato respiratorio puede ser afectado. Mientras más soluble es una sustancia, más rápidamente se disuelve en un medio húmedo como el de las vías respiratorias, y por lo tanto el daño ocurre a un nivel más alto. A continuación en la tabla 2.3.4.1 se muestran algunos gases irritantes su uso en la industria y sus efectos.

TABLA 2.3.4.1. \*USOS Y EFECTOS DE LOS GASES IRRITANTES\*

GAS	OCUPACIONES EN LAS QUE SE PRESENTA EXPOSICIÓN RIESGOSA AL GAS	EFECTOS.
Oxidos de Nitrógeno	Para la nitración de compuestos aromáticos y en la acidificación y grabado al agua fuerte de metales; como subproducto en la fabricación de explosivos, tinturas, lacas y celuloide. Soldadura y betonación.	Son muy irritantes para los ojos y las vías respiratorias superiores. Exposiciones arriba del límite causan tos y dolor en el pecho. Al producir ácido nítrico quema los pulmones, produciendo asfixación.
anhídrido sulfuroso	Fundido de minerales sulfurosos y en procesamiento de combustibles con azufre y del magnesio.	Afecta principalmente las vías respiratorias superiores: nariz, garganta, tráquea y bronquios. Irritación crónica de la garganta y alteraciones en sentidos del gusto y del olfato, bronquitis y enfisema.
Acido Sulfhídrico	Fabricación de compuestos químicos, tinturas y pigmentos, y en las refineras de petróleo.	Irrita los ojos y las vías respiratorias superiores, puede causar edema agudo pulmonar; enfermedad pulmonar crónica.

TABLA 2.3.4.1. "USOS Y EFECTOS DE LOS GASES IRRITANTES" (Continuación)

GAS	OCUPACIONES EN LAS QUE SE PRESENTA EXPOSICION RIESGOSA AL GAS	EFECTOS.
Cloro	Se usa en las siguientes industrias: fabricación y procesamiento de velas, tinta, textiles, petróleo, aerosoles, papel, blanqueadores, goma, treon, fotografía, desinfectantes y aditivos para combustibles. En el retinado y fundición de metal, retinado y procesamiento de azúcar y en el tratamiento de aguas.	Altamente irritante y tóxico para la piel, ojos, senos nasales, garganta, laringe y bronquios. Edema pulmonar, bronquitis crónica y entisema. Ulceras en la nariz y piel.
Fluor	Producción de ácido fosfórico, productores y usuarios de cotas, de fertilizantes, de cemento, tratamiento de aguas, alfarería, producción de dentífricos, de desinfectantes, de esmaltes, de fungicidas, de lámparas e iluminación, textiles,	Altamente irritante para los ojos, la piel y los tejidos que cubren la boca, la garganta y las vías respiratorias. edema pulmonar.
Cloruro de Cal	Blanqueo de textiles, fabricación de papel, jabones, desinfectantes y aceites. Tratamiento de aguas.	Propiedades tóxicas semejantes a las del cloro.
Bromo	Procesamiento de textiles, extracción y refinamiento de metales, fotoreproducción, fabricación de fármacos y tratamiento de aguas.	Fos, hemorragias de la nariz, sensación de opresión, mareo y dolor de cabeza, alteraciones de la tiroidea, irritación crónica de la garganta, enfermedad del corazón y presión arterial baja.
Yodo	Fabricación de desinfectantes.	Irritación de los pulmones, edema pulmonar, irritación de los ojos, inflamación de las vías respiratorias superiores, nerviosismo y pérdida de peso.
Fosgeno	Util en muchas reacciones químicas, como subproducto. En algunos tipos de soldadura.	Irritación de ojos nariz, garganta y vías respiratorias; dermatitis, edema pulmonar, enfermedad pulmonar crónica.
Amoniaco	Fabricación de tintas, látex, hule, gas para alumbrado, gas treon, plásticos, pinturas, fertilizantes de perfumes y cosméticos, papel, fármacos, explosivos, colas, barnices al alcohol, amoniaco y ácido nítrico. Se usa en las industrias de: metalizado, vulcanizado, fotografía, curtido de piel, enlatado conservas de alimentos y tratamiento de aguas.	Sumamente irritante para los ojos provoca desde lagrimeo intenso hasta lesión de córnea, pudiendo producir ceguera. Es también irritante para bronquios y pulmones, puede llegar a producir edema pulmonar, bronquitis crónica y entisema.
Ozono	Fabricación de textiles, peróxido de hidrógeno ladrillos y ceras. Tratamiento de aguas.	Irrita los ojos y los tejidos que cubren la garganta, los bronquios y los pulmones. en dosis mayores, edema pulmonar agudo, ocasiona también la denominada enfermedad pulmonar obstructiva. Puede producir cáncer.

## b) Gases no irritantes

También existen los gases no irritantes, sin embargo también tienen efectos tóxicos definidos y graves. En la tabla 2.3.3 se presentan estos gases, la ocupación en la que hay exposición y sus efectos.

TABLA 2.3.4.2. "USOS Y EFECTOS DE LOS GASES NO IRRITANTES"

GAS	OCUPACIONES EN LAS QUE SE PRESENTA EXPOSICION RIESGOSA AL GAS	EFECTOS.
Monóxido de carbono	Fabricación de suelas, industria de tratamiento térmico y del metal. Reparación de hornos y minería. En general, todo proceso que incluya una combustión.	Alteración del funcionamiento del cerebro producida por falta de oxígeno. Dolores de cabeza punzante, mareos, enrojecimiento de la piel, debilidad, visión borrosa, náuseas y vómitos, en concentraciones mayores asfixia y muerte. En exposiciones prolongadas además provoca disminución de audición, convulsiones, psicosis y pérdida del apetito.
Ácido cianhídrico Cianógeno. Cianuro	Fabricación de tintes, textiles celulósicos, plásticos, pigmentos, joyería, fumigantes, fertilizantes, venenos de acción más rápida. Su poder endurecedores y detergentes. Se usa en la industria de cobre y de calcio metalúrgica, de impresión, fumigación, fotograbación, utilización de oxígeno que el organismo requiere para la producción de energía.	Una vez absorbido es uno de los venenos más tóxicos, su poder tóxico es que interfiere con la utilización de oxígeno que el organismo requiere para la producción de energía.
Cianuros halogenados		Muy tóxico para los procesos químicos del organismo.
Nitrilos	Procesos que incluyan la descomposición del poliestireno.	Mismos efectos que el ácido cianhídrico

## c) Polvos.

Los polvos generalmente causan enfermedades solo en los pulmones. La enfermedad producida por polvo en los pulmones se denomina phneumoconiosis. El tiempo de la phneumoconiosis depende del tiempo de exposición, y de la susceptibilidad de cada trabajador. También el tamaño de la partícula de polvo afecta la toxicidad de este; mientras más pequeña sea, penetra más profundamente en los pulmones y mayor es la cantidad de polvo que se deposita, y más grave será la enfermedad.

Los polvos pueden tener su origen ya sea de minerales inorgánicos o pueden ser químicos. A continuación se presentan los principales y los efectos que se tiene por su inhalación.

- Silice. Este polvo se puede encontrar en forma cristalina, como el del cuarzo, la crisobalita, y la trimidita, o en forma no cristalina, como el opalio. La inhalación del polvo de dióxido de silicio libre produce una enfermedad denominada silicosis.

Las personas más expuestas son las que fabrican o empaquetan polvos de jabón abrasivo, las que trabajan con arena, y en los constructores de túneles que usan taladros de alta velocidad para perforar roca.

Los síntomas de la Silicosis aguda son la dificultad respiratoria, primero al realizar actividades físicas y después aun en reposo.

- Polvos de carbon. La exposición al polvo de carbon blando causa neumoconiosis simple, con características de bronquitis y enfisema.

Los trabajadores comúnmente expuestos son los de la industria minera del carbon.

Otro polvo del carbon es el negro de carbon, que se produce por calentamiento del aceite de creosota, aceites del alquitran o destilados del petroleo. Su exposición está relacionada con la fabricación de hule y tintas o en la producción misma del negro de humo, y produce una neumoconiosis idéntica a la causada por el carbon blando, con enfisema, alteraciones de los bronquiolos y cicatrización pulmonar que puede conducir a una fibrosis masiva y progresiva.

- Gratito. Existen dos tipos de gratitos natural y sintético. Ambos producen neumoconiosis, y con mayor cantidad de silice produce enfermedades similares a las producidas por el silice. Tiene numerosas aplicaciones industriales como lubricante, como conductor de calor y electricidad y como portador de carbon en los aceros.

- Asbesto. Es un material que debido a sus propiedades forma parte de más de 3000 productos que incluyen desde juguetes hasta varillas para soldadura y aislantes industriales y domésticos. Prácticamente ningún grupo de trabajadores está libre de la exposición potencial a él. Sin embargo los mayormente expuestos son los trabajadores de los astilleros, los que fabrican productos de asbesto y los de la industria textil que utilizan este material.

Las fibras de asbesto son extremadamente finas, por lo que cuando se encuentran en el aire, flotan libremente, son atrapadas por el moco o los cilios de las vías respiratorias y llegan a los alveolos sin obstáculos. Además estas fibras son indestructibles. Se produce entonces una enfermedad llamada asbestosis, cuyo síntoma principal es la dificultad respiratoria. Pero también la fibra de asbesto produce otro efecto; provoca que ciertas células del organismo se transformen en células cancerosas. Produciendo cáncer en diferentes partes del organismo: Cáncer pulmonar, mesotelioma, cáncer de los intestinos y otros.

- Lana mineral y Fibra de vidrio. Son silicatos con propiedades semejantes a las del asbesto. Pueden producir cicatrización pulmonar y algunos cánceres. También pueden ocasionar irritación de la piel, así como bronquitis y asma si es inhalada.
- Talco. Es muy similar al asbesto, y sus efectos también.
- Berilio. Produce enfermedad de los pulmones, la piel, los riñones y el hígado. Pero lo que más afecta son los pulmones produciendo la Beriliosis aguda o crónica dependiendo de los niveles y el tiempo de exposición.
- Hierro, Bario y Estaño. Ocasionan la siderosis, la bariolosis y la estañosis.

#### d) Compuestos Químicos Orgánicos.

Son aquellos que contienen el elemento carbono. Se utilizan miles de ellos en la industria, como solventes, intermediarios o iniciadores de reacciones. No todos son nocivos, pero muchos sí tienen efectos tóxicos serios en la tabla 2.3.4. se muestra la clasificación de dichos Compuestos así como sus efectos.

TABLE 2.3.4.3 COMPUSTOS QUIMICOS INORGANICOS

COMPUSTO	EFECTOS QUE OCASION SU EXPOSICION
ALCOHULES	
Metanol	Irritacion de las vias respiratorias, que puede provocar bronquitis y otras enfermedades
Etanol	Su exposicion produce simplemente una irritacion de los ojos y las mucosas. La intoxicacion solo se produce a niveles muy altos.
Gutanoles	Irritacion de la piel, y en algunos casos inflamaciones severas de los ojos, tambien puede ser muy irritante para las vias respiratorias
Alcoholes Alilicos	Actúan sobre el sistema nervioso, provocando mareo, nausea, vomito y vision doble. Irritan los ojos y las vias respiratorias superiores.
Alcohol bencilico	Dolor de cabeza muy intenso, de estómago, vomito y pérdida de peso.
Ciclohexanol	Irrita los ojos, la nariz y la garganta.
Alcohol Alilico	Extremadamente irritante para las vias respiratorias superiores y los ojos. Espasmos musculares en contacto con la piel.
Alcohol beta-cloroetilico	Ocasiona lesiones graves del higado y los riñones al ser inhalado o absorbido por la piel.
ETERES	
Eter metilico	Efecto anestésico, depresor del sistema nervioso.
Eter etilico	Anestésico, causa dermatitis, irritacion de nariz y garganta.
Eter isopropilico	Anestésico, irrita nariz y garganta, dermatitis.
Eter vinilico	Anestésico
Eter clorometilico	Irritante para la piel y ojos. Edema pulmonar y neumonia.
Eter dim-clorometilico	Envenenamiento, irritante para ojos y pulmones, edema pulmonar.
Eter dicloroisopropilico	Lesiona higado y riñones.
Gúayacol	Nocivo para la piel, irritante de las vias respiratorias.
Uroxano	Lesiona el higado y los riñones.

FIRIGINA : DERIVADOS

<p> <b> Piridina </b> </p>	<p>                     En concentraciones altas se presentan trastornos digestivos como diarrea, dolor de estomago, nausea y debilidad. Lesiona el higado, la piel, las mucosas de las vias respiratorias y la órnea                 </p>
----------------------------	--

GLICÓLES

<p> <b> Etilenglicol </b> </p>	<p>                     Irritación de los ojos, mareo.                 </p>
--------------------------------	---

<p> <b> Celosolve </b> </p>	<p>                     Anemia, afecta también al sistema nervioso causando alteraciones del comportamiento y de los reflejos.                 </p>
-----------------------------	---

<p> <b> Eter monoetilico del etilenglicol </b> </p>	<p>                     Edema pulmonar y pulmonia; afecta los riñones y puede causar depresión del sistema nervioso.                 </p>
---	---

<p> <b> Eteres del etilenglicol </b> </p>	<p>                     Irritación ligera de la piel, inflamación y dolor de las mucosas de los ojos y la absorción afecta al sist. nervioso, la higado, al riñon y la sangre.                 </p>
---	---

<p> <b> Eteres del dietilenglicol. </b> </p>	<p>                     Mismos efectos tóxicos que los eteres del etilenglicol, en menor proporción.                 </p>
--	---

HIDROCARBUROS AROMATICOS

<p> <b> benceno tolueno xileno naftaleno 1,2,4-trimetilbenceno Decahidronaftaleno </b> </p>	<p>                     Los hidrocarburos aromaticos son compuestos derivados del benceno. Tienen efectos parecidos sobre el organismo, variando su toxicidad. Todos son tóxicos y pueden causar dermatitis despues del contacto prolongado con la piel. Los vapores son irritantes y su inhalación puede conducir a daño en otros organos.                 </p>
---	--

DIFENILOS

<p> <b> Difenilo Difenilmetano Difeniléter Dipther Clorodifenilos </b> </p>	<p>                     Efectos nocivos para la piel, irritantes para los ojos y las vias respiratorias. Trastornos digestivos, tambien causa efectos sobre el higado.                 </p>
---	---

Existen también otros compuestos químicos con efectos nocivos para la salud a corto y largo plazo, como:

**-Fenoles y Creosoles:**

- Fenol
- hidroquinona
- resorcinol
- pirocatecol
- dinitro-orto-creosol
- clorobenceno
- ortoclorobenceno
- cloruro de bencilo
- nftalenos colorados
- Benzantrona

**-Compuestos nitro y amino aromáticos**

**-Alquitran de hulla y sus fracciones**

Las reacciones más severas del alquitran de hulla son consecuencia de sus fracciones menos volátiles. Todos los compuestos del alquitran de hulla reaccionan con la piel fotosensibilizandola. Las zonas del cuerpo expuestas desarrollan dermatitis. La exposición a sus vapores puede afectar los ojos y las vías respiratorias. Los compuestos principales son:

- Acrídina
- antraceno
- Creosotas de alquitran de hulla.

**-Diversos productos de Petróleo.**

- Asfalto
- aceites lubricantes
- queroseno
- cloruro de metilo
- cloruro de metileno
- cloroformo
- tetracloruro de carbono
- cloruro de etilideno
- dicloruro de etileno
- tetracloroetano
- dicloruro de propileno
- tricloroetileno
- cloruro de alilo
- etilbromuro
- bromoformo
- tetrabromuro de carbono



**-Aldehidos**

Son líquidos volátiles e inflamables. Todos irritan la piel, los ojos y las vías respiratorias, los más volátiles son los más tóxicos:

- Cetales
- acetaldehído
- formaldehído
- furfural

**-Ácidos orgánicos**

Son irritantes, pero su capacidad para lesionar la piel y las mucosas depende de su potencia y de su solubilidad en el agua y en los tejidos, algunos ocasionan alergias por alteración de las proteínas de la piel. Tenemos los siguientes ejemplos:

- Anhidridos ácidos
- anhídrido ftálico
- ácidos halogenados
- amidas ácidas
- ácidos nitróticos
- Ácidos aromáticos

**-Acetatos.**

Son derivados del ácido acético, tienen propiedades solventes que se utilizan en muchos procesos industriales. Se usan principalmente para disolver lacas. La exposición a los acetatos provoca irritación de los ojos, la nariz y la garganta; esto se acompaña del inicio lento de síntomas anestésicos.

**-Plaguicidas**

Son tóxicos para los seres humanos cuando la exposición a ellos es excesiva. Son rápidamente absorbidos a través de la piel y pueden también ser inhalados o ingeridos. Su exposición crónica afecta principalmente al sistema nervioso.

Existen otros muchos compuestos utilizados en la industria que son altamente tóxicos y también tienen efectos cuando su exposición es muy prolongada, como ejemplos tenemos los compuestos químicos relacionados con la fabricación del plástico, compuestos que contienen nitrógeno, con azufre, sustancias ácidas y alcalinas y metales

Todas las sustancias analizadas en esta parte como podemos observar son riesgosas para la salud humana en mayor o menor grado, pero de cualquier manera nos van a repercutir negativamente si no se controla su manejo, es decir si no buscamos tener un ambiente laboral que no afecte a los trabajadores.

Y no solo se busca incrementar la productividad a corto plazo, sino que es muy importante hacer mención que existen otros factores que nos afectan directamente por no controlar nuestras emisiones en el lugar de trabajo, ya que existe un fundamento legal, que exige el control adecuado de las sustancias nocivas para la salud, y el no cumplir con esto nos va a repercutir con sanciones, que a las industrias les trae consigo un alto costo.

#### 2.4. LEGISLACION NACIONAL PARA EL MEJORAMIENTO DEL AMBIENTE.

Los ordenamientos legales que regulan la apropiación y el uso de los recursos naturales del país, así como la protección del medio, tienen como base los artículos 27, 73 y 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Con este fundamento, a partir de 1936, se inicia un proceso legislativo en el cual el Ejecutivo Federal promueve diversas leyes, reglamentos, decretos y acuerdos, orientados a establecer una normatividad en la relación Hombre-Naturaleza.

A la fecha, las principales disposiciones con que se cuenta en esa materia son: 3 leyes reglamentarias del Art. 27 Constitucional relativas al ramo del petróleo, la minería y la energía con sus respectivos reglamentos; 10 leyes federales vigentes: General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, de Aguas, de Caza, Forestal, de Reforma Agraria, Para el fomento de la Pesca, de Fomento Agropecuario, de Obras Públicas, de Conservación de Suelo y Agua, de terrenos Baldíos Nacionales y de Demasías.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente es el ordenamiento que contiene la visión más amplia sobre los problemas derivados del desarrollo y recoge las preocupaciones de la comunidad internacional y la sociedad mexicana relativas a la contaminación ambiental y al deterioro de nuestros ecosistemas. Cuenta a la fecha con los reglamentos para Controlar el Impacto Ambiental, Los Residuos Peligrosos y El Control y Prevención de Contaminación por Humos y Polvos, de Aguas y Ruido.

A continuación se presentan en resumen los diferentes ordenamientos relativos a la Protección y Conservación del Medio Ambiente.

**2.4.1 ORDENAMIENTOS EN MATERIA DE APROVECHAMIENTO, REGULACION, CONSERVACION Y PROTECCION DE LOS RECURSOS NATURALES (RENOVABLES Y NO RENOVABLES).**

**2.4.1.1. Disposiciones Constitucionales**

**Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.** En este artículo se establece "que la Nación tendrá en todo el tiempo el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer en los términos de la ley Reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad agrícola en explotación; para la creación de nuevos centros de población agrícola con tierras y aguas que les sean indispensables; para el fomento de la agricultura y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad. Los núcleos de población que carezcan de tierras y aguas o no las tengan en cantidad suficiente para las necesidades de su población, tendrán derecho a que se los dote de ellas, tomándolas de las propiedades inmediatas, respetando siempre la pequeña propiedad agrícola en explotación".

**2.4.1.2. Leyes y Reglamentos**

**Ley de Vías Generales de Comunicación** (Diario Oficial, 19-11-1948) y su reglamento del Art. 124.

**Ley de Terrenos Baldíos y Demasías.** (D.O. 7-11-1951)

**Ley de Sanidad Fitopsuaria de los Estados Unidos Mexicanos y su reglamento.**

**Ley Federal de Caza.**(D.O. 5-1-1952)

**Ley Forestal.**(D.O. 16-1-1960) y su reglamento.

Ley de Reforma Agraria. (D.O. 16-IV-1971)

Ley Federal de Aguas. (D.O. 11-I-1972) y su reglamento del Art. 24.

Ley de Fomento Agropecuario y su reglamento.

Ley Reglamentaria del Art. 27 Constitucional en el ramo del Petroleo y su Reglamento.

Ley Reglamentaria del Art. 27 Constitucional en materia Minera y su Reglamento.

Ley Reglamentaria del Art. 27 Constitucional en materia Nuclear.

#### 2.4.1.3 Decretos

Por el que se crea el Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos.

Que por causas de interés general y beneficio social, se declaran zonas prioritarias de mejoramiento ambiental y restauración ecológica, (mediante diferentes decretos) las siguientes zonas:

- Desembocadura del Rio Coatzacoalcos
- Biósfera Sian Ka'an, ubicada en los municipios de Cozumel y Felipe Carrillo Puerto en Quintana Roo.
- La Sup. de 16,110-14-50 Has., ubicadas en Michoacán y Edo. de México, para fines de migración, invernación y reproducción de la mariposa Monarca.
- Los lugares en que anidan y desovan las diversas especies de la Tortuga Marina.
- La Biósfera Sierra de Manantlán, ubicada entre los estados de Jalisco y Colima.
- la Biósfera "El Vizcaíno", en el municipio de Mulegé, B.C.Sur.
- La Biósfera de "Caiakaul", en los municipios de Champotón y Hopelchen, Edo. de Campeche.
- Biósfera "El Triunfo", en Chiapas.

Por el que se declara veda indefinida del aprovechamiento de las especies del Tucán, en todo el territorio Nacional.

Por el que se declara que en los ecosistemas selva, sabana o manglar, localizados en el Edo. de Quintana Roo, solo podran realizarse actividades tendientes a su restauración y conservación, así como la declaración de veda total e indefinida dentro de esta zona.

Por el que se declara Parque Nat. la Sup. de 539-43-00 Has. ubicadas en el municipio de Mérida Edo. de Yucatán.

Por el que se declara el área de protección de la flora y fauna silvestres, en los municipios de Huitzilac, Cuernavaca, Tepoztlán, Jiutepec, Tlaxiapan, Yautepec, Tlayacapan y Totoloapan en el Edo. de Morelos.

Por el que se aprueba el programa sectorial de mediano plazo denominado Programa Nacional para la protección del medio ambiente 1990-1994

Por el cual se crea la Comisión Nacional del Agua como órgano administrativo desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. (D.O. 16-1-89)

#### 2.4.1.4. Acuerdos Presidenciales y Secretariales para la creación de los siguientes organismos:

Comisión Intersecretarial de Investigaciones Oceanográficas.

Comisión para el Aprovechamiento de Aguas Salinas.

Comité Planificador de Desmontes del Sector Agropecuario y Forestal.

Comisión Nacional de Ecología.

## 2.4.2. ORDENAMIENTOS EN MATERIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.

### 2.4.2.1 Disposiciones Constitucionales

Art. 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En este artículo se establece que el Congreso de la Unión tiene las siguientes facultades...Fracción XVI, Base 4a..., así como las adoptadas para prevenir y combatir la contaminación ambiental, serán después revisadas por el Congreso de la Unión en los casos que le competan. En el mismo Art. se agrega el Cap. XIX-G: "Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

### 2.4.2.2 Leyes y Reglamentos

Ley Federal del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente. (D.O. 28-I-1988). con los siguientes reglamentos:

- Relativos a Impacto Ambiental
- Residuos Peligrosos
- En materia de prevención y Control de Contaminación a la Atmósfera. (D.O. 25-XI-88)
- Para la Prevención y control de la Contaminación generada por los vehículos automotores que circulan por el Distrito Federal y los municipios de su zona conurbada. (D.O. 25-XI-88)
- De la contaminación de aguas
- De la contaminación ambiental originada por la emisión del ruido.

Reglamento para Prevenir y Controlar la Contaminación del Mar por vertimiento de desechos y otras materias.

### 2.4.2.3 Decretos

Que establece los estímulos fiscales para el fomento de la actividad preventiva de la contaminación ambiental.

Que fija los límites permisibles de emisiones de los gases de vehículos automotores nuevos que usan gasolina como combustible.

Que prohíbe que los barcos de cualquier nacionalidad que naveguen en aguas territoriales de nuestro país o interiores nacionales, descarguen aceites o mezclas aceitosas en las mismas aguas.

**2.4.2.4 Acuerdos Presidenciales y Secretariales para la creación de Organismos o Establecimientos de Planes, Normas, etc. en materia de prevención y control de la Contaminación Ambiental.**

**2.4.2.4.1 Acuerdos que establecen Normas Técnicas Ecológicas.**

Las Normas Técnicas Ecológicas se establecen mediante acuerdos. En la siguiente tabla se muestran las diferentes normas existentes, la fecha en que se publicaron en el Diario Oficial, su número y el aspecto que normalizan.

T A B L A 2.4.2.1

**NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS**

i. Normas técnicas Ecológicas que establecen los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua provenientes de las industrias.		
No. de Norma	Fecha publicación Diario Oficial	Tipo de Industria.
NTE-CCA-001/88	4-VIII-1988	Centrales Termoeléctricas convencionales
NTE-CCA-002/88	" "	Producción de azúcar de caña
NTE-CCA-003/88	" "	Refinación de petróleo crudo
NTE-CCA-004/88	" "	Fabricación de fertilizantes
NTE-CCA-005/88	" "	Productos plásticos y polímeros sintéticos
NTE-CCA-006/88	" "	Fabricación de Harinas
NTE-CCA-007/88	" "	Corveza y malta
NTE-CCA-008/88	6-VI-1988	Fabricación de asbestos de construcción
NTE-CCA-009/88	4-VIII-1988	Elaboración de leche y sus derivados
NTE-CCA-010/88	6-VI-1988	Manufactura de vidrio plano
NTE-CCA-011/88	" "	Productos de vidrio prensado y soplado
NTE-CCA-012/88	" "	Fabricación de caucho sintético, llantas y cámaras
NTE-CCA-013/88	4-VIII-1988	Hierro y acero
NTE-CCA-014/88	" "	Textil
NTE-CCA-015/88	" "	Celulosa y papel
NTE-CCA-016/88	" "	Bebidas gaseosas
NTE-CCA-017/88	19-X-1988	Acabados metálicos



T A B L A 2.4.2.1. (Continuación)

NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS

1. Normas técnicas Ecológicas que establecen los límites máximos permisibles y el procedimiento para la determinación de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua provenientes de las industrias.		
No. de Norma	Fecha publicación Diario Oficial	Tipo de Industria.
NTE-CCA-018/88	6-VI-1988	Laminación, extrusión y estiraje de cobre y sus aleaciones
NTE-CCA-019/88	4-VIII-1988	Impregnación de productos de aserradero
NTE-CCA-020/88	6-VI-1988	Asbestos textiles, materiales de fricción y selladores
NTE-CCA-021/88	4-VIII-1988	Curtido y acabado en pieles
NTE-CCA-022/88	" "	Matanza de animales y empacado de cárnicos
NTE-CCA-023/88	18-VI-1988	Envasado de conservas alimenticias
NTE-CCA-024/88	14-XII-1988	Elaboración de papel a partir de celulosa virgen
NTE-CCA-025/88	" "	Elaboración de papel a partir de celulosa reciclada

T A B L A 2.4.2.2

NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS

II. Normas Técnicas Ecológicas que establecen los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes a la atmósfera.			
No. de Norma	Fecha publicación Diario Oficial	Contaminante	Fuente emisora
NTE-CCAT-001/88	6-VI-1988	-Dióxido -Trisulfuro de azufre -Neblinas de ácido Sulfúrico	Plantas productoras de Ácido sulfúrico
NTE-CCAT-002/88	6-VI-1988	-Partículas	Hornos de calcinación de la industria del Cemento.
NTE-CCAT-003/88	6-VI-1988	-Hidrocarburos -Monóxido de Co	Vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible
NTE-CCAT-004/88	18-X-1988	-Hidrocarburos -Monóxido de Co	Vehículos automotores nuevos en planta que usan gasolina como combustible
NTE-CCAT-005/88	18-X-1988	-Óxidos de Nitrógeno -Partículas -Monóxido de Co	Fuentes fijas con procesos de combustión de Diesel
NTE-CCAT-006/88	14-III-1988	-Dióxido de azufre -Óxido de Nitrógeno -Partículas -Monóxido de Co	Carboeléctricas con procesos de combustión del Carbón.
NTE-CCAT-007/88	18-X-1988	-Dióxido de azufre -Óxidos de Nitrógeno -Partículas -Monóxido de Co	Fuentes fijas con procesos de combustión de Combustibles
NTE-CCAT-008/88	18-VI-1988	-Dióxido de azufre -Óxidos de Nitrógeno -Partículas -Monóxido de Co	Fuentes fijas con procesos de combustión de Gas natural
NTE-CCAT-009/88	18-X-1988	-Partículas edificios	Fuentes fijas
NTE-CCAT-010/88	14-III-1988	-Opacidad del Humo	Escape de motores nuevos en Planta que usan diesel como combustible, utilizados para la propulsión de vehículos automotores.
NTE-CCAT-011/88	14-III-1988	-Opacidad del Humo	Escape de Vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible
NTE-CCAT-012/88	14-III-1988	-Dióxido de azufre -Neblinas de Trisulfuro de azufre -Ácido sulfúrico	Fuentes fijas con procesos de producción de ácido dodecibenceno sulfónico.

T A B L A 2.4.2.2 (Continuación)

NTE-CCAT-013/86	7-VI-1989	Norma Técnica Ecológica que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible, cuyos límites máximos permisibles están determinados por las normas técnicas ecológicas.
-----------------	-----------	--

T A B L A 2.4.2.4

NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS

III. Normas técnicas Ecologicas que establecen:		
No. de Norma	Fecha publicacion Diario Oficial	Aspecto que se establece
NTE-CRP-001/88	28-I-1988	Los criterios para la determinación de residuos peligrosos y el listado de los mismos
NTE-CRP-002/88	14-XII-1988	Procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
NTE-CRP-003/88	14-XII-1988	Procedimientos para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados peligrosos por la norma técnica.
NTE-CRP-008/88	6-VI-1988	Los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento de residuos peligrosos excepto de los radioactivos.
NTE-CRP-009/89	8-IX-1989	Los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NTE-CRP-010/89	14-XII-1989	Los requisitos que se deben observar en el diseño, construcción y operación de celdas de confinamiento controlado.
NTE-CRP-011/89	13-XII-1989	Los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos

**T A B L A 2.4.2.4**

**NORMAS TECNICAS ECOLOGICAS**

<b>IV. Normas técnicas Ecologicas que establecen procedimientos:</b>		
<b>No. de Norma</b>	<b>Fecha publicación Diario Oficial</b>	<b>Procedimiento que se establece</b>
NTE-CCAM-001/88	19-X-88	Para determinar la concentración de monóxido de Carbono en el Aire.
NTE-CCAM-002/88	14-XII-88	Para determinar la concentración de partículas suspendidas en el aire.

**2.4.2.4.2 Acuerdos que establecen los siguientes criterios ecológicos.**

- Que deben observarse en la selección y preparación de sitios destinados a la instalación de sistemas para aprovechamientos hidroeléctricos, así como para la construcción y operación de estos sistemas. No.CE-UESE-001/88. (D.O. 14-XII-1988)
- Que deben observarse en la selección y preparación de sitios destinados a la instalación de centrales termoelectricas convencionales, así como para la construcción de las mismas. No.CE-UESE-002/88. (D.O. 14-XII-1988)
- Para la selección y preparación de sitios y trayectorias, construcción, operación y mantenimiento de líneas de transmisión de energía eléctrica de alta tensión y de subestaciones eléctricas de potencia. No.CE-UESE-003/89. (D.O. 8-VII-1989)
- Para la selección, exploración y preparación de sitios destinados a la instalación de sistemas geotermoelectricos, así como para la construcción de los mismos. No.CE-UESE-004/89. (D.O. 7-VII-1989)
- De calidad del agua. No.CE-CCA-001/89. (D.O. 2-XII-1989)

#### **2.4.2.4.3. Acuerdos diversos:**

Que fija las bases a las que se sujetara la fabricacion de equipos y dispositivos para prevenir y controlar la contaminacion del ambiente (D.O. 24-VII-1972)

Por el que, para los efectos del Art. VI del convenio sobre la prevencion de la contaminacion del mar por vertimientos de desechos y otras materias, la Secretaria de Marina sera la autoridad que ejerza todas y cada una de las funciones previstas en dicho convenio.

Por el que se dan a conocer los formatos en los que la Industria Nacional debe declarar el volumen y tipo de generacion de residuos peligrosos, señalado en el reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

#### **2.4.3. URDENAMIENTOS RELATIVOS AL SANEAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE.**

##### **2.4.3.1 Leyes y Reglamentos**

Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos (D.O. 13-III-73)

Ley General de Salud. (D.O. 7-II-84)

Ley de responsabilidad Civil por Daños Nucleares. (D.O. 31-XII-74)

Reglamento para los establecimientos industriales y comerciales molestos, insalubres o peligrosos. (D.O. 6-XI-1940)

Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo. (D.O. 5-VI-1978) Con sus respectivos instructivos.

Instructivo No. 1.-Relativo a las condiciones de seguridad o higiene en los edificios y locales de los centros de trabajo.

Instructivo No. 2.-Relativo a las condiciones de seguridad para la prevencion y proteccion contra incendios en los centros de trabajo.

- Instructivo No. 3.-Relativo a la obtencion y retiro de licencias para operadores de gruas y montacargas en los centros de trabajo.
- Instructivo No. 4.-Relativo a los sistemas de proteccion y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo de los centros de trabajo
- Instructivo No.5.- Relativo a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias inflamables y combustibles
- Instructivo No 6.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene para la estiba y desestiba de los materiales en los centros de trabajo.
- Instructivo No 7.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene para la instalacion y operacion de ferrocarriles en los centros de trabajo.
- Instructivo No. 8.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene para la produccion, almacenamiento y manejo de explosivos en los centros de trabajo.
- Instructivo No 9.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene para el almacenamiento, transporte y manejo de sustancias corrosivas, irritantes u toxicas en los centros de trabajo.
- Instructivo No.10.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias quimicas capaces de generar contaminacion en el ambiente laboral.
- Instructivo No.11.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Instructivo No.12.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, almacenen o transporten fuentes generadoras o emisoras de radiaciones ionizantes capaces de producir contaminacion en el ambiente laboral.

- Instructivo No.13.- Relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo, donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.
- Instructivo No.14.- Relativo a las condiciones de higiene y seguridad para los trabajadores que laboren a presiones ambientales normales.
- Instructivo No.15.- Relativo a las condiciones técnicas ambientales extremas, elevadas y abatidas en los centros de trabajo.
- Instructivo No.16.- Referente a ventilación.
- Instructivo No.17.- Relativo a los requerimientos y características del equipo de protección personal para los trabajadores.
- Instructivo No.18.- Relativo a los requerimientos y características de regaderas, vestidores y casilleros en los centros de trabajo.
- Instructivo No.19.- Relativo a la constitución, registro y funcionamiento de las comisiones mixtas de seguridad e higiene en el trabajo.
- Instructivo No.20.- Relativo a los requerimientos y características de los botiquines para primeros auxilios en los centros de trabajo.
- Instructivo No.21.- Relativo a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.

#### 2.4.3.2. Acuerdos Presidenciales y Secretariales.

Acuerdo por el que se crea la comisión intersecretarial de saneamiento ambiental.

Acuerdo que establece la incorporación obligatoria de dispositivos de seguridad para vehículos de autotransporte.

#### **2.4.4. ORDENAMIENTOS RELATIVOS A LA PLANEACION TERRITORIAL (planeación y ordenación Ambiental.**

##### **2.4.4.1. Disposiciones Constitucionales.**

Decreto por el que se reforma el párrafo tercero del Art. 27; se adiciona el Art. 73 con la fracción XXIX-C y con el artículo 115 con las fracciones IV y V de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (D.O. 6-II-78), las cuales proveen que "se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población".

##### **2.4.4.2. Leyes.**

Ley General de Asentamientos Humanos (D.O. 26-V-1976).

Ley General de Población (D.O. 30-XII-1980).

Ley de Obras Públicas (Reformas y adiciones a la ley de obras públicas)(D.O. 26-XII-1983) y reglamento.

Ley de Planeación (D.O. 5-I-1983)



**CAPITULO III**

**TECNOLOGIA ACTUAL PARA EL  
CONTROL DEL MEDIO AMBIENTE EN  
LA INDUSTRIA Y REPERCUSIONES  
EN SU INSTALACION**

### 3.1 BASE TEORICA DE LA TECNOLOGIA

#### 3.1.1 CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AIRE

Existen en la actualidad, dos clases generales de métodos para controlar la contaminación del aire en el punto donde se genera: Separar los contaminantes de los gases inofensivos y eliminarlos en alguna otra forma que la descarga en la atmósfera; o bien, los contaminantes se convierten en alguna forma en productos inoocuos que puedan descargarse en la atmósfera.

##### Control de contaminantes por separación

La separación de los contaminantes de una corriente de gas no puede representar el procedimiento definitivo en la acción de reducción de aquellos ya que el material reunido no desaparece y, por consiguiente, ha de tratarse en alguna forma. Y si la eliminación de este residuo no se toma en cuenta, la solución de un problema de contaminación de aire podrá crear acaso un problema de desechos sólidos o de contaminación de agua. Sin embargo, semejante conversión alivia al menos, la situación porque resulta mucho más cómodo tratar un pequeño volumen de materia sólida que un volumen grande de aire.

La materia en partícula se deja retener en medios porosos (filtros) que dejan pasar el gas. Tales separaciones son posibles, porque las partículas son mucho más grandes que las moléculas de gas.

##### Control de Contaminantes por conversión

La conversión más importante, con mucho, de los contaminantes es la oxidación del aire. La oxidación se aplica la mayoría de las veces a los gases y vapores, contaminantes orgánicos, y rara vez a la materia en partículas. Cuando las sustancias orgánicas, que sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, se oxidan por completo, los únicos productos son bióxido de carbono y agua, inofensivos ambos.

Sin embargo, el proceso es a menudo muy dispendioso, porque se necesita utilizar una cantidad de energía considerable para mantener la totalidad de la corriente de gas suficientemente caliente (aproximadamente a 700 °C) para que tenga lugar la oxidación completa. Si el contaminante está suficientemente concentrado, su propio valor de combustible podrá proporcionar acaso una gran parte de esta energía. Además, la temperatura necesaria para la combustión podrá reducirse utilizando un catalizador.

### 3.1.2 .CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

La purificación del agua se ha convertido en una tecnología minuciosa y complicada. Los métodos generales de purificación pueden ser obvios a partir de una comprensión general del carácter de la contaminación del agua. Si el agua contiene impurezas susceptibles de depositarse, se deja el tiempo suficiente para que se produzca la precipitación, o bien puedan ser retenidas por un filtro. Si las partículas son demasiado pequeñas para cualquiera de los procesos anteriores se tratará de hacerlas mayores, consiguiendo que se peguen unas a otras o se coagulen, en alguna forma, de modo que el depósito o la filtración resulten posibles. Si el agua es tan ácida, corrosiva, se neutraliza el ácido. Se oxidan los desechos orgánicos. Se matan los microorganismos. Eliminando los malos olores y sabores mediante un agente apropiado tal como el carbón activado. A blandándose el agua dura, de este modo que se puedan utilizar eficazmente detergentes no contaminantes.

Existen medidas de control preventivo, así como de tratamiento regenerativo, entre las que se encuentran:

- a) Control de fuentes contaminantes para disminuir al máximo la descarga de contaminantes.
- b) Prevención a través de un estricto control de nuevas fuentes que se pretendan instalar.
- c) Separación y eliminación de las sustancias contaminantes antes de verterlas al exterior.

**d) Tratamiento de aguas residuales:**

- **Primario.** Va dirigido hacia la eliminación de la mayor parte de materiales sólidos a través de medios mecánicos.
  - **Secundario.** La demanda bioquímica de oxígeno es rebajada mediante filtradores biológicos, desinfección o fangos activados.
  - **Terciario.** En él se eliminan todos los sólidos restantes, minerales disueltos y compuestos orgánicos a través de una serie de procesos biológicos, químicos y físicos.
- e) Instalación de plantas potabilizadoras.**
- f) Reutilización de agua tratada.**
- g) Instalación de un sistema de certificación de la calidad del agua.**

**3.1.3. CONTROL Y ELIMINACION DE DESECHOS SOLIDOS**

Uno de los puntos principales de la problemática de la generación de desechos sólidos (basura) es el relacionado con la disposición de los mismos. Actualmente en nuestro país, los tiraderos a cielo abierto no están técnicamente localizados y mucho menos se trabaja en ellos con las medidas higiénicas más elementales lo cual los convierte en una amenaza para la salud pública y el medio ambiente.

Por lo anterior el objetivo principal es la selección de materiales susceptibles de ser reciclados, y de producir con la materia orgánica por medio de la fermentación, un abono o composta.

El Distrito Federal cuenta con una planta industrializadora de basura localizada en la delegación Gustavo A. Madero, dicha planta fué instalada en el año de 1974, con dos líneas de producción y una capacidad instalada que es de 500 ton/día.

Esta planta procesa exclusivamente la basura proveniente de la propia delegación, la cual es menor del 10% del total del D.F., se reciben diariamente 1200 toneladas de las cuales actualmente se procesan 400, el resto va a parar al relleno sanitario. Es importante recalcar que la planta sólo labora en dos turnos por personal insuficiente.

Una vez que ha sido seleccionado el material reciclable y se ha triturado, la basura permanece de nueve a doce días en fermentación y de tres a seis meses en fermentación, en donde se le da volteos y se le agrega humedad, razón por la cual se desprenden olores desagradables.

#### 3.1.4. CONTROL DE LA CONTAMINACION POR RUIDO

El ruido es transmitido desde su lugar de origen a un receptor. Por consiguiente para controlar el ruido podemos reducir el manantial, interrumpir la vía de transmisión o proteger al receptor.

##### Reducción del manantial.

- La reducción del manantial (fuente de generación de ruido) es sencillamente la reducción de la intensidad del sonido. Por supuesto esta clase de solución tiene limitaciones manifiestas. Inclusive sino reducimos la fuerza del sonido podremos reducir acaso el ruido cambiando la fuente en alguna forma.

##### Interrupción de la vía.

- Sabemos que el sonido se desplaza a través del aire mediante compresiones y expansiones. Se traslada también a través de otros medios elásticos, incluidos algunos sólidos como la madera.

Estos sólidos vibran en respuesta al sonido y, por consiguiente, no interrumpen eficazmente la transmisión. Sin embargo, podríamos servirnos de diversos materiales que vibran muy poco, tales como la lana, absorbiendo la energía del sonido, convirtiéndola en calor.

Se han desarrollado diversos medios absorbentes del sonido; se les designa como materiales acústicos. Podríamos incorporar interrupción mecánica de las ondas sonoras en muchas clases de máquinas; los dispositivos que funcionan en esta forma se designan como silenciadores. Finalmente, podríamos desviar la vía del sonido con respecto al receptor, dirigiendo mecánicamente, el sonido de escape de los aviones de reacción por ejemplo, hacia arriba, en lugar de hacia abajo.

#### Protección del receptor.

- Cuando no sea posible:
  - Reducir la emisión de ruido.
  - Aislar la fuente generadora de ruido.

Se debe proteger al personal expuesto al ruido mediante equipo de protección auditiva.

Existen dos tipos de dispositivos para protección auditiva y son:

- Tipo copa o concha
- Tipo tapón

De los dos el más recomendable es el de tipo copa o concha, debido a que proporciona mejor atenuación del ruido, es más higiénico, y el personal se adapta a ellos fácilmente, son confortables y el personal de supervisión puede visualmente verificar que el personal utilice el equipo de protección. Por el contrario el equipo tipo tapón es menos eficiente en cuanto a su capacidad de atenuación del ruido, presenta problemas de tipo higiénico ya que al ser introducido en el conducto auditivo puede proporcionar por la humedad, la aparición de infecciones y hongos, con frecuencia el personal no se adapta a ellos y en ocasiones puede presentarse dolor de oídos y eventualmente dolor de cabeza y mareos, por su reducido tamaño son fáciles de extraviar, además de ser difícil determinar si el personal emplea o no el equipo de protección.

Una combinación de tapones y orejeras puede reducir el ruido en 40 o 50 decibeles, lo que haría que el ruido provocado por un avión de reacción no se oyera más fuerte que una aspiradora.

Este método debe emplazarse como último recurso, ya que es frecuente encontrar oposición del personal para su uso, no importándole poner en juego su salud, sin embargo, esta situación no libera al empresario de la responsabilidad por los problemas de salud que sufra el personal, por lo anterior, siempre será más conveniente atacar el ruido en su causa y no en sus efectos.

### 3.1.5. CONTROL DE LA CONTAMINACION TERMICA

Es tan difícil inventar una salida que reduzca la contaminación térmica. Mientras continuemos engendrando energía, produciríamos un excedente de calor. Este calor excedente de las centrales térmicas ha de ir al medio ambiente por un camino u otro. Sin duda podría, este calor, realizar alguna función útil, tal como la desalinización del agua de mar por evaporación, o proporcionar calor suficiente a grandes invernaderos para permitir el cultivo de hortalizas en invierno.

Es el caso, sin embargo, que el costo de entubar el agua caliente es elevado, y no se han encontrado todavía métodos viables para la utilización de semejante calor. La situación es bastante desalentadora, porque el agua de desecho es lo bastante caliente para perjudicar el ecosistema acuático.

La otra alternativa concebida es la de descargar el calor en el aire, sin duda, esto constituiría otra forma de trastorno ecológico, porque resulta complicada por los efectos de las reacciones de los contaminantes del aire con la radiación solar.

El aire tiene una capacidad mucho menor , por unidad de volumen, para absorber calor, que el agua; tanto menor, en efecto, que la refrigeración directa de las centrales de energía no es viable. Esta es la razón de que estas centrales deben establecerse cerca de alguna corriente de agua que es el único refrigerante disponible. Cabe conseguir que el agua abandone algo de su calor a la atmósfera antes de ser devuelta al río o al mar, de los que se tomó. Existen varios dispositivos capaces de efectuar esta transferencia, tales como torres de refrigeración o lagos artificiales de enfriamiento. No vamos a señalar los detalles de estos procedimientos, pero es importante subrayar que el establecimiento y el funcionamiento de todos ellos cuestan dinero y que este costo se traduciría en un aumento de las facturas de electricidad, por ejemplo.



### 3.2. MÉTODOS Y DISPOSITIVOS DE CONTROL

En la mayoría de los casos de contaminación atmosférica en que se requirieren medidas, se dispone de la tecnología necesaria, pero su aplicación puede ser costosa; las consideraciones económicas se vuelven entonces decisivas. En algunos casos no se puede aplicar la mejor solución debido a la carencia de tecnología; entonces hay que adoptar una segunda solución técnica adecuada, a veces, una de carácter administrativo.

En esta sección, se exponen algunos métodos o dispositivos para el control de la contaminación generada en las actividades industriales.

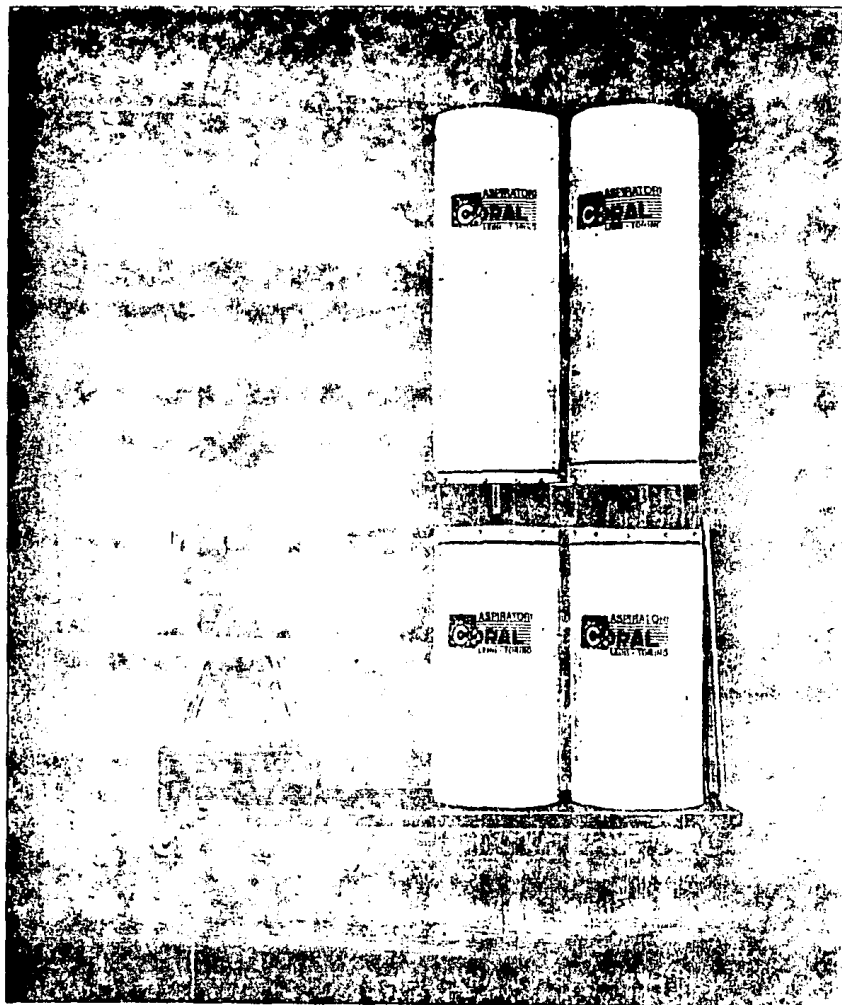
#### 3.2.1. DISPOSITIVOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AIRE

Como se mencionó anteriormente existen dos métodos para controlar la contaminación del aire en el punto de origen:

- Por Separación
- Por Conversión

Dentro del primer método, por separación, existen varios dispositivos mecánicos de recolección basados en el hecho de que las partículas son más pesadas que las moléculas de gas. Como consecuencia, las partículas se depositan con mayor rapidez y pueden recogerse en una cámara que les deje tiempo suficiente para depositarse. Sin embargo, según lo han demostrado los datos sobre las velocidades de depósito, estos métodos sólo son practicables en el caso de partículas muy grandes. Más importante que su velocidad de depósito es el hecho de que las partículas más pesadas poseen más inercia. Por consiguiente, si una corriente de gas que contiene contaminantes en partículas se hace girar en remolino, las partículas podrán ser expulsadas a lugares donde se las pueda eliminar cómodamente. Un dispositivo de esta clase, llamado ciclón. (ver fig. 3.1).

Las partículas pueden también estar cargadas eléctricamente, y una superficie colectora que lleve una carga de signo contrario las atraerá. Dispositivos de esta clase, llamados precipitadores electrostáticos, se utilizan en gran escala, sobre todo para reducir el humo de las plantas de energía que queman combustibles fósiles.



**FIGURA 3.1**

**CICLON**

Los gases contaminantes no pueden recogerse fácilmente por medios mecánicos, porque sus moléculas no son los bastante más grandes o más pesadas que las del aire. Sin embargo, algunos gases contaminantes podrán ser acaso más solubles en un líquido determinado (generalmente el agua) de lo que es el aire, se les podrá recoger, por consiguiente, por un proceso que los llevé a un contacto íntimo con el líquido. Los aparatos que realizan tal separación se designan depuradores.

Hay cierto número de conversiones químicas de contaminantes posibles, aparte de la combustión en el aire. Estas comprenden la neutralización química de un ácido o de una base y la oxidación de contaminación por agentes distintos del aire.

### 3.2.2. METODOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

A continuación se examinará el método de tratamiento de las aguas negras, entendiéndose por aguas negras a los desechos transportados por el agua tales como desechos de alimentos, excrementos humanos, papel, jabón, detergentes, polvo, residuos industriales y otros diversos.

Cuando las aguas negras llegan a la planta de tratamiento, pasan primero a través de una serie de tanques que eliminan los objetos grandes; luego a través de un mecanismo de trituración, que reduce todos los objetos remanentes a un tamaño lo suficientemente pequeño para ser tratado eficazmente durante el período siguiente. El paso siguiente consiste en una serie de cámaras de depósito, diseñadas para eliminar primero, el cascajo pesado, tal como la arena que el agua de lluvia arrastra, y luego, más lentamente, otro tipo de sólidos suspendidos susceptibles de depositarse en una hora o menos. El tratamiento entero hasta este punto ha sido relativamente poco costoso, pero no se ha logrado todavía gran cosa, constituyendo aún un poderoso contaminante, que lleva una fuerte carga de microorganismos, muchos de los cuales son patógenos, y elementos nutritivos orgánicos que requerirán más oxígeno a medida que su descomposición avanza.

El paso siguiente del tratamiento está destinado a reducir considerablemente la materia orgánica disuelta o en suspensión fina, por medio de alguna forma de acción biológica acelerada. Lo que se necesita para semejante descomposición es oxígeno y organismos, y un medio ambiente en el que los dos tengan un acceso fácil a los elementos nutritivos. Un aparato para la consecución de este objetivo es el filtro de goteo.

En este dispositivo, unos tubos largos giran sobre una capa de piedras, distribuyendo el agua contaminada en rociados continuos. A medida que el agua gotea sobre las piedras y a su alrededor, ofrece sus elementos nutritivos, en presencia de aire, a una abundancia de formas de vida más bien poco apetitosas. se pone en función una cadena de alimentos de movimiento rápido.

Las bacterias consumen moléculas de proteína, grasa y carbohidratos. Los protozoarios consumen bacterias. Más arriba, en la cadena se encuentran gusanos, caracoles, moscas y arañas. Cada forma de vida desempeña su papel en la conversión de sustancias químicas de alta energía en sustancias de energía baja. Todo el oxígeno consumido en esta etapa representa oxígeno que no se necesitará más adelante cuando las aguas negras sean vertidas al agua libre. Por consiguiente este proceso constituye una purificación significativa. Sin embargo, el efluente de este tratamiento biológico podrá ser quemado, y su demanda de oxígeno podrá ser suficientemente reducida, pero no está libre, con todo, de microorganismos y, por consiguiente, podrá seguir transportando enfermedades. Puesto que los microorganismos han afectado su trabajo, se les puede ahora matar. Por consiguiente, el paso final es un proceso de desinfección; por regla general una cloración.

Por supuesto, hay complicaciones. Algunos desechos orgánicos industriales son elementos nutritivos mediocres y no sólo son difíciles de descomponer, sino que pueden envenenar las bacterias e impedir así la acción bioquímica sobre materiales en otro caso desagradables.

Por otra parte, no siempre resulta ventajoso oxidar todos los elementos nutritivos. Después de todo esos elementos pueden utilizarse para alimentar formas de vida, ser vertidos en estanques abastecidos con peces comestibles.

#### **-Celda de flotación:**

Las fábricas de papel generan una importante demanda de agua, la cual, al ser devuelta al medio ambiente produce en este un impacto negativo, por arrastrar consigo un fuerte contenido de materia contaminante.

Actualmente en México se afronta simultaneamente los problemas de la gran demanda de agua y del impacto del consiguiente vertido, mediante el cierre de circuitos de agua de su proceso de fabricación, anulando así totalmente el vertido y reduciendo el consumo de agua fresca al mínimo necesario para reponer pérdidas de evaporación, etc., para ello se ha instalado una planta para tratamiento interno de las aguas de proceso, cuyos equipos más significativos son tres clarificadores por flotación que, por un lado mantienen niveles estables de calidad del agua en los circuitos y por el otro recuperan las fibras reintegrándolas rápidamente a la línea de producción.

Como antecedente, la fábrica de papel Unión Industrial Papelera, S.A. en Barcelona España tiene actualmente una producción de unas 200 ton/día de los tipos de papel denominados biclase y fluting, utilizando como materia prima exclusivamente papel usado de baja calidad. Cuando se implantó esta industria en los años setenta, se instaló un decantador convencional de unos 20m. de diámetro con el fin de clarificar el efluente de fábrica, con vistas a su recirculación parcial, así como la recuperación de los sólidos en suspensión (pasta), que con el se perdían. Sin embargo, la prolongada retención de las aguas exigida por el proceso de decantación, aplicada a efluentes con contenido de sólidos naturalmente flotables en general, y de origen orgánico en particular (como por ejemplo fibras papeleras en este caso) daba lugar a fermentaciones anaerobias, responsables de la presencia de bacterias sulfatorreductoras, indeseables por la formación de gas sulfhídrico y de una elevada corrosividad. Además de los malos olores y corrosiones consiguientes, estas fermentaciones tenían dos consecuencias negativas para las finalidades previstas:

- 1) los sólidos, en principio recuperables y económicamente rentables, resultaban degradados y en caso de ser utilizados en fábrica, perjudicaba la calidad del papel.
- 2) Los gases producidos en la fermentación determinaban la flotación de los sólidos, deteriorando la calidad del agua supuestamente clarificada y haciéndola inadecuada tanto para su vertido al exterior, como para su reutilización en fábrica.

Después de de la reforma descrita anteriormente, el decantador es utilizado como simple depósito de agua para extinción de incendios.

**-Ventajas:**

- a) Vertido cero.- elimina el problema de la escasez de agua, así como el pago de cánones y multas, muy elevadas para los vertidos industriales.
- b) Los productos químicos.- se emplean sólo donde son necesarios y en cantidades estrictamente precisas.
- c) Las fibras recuperadas son enviadas directamente a la máquina de papel sin tener que pasar nuevamente por todo el proceso (pulper, bomba, refinadores, etc.) evitando así la degradación progresiva, así como el consiguiente inútil y costoso incremento de consumo energético.
- d) Se mejora el rendimiento de fabricación en relación a la materia prima, puesto que se reducen las pérdidas y arrastres a través de las aguas residuales.
- e) Se ha podido aumentar la velocidad de la máquina de papel al mejorar el desgaste y disminuir el consumo de energía en el secado, por efecto de una mayor temperatura en el agua.

**3.2.3. METODOS DE ELIMINACION DE LA CONTAMINACION POR DESECHOS SOLIDOS**

Hay dos clases de caminos posibles para los materiales de desecho sólidos: se les puede volver a la circulación en algún otro proceso, o se van acumulando en algún lugar.

**-Eliminación Terrestre**

El depósito más primitivo de desechos es el vaciadero al aire libre. Su funcionamiento es más bien sencillo. Los desechos se reúnen y se comprimen, para reducir gastos de transporte. Los desechos comprimidos son llevados al vaciadero y se esparcen por el suelo, efectuándose en ocasiones otra compresión por medio de rasadoras mecánicas. La materia orgánica se pudre o es consumida por insectos, ratas. Durante el día se realizan operaciones de recuperación (botellas, trapos, hierro viejo, etc.) A veces se quema para reducir el volumen. Por lo anterior el vaciadero es un manantial potencial de enfermedades, especialmente las transmitidas por las moscas y ratas. Los fuegos no controlados desprenden humo y son contaminantes. El agua de lluvia, al circular, penetra en el vaciadero y agita una cantidad de materia disuelta y en suspensión, incluidos microorganismos patógenos, que son contaminantes. Y además los vaciaderos son de pésimo aspecto.

Un método más ventajoso de eliminación terrestre es el relleno higiénico de tierra, en el que cada capa de desechos es recubierta por una capa de tierra, arcilla o grava. Para el funcionamiento eficiente, los desechos han de estar bien comprimidos, y los objetos grandes han de hacerse pedazos. En esta forma los desechos no están expuestos al aire, a los bichos o a los roedores, pero si están sujetos a la descomposición bacteriana, de modo que la biodegradación tiene lugar en una forma que evita la contaminación, las enfermedades y la fealdad. En la práctica, la distinción entre el relleno higiénico y el vaciadero al aire libre no siempre es muy estricta.

#### **-Incineración**

Este proceso, en cuanto aplicado a la eliminación de desechos, es más complicado que el que consiste simplemente en prender fuego a un montón de basura en un vaciadero al aire libre. Considerando en la incineración no menos de cuatro aspectos. El primero es la combustión misma del material de desecho; la cámara en que tiene lugar se designa como horno. El segundo comprende la eliminación del residuo: las cenizas o escoria. El tercero es el del control de los contaminantes que resultan del proceso de la combustión. Esto puede tener lugar mediante una segunda cámara de combustión para completar la oxidación de todos los gases no quemados que provienen del horno, así como por otros dispositivos, para eliminar la materia en partículas llevadas por el aire antes de que el gas de escape sea liberado hacia la atmósfera. Finalmente, el calor podrá ser recuperado para algún propósito útil, tal como la generación de vapor de proceso o de energía eléctrica.

#### **-Recirculación**

De acuerdo a lo ya antes mencionado, se ha mostrado que la acumulación y la recirculación no siempre se excluyen mutuamente. La putrefacción y la combustión sirven para recircular algunos desechos, pero no todos, de modo que los vaciaderos siguen creciendo. Sin embargo algunos procesos implican fundamentalmente una recirculación total. Algunos ejemplos de estos son:

- 1) La conversión en abono.- es la biodegradación acelerada-controlada de la materia orgánica húmeda en un producto parecido al humus, que puede utilizarse como fertilizante o acondicionador de la tierra.

2) El derretir.- consiste en cocer desechos animales, tales como la grasa, huesos, plumas y sangre, para obtener tanto un producto graso llamado sebo, que constituye una materia prima para el jabón, como un producto no graso, que tiene un alto contenido en proteína y puede utilizarse como ingrediente del alimento para animales.

3) La destilación destructiva o pirólisis.- es el proceso mediante el cual un material es descompuesto por calentamiento en ausencia de aire. Una ventaja de este proceso es la de que el equipo utilizado es esencialmente un sistema cerrado y, por consiguiente no descarga contaminantes a la atmósfera.

4) La recuperación industrial.- comprende una diversidad muy grande de procesos; sin embargo, el objetivo común es el de reciclar materiales de desecho reconduciéndolos a los procesos de manufactura.

La recuperación de desperdicios de metal tiene además el efecto importante complementario de conservar recursos no renovables

Se comprende que las operaciones de recirculación alteran en menor grado el ecosistema de la tierra y por lo tanto son más deseables que las operaciones de no recirculación.

#### 3.2.4 DISPOSITIVOS DE CONTROL DE LA CONTAMINACION PRODUCIDA POR RUIDO

Es sabido, que un área de trabajo con altos niveles de ruido, es un área insegura donde el riesgo de accidentes se incrementa.

Existen tres formas de atacar este problema como hemos visto y son:

- 1) Reducir la emisión de ruido actuando sobre la fuente generadora,
- 2) Aislar la fuente emisora de ruido.
- 3) Proteger al personal expuesto al ruido.



**-Reducir la emisión actuando sobre la fuente generadora.**

Esto se refiere a la realización de modificaciones o a la aplicación de dispositivos que controlen directamente a la fuente emisora y que disminuyan la intensidad de la generación de ruido.

**a) Maquinaria que transmita vibraciones a través del suelo.**

Los problemas de generación de ruido relacionados con maquinaria pesada, se presentan principalmente debido a vibraciones de baja frecuencia, que se generan en la maquinaria y se transmiten a través del piso a otras estructuras cercanas las cuales entran en resonancia y como consecuencia el ruido. Frecuentemente esta situación confunde y se enfocan los esfuerzos para reducir el ruido generado por las estructuras en resonancia y se ignora la fuente primaria de la vibración, que es la que debe de ser controlada. Para la maquinaria pesada debe considerarse:

1.- El caso en que la maquinaria se encuentre superpuesta en el piso, esta debe ser montada sobre placas de hule vulcanizado, poliuretano o algún material que impida que las vibraciones sean transmitidas al piso.

2.- En el caso en que la maquinaria requiera por su diseño de cimentación ésta debe construirse de acuerdo a las especificaciones del fabricante de la maquinaria teniendo en cuenta que estas cimentaciones deben quedar aisladas de los pisos, colocándose algún material que impida que transmita las vibraciones de la cimentación al piso.

3.- Ruido producido por partes que entran en resonancia. Una de las causas más frecuentes de generación de ruido es el caso de la fuente de vibración, hace entrar en resonancia alguna parte, ya sea de la misma máquina o de alguna estructura cercana como pueden ser guardas, ductos de lámina, tableros, mesas, cubiertas, tapas, etc. En este caso hay dos formas de resolver el problema:

a) Cambiar la frecuencia de la vibración directamente en la fuente, esto puede hacerse cambiando, cuando sea posible la velocidad de la máquina, sin embargo esto no siempre es factible.

b) Cambiando las condiciones de la parte que entra en resonancia.

4.- Ruido generado por maquinaria en mal estado. Esto se logra a través de programas de mantenimiento preventivo, debido a que la maquinaria en mal estado es una fuente frecuente de ruido.

5.- Ruido generado por escapes de aire o de vapor a presión, estos ruidos alcanzan hasta los 110 dB, y que dentro de la industria tienen gran incidencia.

En este caso se tienen dos condiciones típicas: en el caso de las descargas de aire o vapor cuyo control es relativamente sencillo, instalando silenciadores que pueden ser de varios tipos; el otro caso es más complejo y difícil de resolver se trata de las fugas de aire o vapor, éstas se presentan frecuentemente por fallas de empaques, de válvulas, bombas, etc., así como en juntas de tubería, tuercas de unión, codos, mangueras perforadas, válvulas de seguridad de calderas, sellos autoclaves, etc.

Esta condición, además del grave problema de ruido que representa, crea también una considerable pérdida económica en las empresas, ya que tanto el aire comprimido como el vapor, son servicios sumamente caros,

#### - Aislar la fuente emisora de ruido

Cuando no sea técnica o económicamente posible reducir la intensidad de la emisión del ruido, actuando sobre la fuente generadora, ésta se debe aislar con el fin de evitar el ruido que afecte a las personas que se encuentren en las áreas cercanas.

### 3.2.5 DISPOSITIVOS PARA CONTROLAR LA CONTAMINACION TERMICA

El calor excedente de las centrales térmicas ha de ir al medio ambiente por un camino u otro. A lo largo del camino, el calor podría sin duda realizar alguna función útil tal como la calefacción de edificios o la desalinización de agua de mar por evaporación, o proporcionar calor suficiente a grandes invernaderos para permitir el cultivo de hortalizas en invierno.

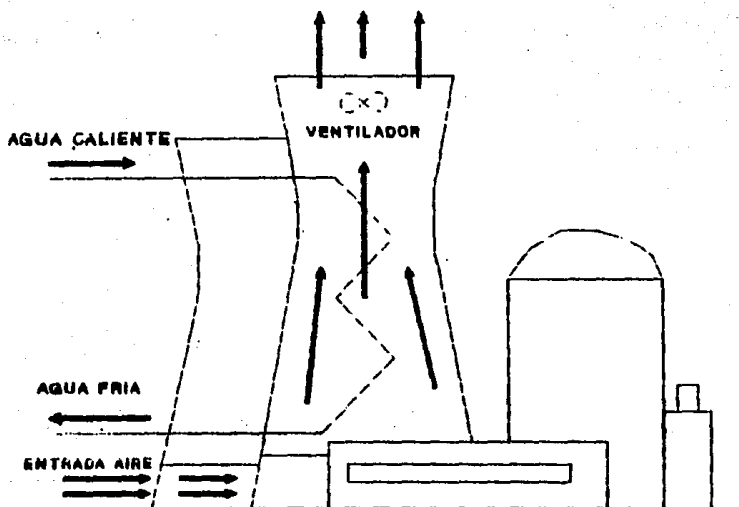
La situación es fundamentalmente desalentadora, por que es el caso que el agua de desecho es lo bastante caliente para perjudicar el ecosistema acuático, pero no lo es bastante, con todo, para ser atrayente para su empleo comercial.

La única otra alternativa concebible es la de descargar el calor en el aire. El aire tiene una capacidad mucho menor, por unidad de volumen, para absorber calor, que el agua; tanto menor, en efecto, que la refrigeración directa de las centrales de energía no es viable. Esta es la razón de que semejantes centrales deban establecerse todavía cerca de una corriente de agua, ya que es el único refrigerante disponible. Cabe conseguir sin embargo, que el agua abandone algo de su calor a la atmósfera antes de ser devuelta al río o al mar, de los que se tomó.

Existen varios dispositivos capaces de efectuar esta transferencia, tales como torres de refrigeración o lagos artificiales de enfriamiento.

En la torre de enfriamiento, el agua caliente circula por una tubería expuesta a la corriente de aire y resulta enfriada, como se puede observar en la figura 3.2.1.

**FIGURA 3.2.1**  
**TORRE DE ENFRÍAMIENTO**



### 3.3 ASPECTOS ECONOMICOS DE LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION

La contaminación del ambiente puede ser combatida si existe la decisión de hacerlo. En los casos en que no se cuenta todavía con una tecnología satisfactoria para combatirla como es el caso de nuestro país, los organismos nacionales deben ocuparse de su investigación y desarrollo, solos o en colaboración con otros países.

A pesar de que algunos residuos pueden tener valor económico, esto no siempre basta para compensar el costo de su recuperación; por lo tanto es preciso disponer de los residuos en la forma menos costosa posible en relación con el proceso de producción. Puesto que descargarlos en el medio ambiente puede representar el menor costo en una situación en donde no existen restricciones, la única manera de controlar el grado y el tipo de contaminación, consiste en establecer un sistema viable de incentivos contra de ella.

Los diversos sistemas económicos, métodos de compensación, estructuras tributarias, tradiciones sociales y políticas y el tamaño y ubicación de cada país, todo influye en las medidas que se tomen para combatir la contaminación. Otros factores son el grado de industrialización y la disponibilidad de capital. Los valores y normas colectivos de la población influirán sobre la política nacional de salubridad. Algunos países quizás estén dispuestos a tolerar la contaminación a cambio de una rápida expansión económica. Desde su punto de vista el medio ambiente es un "bien de capital" que puede utilizarse y depreciarse inicialmente a cambio de beneficios a largo plazo en el desarrollo económico. Sin embargo puede traspasar las fronteras nacionales y forzar a un país vecino a pagar parte de los costos de producción de otro país. Este problema es grave pero no se circunscribe a las cuestiones ambientales; las leyes laborales, los niveles de los salarios, los códigos de higiene y seguridad en el trabajo que repercuten en los precios, los costos y la capacidad para competir en el comercio internacional.

En términos sencillos, la contaminación pierde toda justificación si se presenta cualquiera de las dos condiciones siguientes:

- a) Los costos económicos de los daños y perjuicios causados por la contaminación son superiores al costo de evitar dichos daños y perjuicios.
- b) La población exige aire más puro, como una manera de conservar o mejorar la calidad de vida.

### 3.3.1. JUSTIFICACION ECONOMICA DE LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION ATMOSFERICA

Un motivo para reducir el nivel de contaminación atmosférica es, disminuir el grado y la gravedad del daño que produce la contaminación, es decir los efectos sobre la salud humana así como también las perturbaciones del ecosistema, el deterioro de la visibilidad y cualquier otro aspecto de la calidad del aire que la sociedad quiera valorar.

No obstante, visto desde un punto de vista estrictamente económico, hay dos razones principales para limitar la utilización de la atmósfera como vertedero para descargar los desechos de diversas actividades; estas son:

- 1) La asignación eficiente de los recursos.
- 2) La distribución equitativa de los costos.

#### -Asignación eficiente de los recursos

A menos que se calcule o incluya en el costo del producto terminado el costo total de los insumos empleados en el proceso, el precio de dicho producto resultará subestimado. El medio ambiente se incluye como un insumo. Si el precio del producto es demasiado bajo, la demanda será demasiado grande; esto, a su vez, conduce a una mayor producción y a un aumento del deterioro ambiental. En tanto que no se asuma en el costo del producto cualquier deterioro tangible que resulte del proceso de producción, existirá una asignación errónea de los recursos.

En consecuencia hay que computar por separado dos costos y luego sumarlos a saber: los costos internos, es decir, los costos normales de producción, y los costos externos, que son los que se imponen a la sociedad pero no se incluyen generalmente en el precio del producto. Al incluir los costos externos en el costo de producción, proceso que comúnmente se denomina "incorporación del costo externo", se eleva el costo de producción, se restringe la demanda del producto y, a su vez, se reduce la contaminación (suponiendo que no haya otra alternativa para reducir la contaminación sin aumentar los costos).

#### **-Distribución equitativa de los costos**

La conveniencia de incorporar los costos externos no tiene nada que ver con ningún sistema económico en particular, es una consideración básica para todo el país que quiera asignar sus recursos con eficiencia.

La proporción de los costos que puede ser trasladada al consumidor dependerá de una realidad económica que se conoce como elasticidad de la demanda, la cual se define como la reducción porcentual de la demanda, producida por un aumento del 1% en el precio. A medida que aumenta el precio como resultado de la incorporación de costos externos no incluidos antes disminuirá la demanda en el mercado.

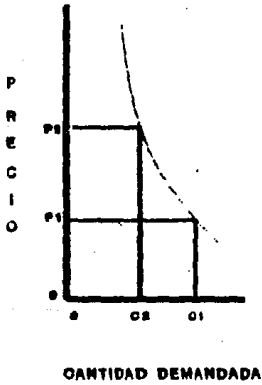
De este modo, incorporar los costos externos involucran una reasignación de los recursos y, puesto que no todos los fabricantes enfrentarán los mismos aumentos de los costos (porque algunos procesos son más limpios que otros), el consumo se desplazará a los productos de las actividades menos contaminantes.

Los factores que condicionan la elasticidad de la demanda son los siguientes:

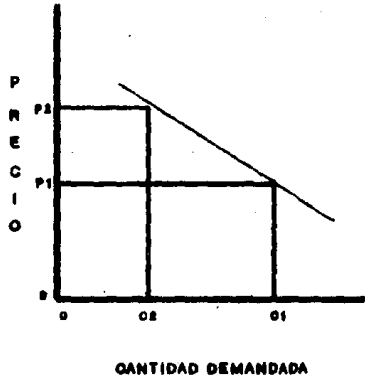
- 1) La importancia total de la actividad o del producto.
- 2) La proporción del presupuesto del consumidor que se destina a esa actividad o producto.
- 3) La disponibilidad de sustitutos adecuados.

## FIGURA 3.3.1

### CURVAS DE ELASTICIDAD DE LA DEMANDA



**Demanda no Elastica**



**Demanda Elástica**



### 3.3.2 EVALUACION DEL COSTO DE LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION

Cualquier estrategia para mejorar la calidad del ambiente que sea económicamente eficiente, tendrá que tomar en cuenta la relación entre el costo de cada incremento de la mejora de esa calidad y el beneficio que resulte de dicho incremento en términos de salud, visibilidad o disminución de los daños causados por la contaminación atmosférica.

Suponiendo que se disponga del equipo que garantice cierta continuidad en la eficacia de las medidas anticontaminantes, se puede establecer una relación entre el costo y los resultados de esas medidas en la gama de valores que se analizan. Ambos análisis deberán hacerse dentro de un marco determinado; este análisis en dos etapas resultará muy difícil en la práctica.

Una razón es que generalmente el equipo anticontaminante disponible no funciona dentro de un margen de rendimiento permanente, sino que tiene ciertas características de discontinuidad.

Otra razón es que la tecnología no es una constante; En realidad, un aspecto importante de la estrategia de gestión de la calidad del ambiente debe consistir en el perfeccionamiento y la expansión de la tecnología básica.

La tercera razón es que la naturaleza y volumen de los residuos que se produzcan dependerá de complejas relaciones entre los tipos de materia prima usados como insumos (por ejemplo, carbón rico en azufre o gas natural); la tecnología particular del proceso de producción; la naturaleza o características del producto final (la elaboración de distintas clases de acero, por ejemplo, generará diferentes tipos y grados de contaminación); el nivel de las operaciones o la tasa de producción (algunos procesos pueden dar origen a una mayor contaminación durante la etapa de iniciación o de conclusión del proceso, mientras que en otros el grado de contaminación dependerá de que el proceso esté funcionando en su capacidad total o sólo parcial); y, finalmente, las limitaciones por causas ambientales impuestas al proceso de producción. En consecuencia, la producción total de residuos puede variar si se modifica alguno de estos factores o todos ellos.

Los distintos métodos de producción en cuanto a materias primas, tecnología, combinaciones de productos, etc., puedan ofrecer diversas ventajas en lo que concierne a la producción además, de reducir la contaminación; esto complica el problema de atribución de costos.

**-Sistemas anticontaminantes en las fábricas nuevas y en las ya existentes**

En principio, los costos imputados al cumplimiento de una determinada norma de salubridad del ambiente deben ser únicamente los costos adicionales, es decir, la diferencia entre el costo total cuando se cumple la norma y el costo de producción en ausencia de esa obligación. Ya en la práctica, esto es fácil de calcular sólo cuando el equipo requerido se acopla a una fábrica existente. Así, cuando es necesario modificar una instalación para que se ajuste a una determinada norma ambiental, el cómputo de antes y después es relativamente sencillo. Los tres elementos del costo que hay que considerar son:

- 1) El costo de capital del equipo adicional.
- 2) Los costos de explotación, incluida la posible reducción (o aumento) en la productividad total a causa de la modificación.
- 3) La pérdida de producción causada por el período de inactividad necesario para instalar el equipo anticontaminante.

En otras palabras, el costo imputable a la reducción de la contaminación es la diferencia entre el costo de producción antes y después de la imposición de la norma ambiental (en este último caso el costo neto es igual al costo bruto menos los ahorros que resulten de los materiales recuperados y/o subproductos, es decir, la reutilización y producción que no hubieran existido sin la reducción de la contaminación). Muchos contaminantes, entre ellos el azufre, el mercurio y las cenizas tienen un valor económico potencial.

La atribución de costos en el caso de una fábrica nueva sigue los mismos principios, pero el análisis es más difícil porque la información disponible se aplica al diseño de toda la planta, sin distinguir los costos para cumplir con las normas ambientales.

Además, existen algunas distorsiones en todo sistema económico que obstaculizan el análisis. Por ejemplo, existe el problema de los precios controlados, no reflejando el costo total de los bienes y servicios, siendo en cierta medida arbitrarios. Las ventajas tributarias especiales para ciertos tipos de equipo o el beneficio de utilizar determinados insumos representan otro tipo de distorsión. Las tarifas de importación y los subsidios para la exportación también hacen difícil determinar los costos reales. Es posible que sea la administración y no el mercado quien fije los tipos de interés, en cuyo caso quedará alterada la competitividad relativa de las inversiones de capital en relación con los gastos de explotación.

-Incertidumbre de la extrapolación de costos en la tecnología anticontaminante.

Las necesidades de la reconstrucción, el desarrollo industrial y el fomento del empleo después de la Segunda Guerra Mundial, así como el bajo costo de la energía y las materias primas, supusieron pocos incentivos para modificar los procesos industriales de tal modo que fuera mínima la producción de residuos industriales. La investigación acerca de los métodos para combatir la contaminación quedó atrás en comparación con la tensión concebida a la expansión de la producción. Como resultado del retraso de las investigaciones, gran parte del equipo anticontaminante que se instala en la actualidad no ha sido suficientemente probado. A medida que se disponga en los próximos años de una tecnología perfeccionada, la incertidumbre disminuirá, pero, al menos por ahora, los órganos responsables deben considerar las tecnologías provisionales existentes como un estímulo para el progreso y no como una base para proyecciones a largo plazo. Por lo tanto se tendrá que establecer una secuencia de hipótesis sobre las tendencias futuras en cuanto a costos y rendimientos.

-Comparación entre los costos de capital y los costos de explotación.

Otro ejemplo de los efectos de la incertidumbre al evaluar los costos surgen cuando una estrategia comporta costos de explotación más altos y la otra más elevados costos de capital.

La metodología económica para comparar las posibles estrategias es precisa. La dificultad principal consiste en obtener la información esencial dentro de los límites de probabilidad necesarios para dar a los resultados el grado de fiabilidad pertinente.

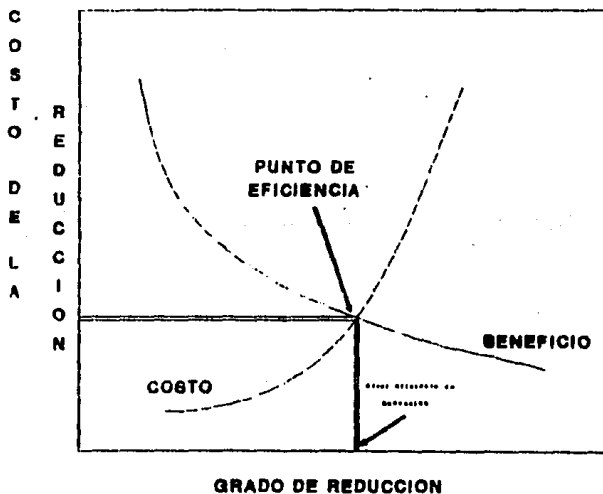
Otro factor de incertidumbre es la tendencia de los precios de los combustibles.

La sabiduría tradicional sostiene que limpiar siempre cuesta dinero. Sin embargo, merece señalarse que un procedimiento sucio no siempre es la forma más barata de producir mercancías y proporcionar servicios. De hecho, en algunas circunstancias debería escogerse el procedimiento limpio por motivos exclusivamente económicos. En otras palabras, el mejoramiento del ambiente no siempre se logra a costa de la productividad.

Ya que la tecnología no es una constante, es preciso ofrecer a la industria algunos incentivos para que asuma el riesgo que acompaña a toda nueva inversión. En algunas industrias, como la de computadoras, semiconductores y la electrónica, puede bastar la competencia por el mercado.

En las industrias más antiguas, establecidas desde hace más tiempo, probablemente se necesiten fuerzas externas que estimulen la innovación. El nuevo interés por la salubridad del ambiente muy bien puede proporcionar ese estímulo.

**FIGURA 3.3.2**  
**CURVAS DE LA RELACION ENTRE EL COSTO**  
**DE LA REDUCCION, EL VALOR DEL DAÑO EVITADO**  
**Y EL GRADO DE REDUCCION DE LAS EMISIONES**



Las industrias con inversión intensiva de capital, tienden a ser extremadamente conservadoras en el aspecto tecnológico ya que para ellas, el costo de una inversión desahortada sería muy elevado. En vista de las grandes economías de escala en estas industrias, aún las pequeñas instalaciones de ensayo serán muy costosas y el valor de desecho de la tecnología que no tenga éxito será casi nulo, puesto que la mayoría de los recursos no pueden aprovecharse para otro uso. Esto, tenderá a hacer a la industria reacia a afrontar los riesgos inherentes a toda tecnología nueva no comprobada. La administración habrá de esforzarse por mantener la productividad en vista de la incertidumbre que acompaña a cualquier cambio de procedimiento. Pero también habrá de conseguir que la gestión empresarial asuma esa clase de riesgos y establecerá para ello incentivos que estimulen la inversión necesaria para el desarrollo y comercialización de una tecnología perfeccionada.

### 3.3.3 ESTRATEGIAS DE GESTION DE LA CALIDAD DEL AMBIENTE

El objetivo principal de cualquier estrategia para mejorar la calidad del ambiente debe ser maximizar los beneficios globales netos, puesto que existirán múltiples fuentes de contaminación que afectarán a múltiples receptores. Los requisitos básicos para este objetivo son:

- a) Información acerca de las emisiones de contaminantes, es decir, un inventario completo de las fuentes de contaminación.
- b) Conocer la relación entre el volumen y naturaleza de las emisiones y el costo de su reducción, es decir, las funciones de costos.
- c) Conocer el transporte y difusión de los contaminantes y sus concentraciones ambientales en diversos lugares; es decir, modelos atmosféricos para relacionar las fuentes y los receptores.
- d) Conocer los efectos sobre el medio ambiente y la salud de diversas concentraciones de contaminantes, tanto aislados como en combinación; es decir, modelos ambientales que relacionen las dosis con el daño (función de daños). No siempre es posible medir los daños en términos monetarios, pero generalmente es posible cuantificarlos de alguna manera.

En consecuencia, para preparar una estrategia es necesaria una fase de análisis y acopio de datos; articulación de las opciones, es decir, elaboración de la relación entre costos y beneficios; y finalmente, cuando se ha acordado el objetivo social y se ha establecido la urgencia relativa de las distintas medidas, formulación de una estrategia para alcanzar el objetivo propuesto. La estrategia, a su vez debe:

- 1) especificar el conjunto de actividades necesarias para conseguir la calidad del ambiente deseada, y
- 2) formular un plan de ejecución.

El desarrollo y formulación de una estrategia tiene como elementos importantes:

- 1) Un calendario específico de ejecución (una faceta del objetivo social).
- 2) Proyecciones acerca del futuro crecimiento probable de la producción de residuos.
- 3) Equidad, es decir, distribución equitativa de los costos de la lucha contra la contaminación entre los diversos causantes de la contaminación y el resto de la sociedad (otra faceta del objetivo social).
- 4) Consideración de aspectos económicos externos como el empleo y la incidencia sobre otros sectores de la economía (parte de la función de costos).

#### Aspectos económicos externos

La política ambiental no se realiza en aislamiento; está vinculada con otros objetivos sociales como el pleno empleo y la balanza de pagos.

El aumento en el costo de algunos productos, como la energía puede tener consecuencias en todo el ámbito de la economía. Así, uno de los objetivos de toda estrategia de higiene ambiental habrá de ser minimizar los efectos negativos para la economía. Sin embargo, un objetivo fundamental de la conservación del medio ambiente es lograr una distribución óptima de los recursos, lo que significa que algunas actividades quedan en situación desventajosa con respecto a otras.

Es una tarea compleja evaluar incluso los reajustes económicos a corto plazo, que responden a un cambio en los costos de producción causado por nuevas restricciones ambientales. Los costos de producción siempre están fluctuando, como consecuencia de las variaciones en los salarios, el precio de las materias primas, los niveles de producción, los tipos de interés, etc. Las restricciones ambientales son tan solo un elemento más del complejo y dinámico proceso que determina los costos de producción.

Es preciso contar con un modelo económico integral, que permita a los planificadores seguir los efectos de una modificación en el precio de costo de una mercancía, la electricidad o el acero, por ejemplo, a través de los demás sectores de la economía hasta llegar a la demanda final de todos los bienes y servicios. La dificultad se debe en parte a que, mientras se está intentando seguir el efecto de una determinada modificación en la matriz de las relaciones entre los diversos sectores de la economía, también están cambiando otros factores. Las consecuencias negativas para un sector a menudo son compensadas por las ganancias de otro sector rival, con lo cual se complica aún más el cálculo.

Es el ingreso nacional lo que es importante desde el punto de vista del sector público, y, en consecuencia las transferencias entre los sectores de la economía no deben contarse como ganancias o pérdidas para la sociedad.

De la misma manera los factores monetarios (modificaciones en los precios o costos para un productor, debidas a la acción de otro productor) no deben considerarse como ganancias o pérdidas para la economía.

Las consecuencias económicas a largo plazo de la lucha contra la contaminación, son más difíciles de predecir; asimismo, si bien las empresas florecientes pueden adaptarse a los nuevos requisitos es posible que las empresas marginales no sobrevivan a una reducción de sus ingresos netos y que sus administradores prefieran suspender por completo las actividades antes que afrontar gastos adicionales para cumplir con las normas. En estos casos, la restricción ambiental es el golpe definitivo que apresura el cierre que ya amenazaba a la empresa.



Las pérdidas económicas, el desempleo y otros efectos sociales de dicho cierre no deben, sin embargo, achacarse totalmente a la política ambiental. Por el contrario la mejor forma de evaluar el costo de esa política es compararlo con lo que hubiera sucedido si no hubiera existido la reglamentación.

Los costos de reducir la contaminación como ya se ha indicado, pueden hacer más eficiente la utilización de los recursos, si se considera el medio ambiente como un recurso económico. Sin embargo, la redistribución de los recursos puede conducir a distorsiones económicas durante el periodo de reajuste, especialmente cuando los recursos, mano de obra, por ejemplo, no son fácilmente transferibles a sectores con nuevas oportunidades. Los problemas de este tipo no son causados únicamente por la política ambiental; son parte de un proceso continuo promovido por cambios en la economía, tales como la automatización, los nuevos inventos y los cambios en las relaciones comerciales exteriores.

#### Ejecución de las estrategias de higiene del ambiente

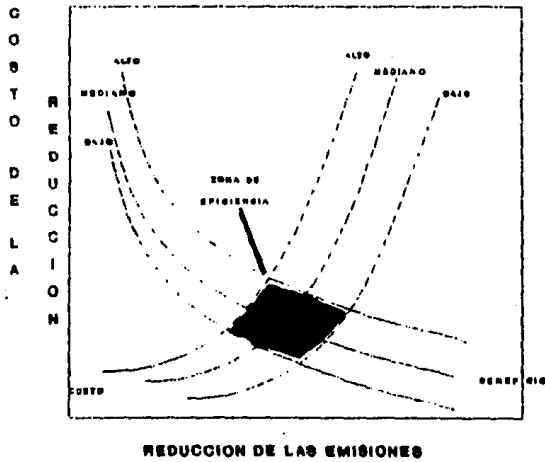
Desde el punto de vista económico las normas ambientales deben de estar en relación directa con la magnitud del daño causado, o que probablemente causen las emisiones. Estas medidas pueden ser directas, por ejemplo proscripciones específicas que deben de ser acatadas, o indirectas, por ejemplo cobros en concepto de emisiones, impuestos o subsidios. Si el daño causado es muy grave y se dispone de técnicas para evitarlo, puede estar justificada la prohibición total. Dicha prohibición forzaría a la empresa a obtener o cerrar.

La labor de establecer el nivel adecuado del impuesto resulta aún más complicado por el hecho de que a partir de un determinado nivel el impuesto afectará las decisiones de la empresa.

La pronta divulgación de la política ambiental puede también influir en el desarrollo del diseño de equipos y proporcionar un importante incentivo para la investigación. En este aspecto, la flexibilidad del impuesto sobre las emisiones ofrece especiales ventajas, porque permite aplicar un programa de impuestos escalonados que comiencen por un nivel bajo y aumenten a través de los años de tal modo que estimulen los adelantos técnicos necesarios para reducir las emisiones.

### FIGURA 3.3.3

**CURVAS DE LA RELACION ENTRE EL COSTO  
DE LA REDUCCION, Y EL GRADO DE REDUCCION  
DE LAS EMISIONES  
(BASADOS EN DATOS DE PROBABILIDAD)**



Hay básicamente dos formas de reducir las emisiones: una consiste en utilizar los procedimientos contaminantes existentes e intentar retener los subproductos nocivos; la segunda opción es modificar el proceso de producción, las materias primas o la naturaleza del producto.

En cierto momento, un cambio en el procedimiento, puede alterar por completo el patrón económico, a tal punto que se pueda lograr una reducción casi total sin un aumento fundamental del costo. En consecuencia, el argumento de que el costo de las medidas anticontaminantes aumentará aceleradamente al incrementarse la eliminación de los contaminantes, solo se aplica una tecnología determinada y puede no ser válido si se escoge un método diferente.

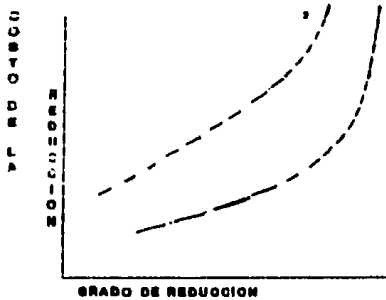
#### 3.3.4 EFICIENCIA ECONOMICA FUNCION DE COSTOS Y FUNCION DE DAÑOS

La eficiencia económica exige que la inversión para mejorar la calidad del ambiente de una región continúe hasta que el valor del incremento neto de la mejora ambiental sea inferior al costo de dicho incremento. Siempre que sea posible cuantificar en términos monetarios esa mejora, es decir, la reducción de los daños, el cese de los beneficios y los costos es directo y objetivo.

Cuando los beneficios (reducción de los daños) no se pueden expresar en términos monetarios, se necesitará una apreciación subjetiva y bien informada; la elección estará entonces determinada por los valores sociales y la disposición de la población a sufragar los gastos.

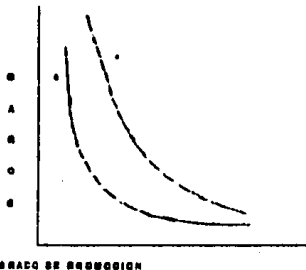
## FIGURA 3.3.4

### CURVAS DE REDUCCION DE LA CONTAMINACION EN CONDICIONES DIFERENTES



1-GRANDES ECONOMIAS DE ESCALA EN LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION

2-REDUCCION DE LA CONTAMINACION EN INDUSTRIAS SIN INVERSION INTENSIVA DE CAPITAL



3-FUNCION DE DAÑOS CON RENDIMIENTOS MAYORES PARA LOS INCREMENTOS INICIALES EN LA REDUCCION DE LAS EMISIONES.

4-FUNCION DE DAÑOS CON RENDIMIENTOS MENORES PARA LOS INCREMENTOS INICIALES EN LA REDUCCION DE LA CONTAMINACION.

CAPITULO IV

**ANALISIS DE LA PROBLEMATICA DE  
LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ  
NACIONAL:**

**EVALUACION DE UNA EMPRESA  
FABRICANTE DE MUELLES  
(Problemas de Contaminación  
interna y sus consecuencias en  
la productividad)**

#### 4.1 SITUACION ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ NACIONAL Y MUNDIAL.

En esta sección, se pretende analizar el desarrollo de la industria automotriz a nivel mundial en los últimos 40 años y presentar un panorama de algunas macro tendencias para la década de los 90's, con énfasis en las implicaciones para México.

Para ello se han seleccionado cuatro aspectos básicos:

- \* Mercado
- \* Producción
- \* Abastecimiento
- \* Tecnología

En lo que respecta al mercado, se analiza el desenvolvimiento de los bloques regionales y el crecimiento del comercio internacional; en cuanto a producción se estudian los fenómenos de concentración de empresas y diversificación geográfica, así como los cambios en las relaciones cliente proveedor dentro de la industria. Finalmente se tocan aspectos tecnológicos como la utilización de materiales y la automatización de los procesos de manufactura.

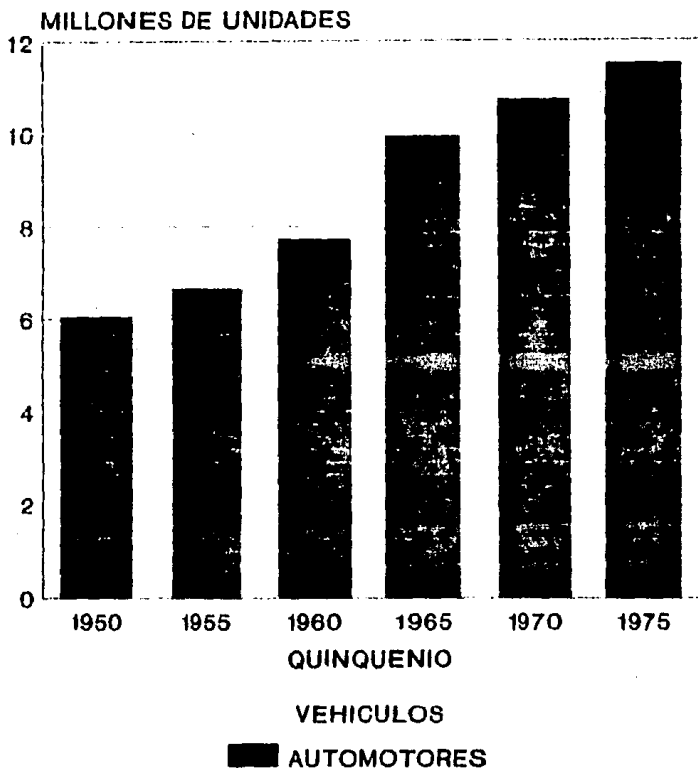
##### 4.1.1 ASPECTOS BASICOS

##### 4.1.1.1 Mercado.

Inmediatamente después de la Segunda Guerra Mundial, el mercado de los E.U.A. se expande rápidamente hasta alcanzar un nivel de 10 millones de unidades anuales a mediados de los 60's; desde entonces el crecimiento ha sido moderado, siguiendo los ciclos de la economía con disminuciones significativas en 1975 Y 1981. Ver gráfica 4.1.1:

# MERCADO INTERNACIONAL

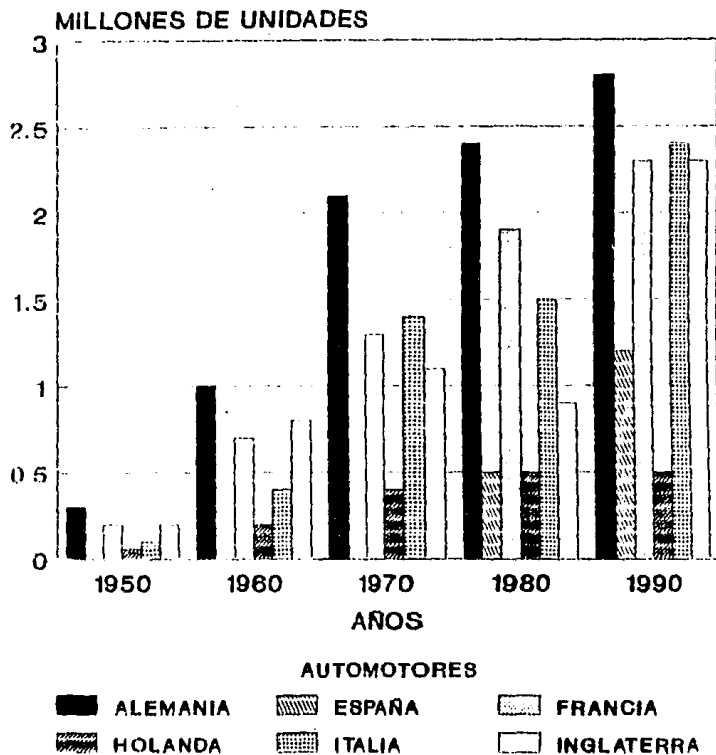
## VENTAS DE VEHICULOS EN U.S.A.



GRAFICA 4.1.1.

# MERCADO INTERNACIONAL

## VENTA DE VEHICULOS EN EUROPA



GRAFICA 4.1.2.



De manera análoga, los mercados de Europa Occidental se desarrollan rápidamente durante los 50's y 60's; algunos se muestran a continuación en la gráfica 4.1.2:

En los 60's y 70's es Japón quien se expande rápidamente al pasar de menos de medio millón de unidades en 1960 a más de cuatro millones para 1970 y 5 millones para 1980. Desde entonces su crecimiento es moderado. Ver gráfica 4.1.3:

En los 80's toca el turno al sureste asiático, notablemente Corea y Taíwan con crecimientos espectaculares en esta década. Ver gráfica 4.1.4:

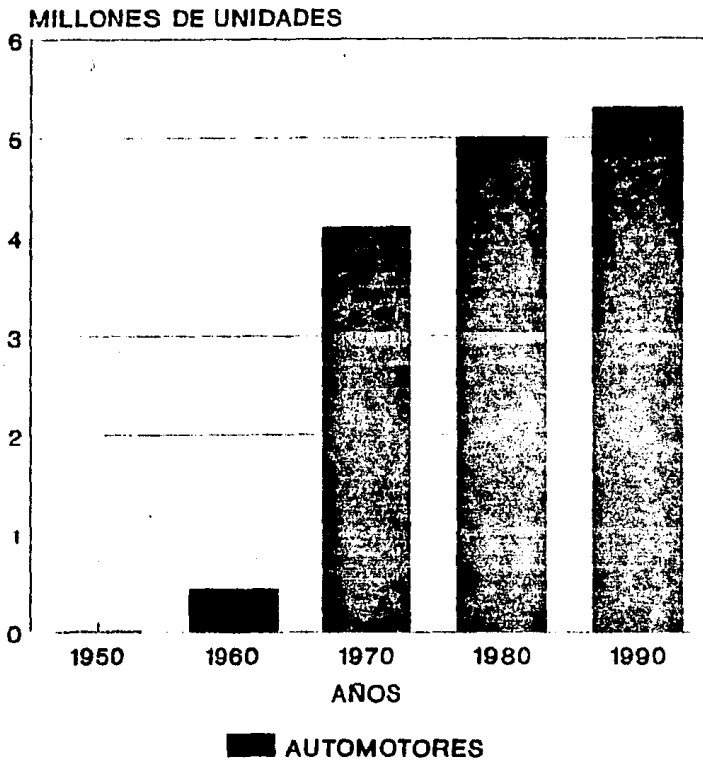
Por otra parte, encontramos que el comercio automotriz mundial crece rápidamente; en los últimos veinte años se ha duplicado, de manera que para 1987 representaba el 38% de la producción mundial total. Japón es desde luego, el principal exportador, responsable aproximadamente de la tercera parte del volumen mundial de vehículos. Ver gráfica 4.1.5:

Es importante considerar los orígenes y destinos de los flujos del comercio internacional. Mientras que Asia y Latinoamérica son exportadores netos, Estados Unidos es el gran importador y Europa guarda una posición de equilibrio. Ver gráficas 4.1.6 y 4.1.7:

La situación de los Estados Unidos en este aspecto se genera en la década de los 50's cuando su balanza comercial automotriz pasa de una posición superavitaria a ser deficitaria; en los 80's produce déficits del orden de \$100 billones de dólares lo cual representa más del 40% del déficit total de la cuenta corriente del país.

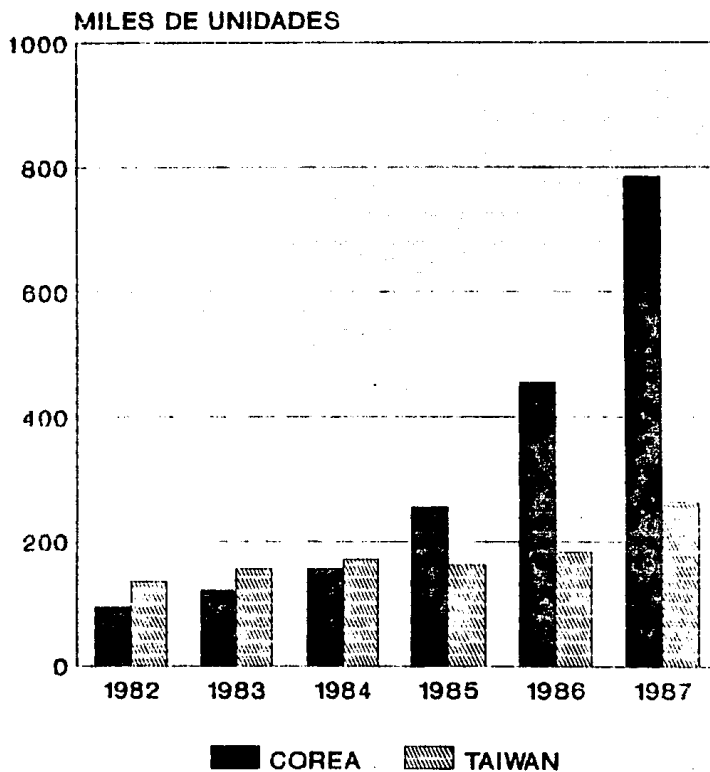
Otro aspecto interesante, hablando del mercado de los Estados Unidos y que en parte explica lo anterior, es la posición de las marcas de vehículos en cuanto a su nivel de calidad y por lo tanto su satisfacción al cliente. De acuerdo con las conocidas encuestas que realiza J.D. Power, en los once primeros lugares de la "calidad inicial" (medida como número de problemas por cada 100 autos) se encuentran siete marcas japonesas, dos alemanas y dos de Estados Unidos; en el "índice de satisfacción" del consumidor ocurre algo similar.

# MERCADO INTERNACIONAL VENTA DE VEHICULOS EN JAPON



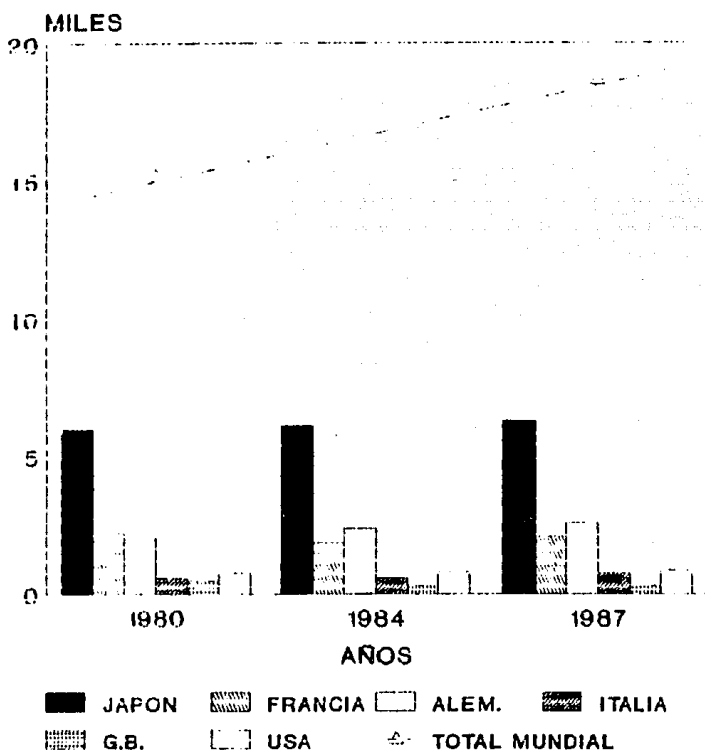
GRAFICA 4.1.3.

# MERCADO INTERNACIONAL VENTA DE VEHICULOS EN ASIA



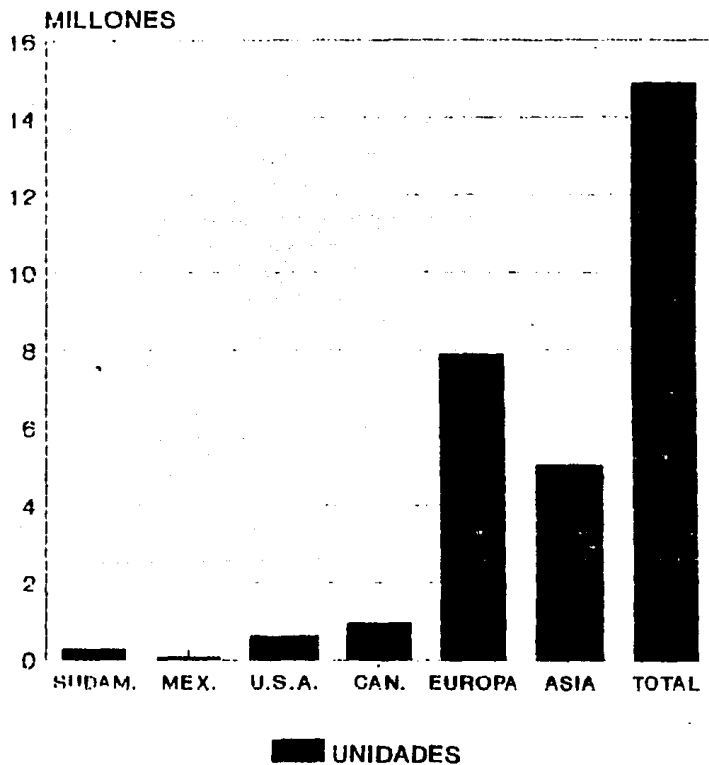
GRAFICA 4.1.4.

# MERCADO INTERNACIONAL EXPORTACION MUNDIAL DE VEHICULO



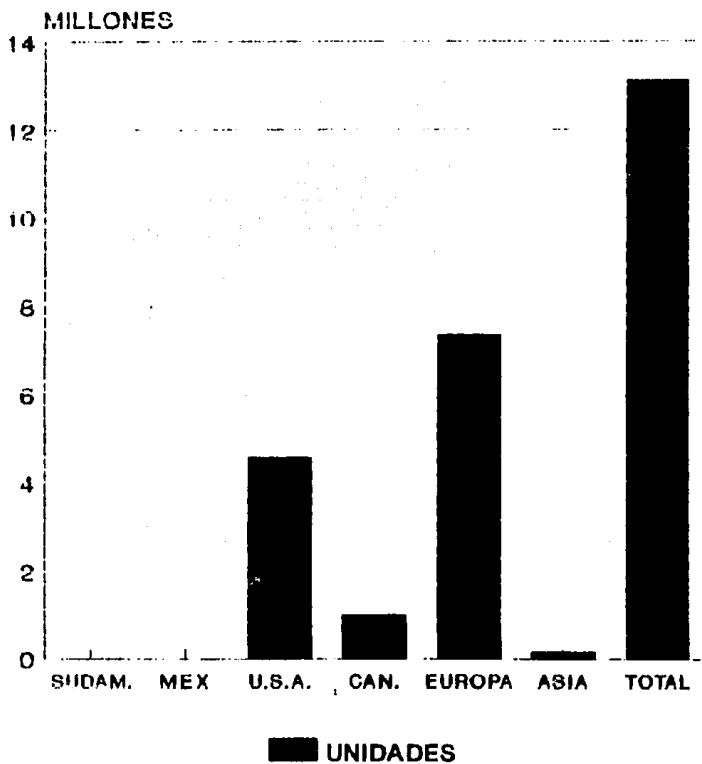
GRAFICA 4.1.6.

# MERCADO INTERNACIONAL EXPORTACION 1987



GRAFICA 4.1.6.

# MERCADO INTERNACIONAL IMPORTACIONES



GRAFICA 4.1.7.

#### 4.1.1.2 Producción: Concentración y Diversificación

El fenómeno de concentración en la industria automotriz no es algo nuevo; al igual que sucede en el ciclo de vida de cualquier producto, el número de empresas fabricantes crece a medida que el nuevo producto se desarrolla, para después empezar a disminuir conforme este madura.

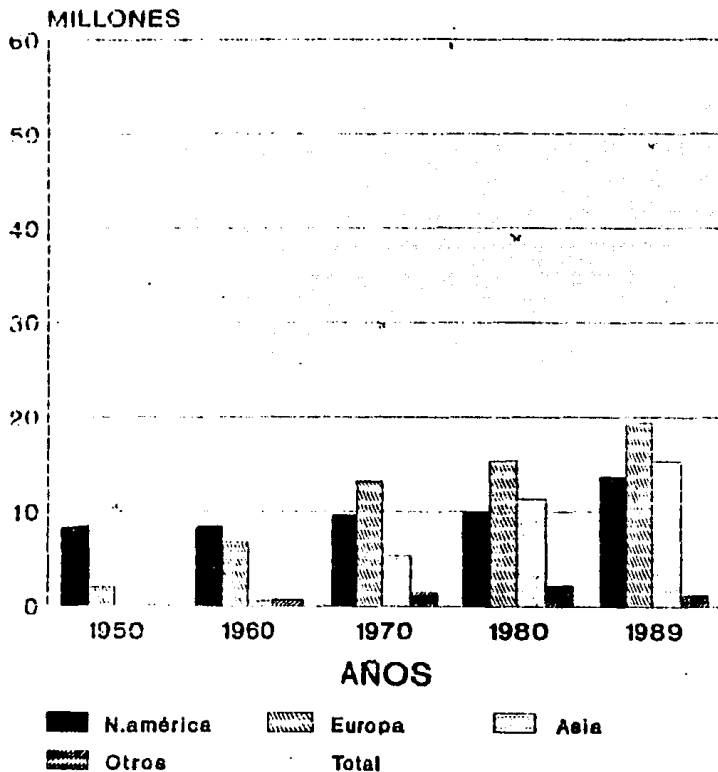
Así encontramos que en 1950 existían 32 empresas fabricando automóviles en cantidades significativas; desde aquel entonces, este número ha venido disminuyendo hasta solamente 22 empresas en el año de 1990. Se pronostica que esta cifra se haya reducido a la mitad para el año 2000.

Simultáneamente a este proceso de concentración de la producción, se ha dado el fenómeno de diversificación en cuanto a los países productores, ya que en 1950, solamente ocho países fabricaban automóviles. La gran expansión de esta industria en los años 60's nos lleva a encontrar 20 países como principales productores en 1970 y actualmente esta cifra se ha elevado a 24.

En términos globales, la producción ha crecido considerablemente en los últimos 40 años, pasando de 10 millones de unidades en 1950 a unos 50 millones pronosticados para 1990. Ver gráfica 4.1.8:

Es interesante notar el cambio en el origen geográfico de la producción automotriz: mientras que en 1950 Norteamérica (básicamente U.S.A.) era el líder absoluto al contribuir con el 80% de la producción mundial, su participación para 1989 (incluyendo a Canadá y México) se había reducido a sólo el 28%. Mientras tanto, Europa se fortaleció hasta lograr el 39% de la producción y los países asiáticos emergen de una posición insignificante en 1950 hasta controlar el 31% del mundo automotriz.

# PRODUCCION MUNDIAL DE VEHICULO CANTIDAD POR REGION



GRAFICA 4.1.B.



#### 4.1.1.3 Abastecimiento

En la industria automotriz de los Estados Unidos, la relación cliente-proveedor, es decir, industria terminal-fabricante de autopartes, ha cambiado sustancialmente en el período 1950-1990; esto ha sido desde luego resultado de las grandes transformaciones ocurridas en la industria, especialmente la globalización, la concentración de la producción y el surgimiento de competidores feroces encabezados por los japoneses y secundados recientemente por los coreanos.

En el período comprendido entre el fin de la Segunda Guerra Mundial (mediados de 1945) y el embargo petrolero de 1973, la industria en general experimentó una expansión sustancial, aunque cíclica; estas épocas de bonanza permitieron a la industria terminal operar con buenos márgenes de utilidad, invertir en aumentar capacidad y exigir relativamente poco a sus proveedores, centrándose en conceder contratos de un año en base al menor precio a aquellos que tenían la capacidad de producción requerida.

Sin embargo, a medida que el mercado de los Estados Unidos madura (la mayoría de las ventas son para reemplazo y no para incrementar el parque vehicular) y la competencia del exterior se agudiza, la industria norteamericana pierde penetración en su propio mercado, pasando del casi 100% en 1950 a un 66% en 1970.

La tendencia continúa en los 80's con una nueva modalidad: las trasplantas, de manera que la participación de los fabricantes de origen norteamericano se reduce a un 58% estimado para 1990.

La resultante de esta situación es el aumento de las exigencias de la industria terminal a sus proveedores y el cambio del énfasis en los factores que deciden la asignación de contratos, pasando del precio como factor principal en los años 50's, 60's y 70's al precio más la calidad en los 80's. En los 90's el servicio tomará mayor importancia, a medida que la calidad se da por hecho.

El resultado ha sido una drástica reducción en el número de proveedoras; en la década pasada Ford pasó de unos 5000 a 2200 y GM redujo aproximadamente un 40% su base de proveeduría.

Destaca también la tendencia hacia los subensambles, como por ejemplo, las llamadas esquinas de suspensión (resorte y amortiguador) y las puertas completas (incluyendo cristales y mecanismos) por citar sólo dos ejemplos. De esta manera los proveedores entregarán menos componentes pero con mucho valor agregado.

En resumen, la transformación de la relación cliente-proveedor en los últimos 40 años se esquematiza a continuación:

Otro fenómeno interesante de los últimos años en la dificultad que los fabricantes de autopartes de los Estados Unidos han encontrado para abastecerse a las trasplantes. El mercado total de partes para equipo original en dicho país vale entre \$ 60,000 y \$ 70,000 millones de dólares anuales; de éstos, las trasplantes consumen entre \$ 8,000 y \$ 10,000 millones, de manera que ciertamente representan un mercado interesante.

Hasta ahora ( principios de 1990 ), solamente unas 500 empresas norteamericanas han logrado vender a las trasplantes partes con valor del orden de \$ 2,000 millones de dólares, la diferencia de los requerimientos se obtiene directamente del Japón o bien de empresas japonesas fabricantes de autopartes ya instaladas en los Estados Unidos, se estima que existen unas 300 empresas de este tipo.

Entre las razones que se mencionan para explicar esta situación se encuentran las siguientes:

- \* Falta de capacidad para desarrollar productos por parte de los autopartistas de Estados Unidos.
- \* Las partes se diseñan simultáneamente con el resto del vehículo, es necesario estar presente y desde el inicio del proceso.
- \* Barreras culturales.

Para lograr éxito en este mercado, se estima que los fabricantes americanos deberán:

- \* Buscar coinversiones con empresas japonesas.
- \* Desarrollar sus propias capacidades de diseño.

#### 4.1.1.4 Tecnología

Otra característica importante que está sufriendo cambios trascendentes es el desarrollo tecnológico. A principios de los 50's claramente la tecnología automotriz se desarrollaba en los Estados Unidos, sin embargo los países europeos, notablemente Alemania, empiezan a arrebatarse el liderazgo, a medida que éstos se recuperan de los efectos de la guerra; así aparecen los motores de aluminio de altas revoluciones por minuto, las suspensiones independientes en las cuatro ruedas, los frenos de disco y las carrocerías aerodinámicas.

En la industria europea, una parte importante del desarrollo tecnológico se debe a los fabricantes de autopartes, a diferencia de los Estados Unidos donde la industria terminal es quien lleva a cabo el desarrollo. Esta situación empieza a cambiar en los 80's y se espera que esta transformación se intensifique, de manera que en los 90's será responsabilidad de los fabricantes de los componentes el desarrollo del diseño de la parte y de la ingeniería de manufactura.

La transformación de la tecnología automotriz se ve reflejada en los materiales que se utilizan. Si bien el acero continúa siendo el material predominante en un automóvil su importancia disminuye paulatina pero constantemente; mientras que en 1950 constituía el 66% del vehículo, para 1990 sólo representa el 56%.

Por el contrario, los plásticos en sus diferentes formas han elevado su contribución, que era casi nula en 1950 hasta el 8% en 1990.

En cuanto a tecnología de manufactura, los crecientes niveles de competencia mundial y las siempre mayores exigencias de los conocimientos han llevado a la industria a implementar técnicas como el "Justo a Tiempo" (JIT) y la "Manufactura Integrada por Computadora"; ambas forman parte de las llamadas "tecnologías de alcance" las cuales proveen la integración del proceso de producción a través de los diferentes pasos o estaciones.

El objetivo ha sido mejorar la posición competitiva a través de la reducción de costos y de la mejora en calidad. Sin embargo, estas y otras tecnologías se están convirtiendo en el precio de entrada a la competencia, dejando de ser un factor de superioridad; los factores de éxito en los próximos años deberán incluir:

- \* Habilidad para reducir tiempo de preparación y cambios de herramientas ( objetivo: flexibilizar la producción, reducir puntos de equilibrio, poder fabricar mayor variedad de modelos en la misma línea).
- \* Tecnologías más sofisticadas en la medida en que los clientes perciban su valor.
- \* Integración de operaciones a nivel mundial vía intercomunicación de computadoras ( control de la producción iniciando por el pedido que un cliente efectúa en la computadora de un distribuidor ).

#### 4.1.2 EL PANORAMA FUTURO

##### 4.1.2.1 Mercado:

Se prevén crecimientos moderados para los países industrializados, del orden del 1 a 2% anuales en promedio. Sin embargo, existe todavía un enorme potencial de crecimiento en las áreas menos desarrolladas del orbe; es probable que los crecimientos más importantes, en términos porcentuales se den en los países del sureste asiático tales como Filipinas, Tailandia, Malasia; en Europa del este y en algunos países de Latinoamérica, entre ellos México. El potencial de Europa del Este se estima en 28 millones de vehículos para llegar apenas a la mitad del promedio per cápita en Europa Occidental. Taifa ha crecido al 40% promedio en los últimos cuatro años y se espera que en los próximos cinco crezca al menos un 25% cada año.

El comercio mundial continuará en aumento y el concepto de productor o proveedor local seguirá perdiendo relevancia.

##### 4.1.2.2 Producción:

El fenómeno conocido como "trasplantes" cobrará aún más importancia en Norteamérica (incluyendo a Canadá y a México) y se extenderá a Europa; de hecho se ha iniciado ya en Irlanda e Inglaterra con plantas de NISSAN.

La capacidad instalada de las trasplantes en Norteamérica crecerá de 1.5 millones en la actualidad a más de 2 millones para 1992 y a más de 3 millones para 1995, es decir, la cuarta parte de la capacidad total.

Es probable que hacia finales de la década, China sea un productor importante y tal vez, otros países latinoamericanos (Colombia y Venezuela) se conviertan en proveedores significativos, junto con otros dos o tres países asiáticos, entre ellos Malasia.

Como contraste a la diversificación de la producción, la concentración de empresas continuará su tendencia, de manera que se espera que para el siglo XXI, al menos el 80% de la producción mundial este concentrada en no más de diez grandes grupos representados en todos o casi todos los mercados significativos.

En cuanto a abastecimientos, es clara la tendencia hacia la reducción del número de proveedores, hacia relaciones más estrechas y de largo plazo entre clientes y proveedores, es decir, menos proveedores pero más fuertes y con mayor responsabilidad.

La localización geográfica continuará perdiendo relevancia como ventaja comparativa, mientras que el servicio, es decir, la calidad del servicio que el proveedor ofrece a su cliente, pasará a ocupar el lugar preponderante para diferenciar a un proveedor de otro, sobre todo a medida que se alcanzan límites prácticos en la calidad del producto.

#### 4.1.2.3. Tecnología:

Los frentes tecnológicos preponderantes en la década de los 90's estarán fuertemente relacionados con la ecología; los objetivos principales serán:

- \* Mayor reducción de emisiones contaminantes.
- \* Menor consumo de energía en la operación del vehículo y en su fabricación.
- \* Búsqueda de combustibles alternos, principalmente la reformulación de gasolinas y la inclusión de alcoholes en forma de mezcla, como la M85, ( 85% metanol, 15% gasolina ); otros objetivos primordiales incluyen el incremento de productividad, a través de la generalización de la robótica y la inteligencia artificial; esto será especialmente importante en países con características demográficas tales que permiten pronosticar una reducción en la oferta de mano de obra para finales de este siglo, como los países nórdicos de Europa y tal vez Japón.

Otro aspecto interesante se refiera a quién es y quién será el responsable del desarrollo tecnológico. Es evidente la tendencia de la industria norteamericana a transferir esta responsabilidad a sus proveedores, siguiendo el camino de los europeos de tiempo atrás; lo que no es evidente todavía es que algunos componentes considerados como estrictamente propios ("estratégicos") del fabricante del vehículo empesarán a ser abastecidos del exterior o bien desarrollados y fabricados por empresas resultantes de coinversiones entre competidores.

Ejemplos previos son el motor PRV ( Peugeot; Renault; Volvo) desarrollado en los 70's y aún en uso; el motor "Douvrin" de la misma época, resultante de una coinversión ya terminada entre Peugeot y Renault muy recientemente la asociación CHRYSLER-GM para fabricar una nueva generación de transejes.

Los desarrollos conjuntos entre empresas competidoras serán más frecuentes. Ejemplos recientes son la carrocería utilizada por el SAAB 9000, el FIAT CROMA y el LANCIA THEMA en Europa, así como el desarrollo del FORD ESCORT entre la FORD de los Estados Unidos y MASDA del Japón, un ejemplo que seguramente se repetirá ya que la creciente complejidad tecnológica en el desarrollo de los nuevos productos está originando que una sola empresa no tenga ya todos los recursos necesarios, incluyendo a los financieros, los humanos y al cúmulo de conocimientos.

#### 4.1.3 CONCLUSIONES

Algunas conclusiones que resaltan de la discusión previa son:

- \* Las fronteras geográficas se borran.
- \* La competitividad aumenta.
- \* Los mercados crecen moderadamente.
- \* La industria se concentra ( en unas cuantas empresas ).
- \* La industria se dispersa ( en todo el mundo ).
- \* La complejidad tecnológica aumenta rápidamente.
- \* El número de proveedores disminuye.
- \* La responsabilidad de los proveedores aumenta.

#### 4.1.4 IMPLICACIONES

Las conclusiones anteriores permiten derivar algunos aspectos que seguramente afectarán a la industria mexicana, en algunos casos en forma positiva pero en otras de manera negativa. El proceso de reducción de proveedores y la negociación de contratos de mayor plazo tendrán seguramente el efecto de fortalecer a los ganadores y acabar con los perdedores, es decir, aquellas empresas que logren contratos se verán favorecidos con volúmenes de producción sustancialmente mayores y con la posibilidad de aumentar el valor agregado en sus productos; a cambio de ello será necesario que inviertan considerablemente en investigación y desarrollo además de establecer alianzas estratégicas con los líderes tecnológicos; que su alta eficiencia les permita operar rentablemente con márgenes reducidos; que sus niveles de calidad del producto sean insuperables y que la calidad del servicio que ofrecen los coloque por encima de sus competidores. Por lo tanto será necesario pensar y planear en términos del mundo, no de México y ni siquiera de Norteamérica.



Por el contrario, las empresas que no sean capaces de competir en un mundo sin fronteras, que tengan la esperanza de que "regresen los buenos viejos tiempos" y que no están dispuestas a luchar por ocupar una posición de predominio a nivel mundial, encontrarán que su futuro es poco promisorio.

#### 4.1.5 SITUACION DE LA INDUSTRIA MEXICANA

La industria automotriz nacional realmente empezó a surgir como resultado de acciones específicas tendientes a establecer una planta productiva que pudiera sentar las bases para convertir a México, en un país capaz de poder surtir a la industria automotriz terminal procedente de países desarrollados. El catalizador fue el decreto que emitió el Gobierno de la República en los años sesenta,

donde se estableció que el vehículo debía de tener un porcentaje considerable de integración nacional.

Como lo vimos en la sección anterior, los cambios que ha sufrido la industria automotriz a nivel internacional han sido vertiginosos y por ende la industria mexicana no se vio exenta de la influencia de esos cambios.

En los años finales de este milenio, México tiene el gran reto de convertirse en un país moderno a través de alcanzar un grado de competitividad que le permita pelear en igualdad de circunstancias con los países desarrollados. Pero esta transformación debe contemplar que el crecimiento de la industria sea de tal forma que no afecte al Medio Ambiente. También es muy importante, que las empresas tomen conciencia de mejorar el medio ambiente del trabajo, a fin de que las personas que laboran ahí pueden mantenerse sanas y aumentar su nivel de productividad.

En nuestro país, la industria de autopartes ha crecido desordenadamente y sus procesos no han sido diseñados de una forma tal, que permitan una conservación del medio ambiente interno y externo lo cual hoy en día ha traído consigo que la opinión pública pida que el gobierno actúe más estrictamente contra ese tipo de fábricas, lo cual significa que la posición competitiva de los fabricantes de autopartes se ha visto mermada por la cantidad de multas, paros de planta y adquisición de equipos anticontaminantes.

Los principales problemas de contaminación que enfrentan los fabricantes nacionales de partes automotrices son:

Exceso de ruido

Calor

Monóxido de Carbono

Solventes

Materiales descorificantes, etc.

En el caso práctico de este trabajo escrito, nos dimos a la tarea de analizar la situación ambiental de una empresa fabricante de muelles automotrices y tratar de sugerir algunas alternativas para resolver los problemas que le aquejan y que han causado que su posición competitiva sea mermada.

**4.2 CASO PRACTICO "ANALISIS DE LA SITUACION AMBIENTAL DE UNA EMPRESA FABRICANTE DE MUELLES AUTOMOTRICES.**

**4.2.1 SITUACION ACTUAL DE LA EMPRESA EN ESTUDIO EN CUANTO A CONDICIONES DE OPERACION, PERSONAL E INSTALACIONES.**

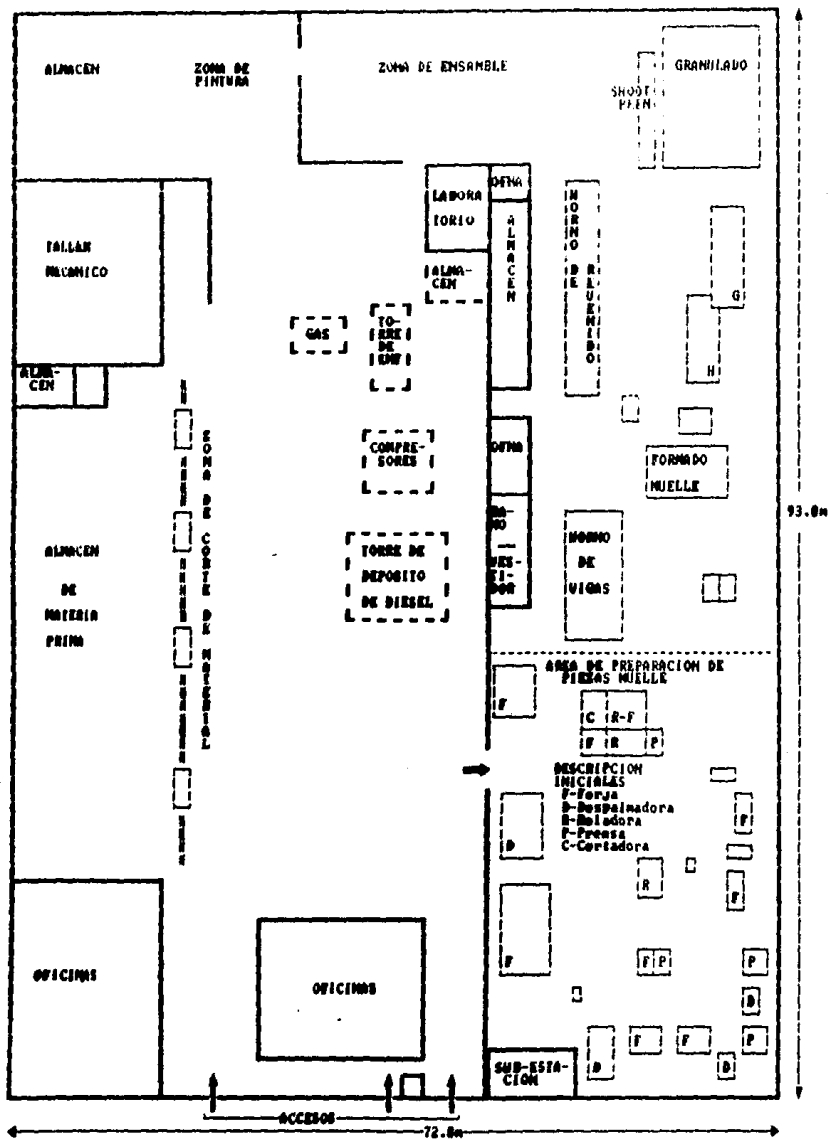
La empresa en la que se nos facilitó poder realizar el estudio, como ya hemos mencionado se dedica a la fabricación de muelles, y lo que vamos a analizar es como se va a ver afectada su productividad por causa de la contaminación tanto interna como externa.

La empresa en estudio se encuentra ubicada en una zona industrial al norte del D.F.; zona que por estar catalogada como de atención prioritaria en cuanto a control de emisiones contaminantes, las autoridades si están actualmente ejerciendo presión. Tanto por parte de la Secretaría de Desarrollo y Ecología (SEDUE) como de la Secretaría del Trabajo y Provisión Social (STPS), incluso algunas ocasiones también se reciben inspecciones por parte de la Delegación.

La empresa por ser fabricante de muelles automotrices, se cataloga en la categoría de industria de autopartes, y sin ser una de las principales fabricantes de muelles si es importante, ya que es fabricante de equipo original, es decir provee de muelles a la industria armadora de autos y camiones. Por este mismo factor también se tiene que ser muy estricto en el aspecto de calidad no solo del producto sino en general de la empresa, ya que todo esto lo califican las empresas ensambladoras y pueden estas aumentar sus pedidos si cumplen con lo anterior o si no incluso rescindir de sus productos, ya que actualmente la competencia entre proveedores nacionales es muy fuerte y la industria armadora también cuenta con la opción de poder importar sus insumos.

La distribución de planta con que cuenta actualmente la empresa la podemos observar en la figura 4.2., aunque al momento de realizar los estudios se nos informó que se estaban planeando diversos cambios entre los que se incluían cambios en el proceso de producción y por lo tanto en la distribución de planta.

FIGURA 1.2 "Plano de distribución de planta"



Los departamentos en que se divide el área productiva son los siguientes:

Corte  
Preparación de piezas:  
- Despalme  
- Perforado  
- Hornos (de preparación)  
Hornos de Austenizado y Revenido  
Shoot Peen  
Armado  
Pintura  
Mantenimiento  
Almacenes

Se tienen también los departamentos del área administrativa, pero para fines de nuestro estudio no se van a analizar.

La empresa trabaja actualmente de Lunes a Viernes en dos turnos; el 1<sup>ro</sup> de las 7:00 a las 15:30 hrs. y el 2<sup>do</sup> de las 15:30 a las 22:30 hrs. y los Sábados de 7:00 a 12:00 y de 12:00 a 16:30 hrs.

El personal con que cuenta en las áreas productivas así como su antigüedad se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 4.2.1

DEPTO.	ANTIGÜEDAD PROM. (AÑOS)	No. OBREROS
PINTURA	7	7
CORTE	9	4
DESPALME	25	12
PERFORADO	25	5
HORNOS	25	14
SHOOT PEEN	8	4
ARMADO	12	20
MANTENIMIENTO	25	24
ALMACENES	30	6
TOTAL		96

De la observación física de la planta se observan algunos factores que nos van a ayudar a determinar el tipo de problema que tiene la empresa en cuanto a contaminación y seguridad e higiene industrial.

Las condiciones en general de la empresa nos indican que se trata de una industria con mas de 30 años de antigüedad, por lo tanto la mayoría de las instalaciones se ven descuidadas, aunque se cuentan con los elementos básicos de seguridad.

La distribución de planta nos indica que se fue modificando al tiempo que crecía. Los equipos de producción en su mayoría son de más de 20 años, y se nota un poco la falta de un mantenimiento preventivo. En cuanto a los hornos aunque son antiguos presentan modificaciones ya que hace poco tiempo se cambiaron de combustible diesel a gas L.P., un aspecto que nos va a ayudar a reducir las emisiones de gases tóxicos a la atmósfera, además todos cuentan con sus ductos hacia el exterior, por lo que habría que ver que tanto están contaminando hacia el exterior por efecto de la combustión del gas L.P.

En el área de formado de muelles, se tiene una tina llena de aceite mineral, donde se sumergen las piezas para templarse, por lo que en esta área se despiden vapores y no se cuenta con ningún sistema de control de estos, dispersandose en el área laboral.

Otra área donde se pudo sentir un ambiente nocivo (con partículas) es el área de Shoot Penn o granallado, ya que aunque el equipo cuenta con guardas para que las partículas se queden atrapadas, estas se escapan al ambiente ya sea por la antigüedad del mismo equipo o por falta de un buen equipo de control de partículas de este tipo.

En el área de pintura también se sintió un ambiente contaminado por solventes, tampoco se observo ningún equipo de control como casetas de pintura o algún sistema de extracción de gases, únicamente unas mesas donde se coloca la muelle para ser pintada. El área se encuentra al final de la nave con buena ventilación pero eso no es suficiente.

En general en toda la planta se observó al personal sin equipo de seguridad y uniformes en mal estado o sin ellos. Pocos obreros traían su mascarilla solo los del área de pintura y Shoot peen, (no todos), en el área de ensamble pocos usaban tapones protectores para los oídos (esta área es sumamente ruidosa), no todos los obreros usaban casco protector y en ninguna área se observo el uso de lentes. Aunque se nos informó que continuamente se dota al personal del equipo pero este no lo utiliza. ya sea por desidia o por incomodidad del equipo.

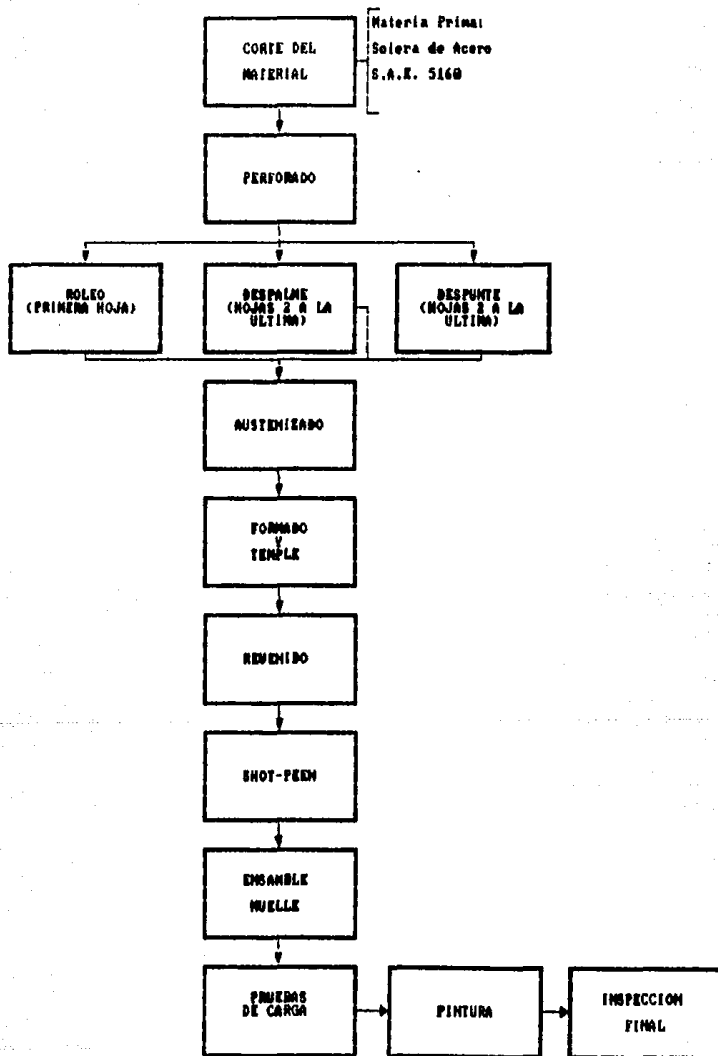
#### 4.2.2 PROCESO DE FABRICACION

El proceso de fabricación de muelles automotrices es llevado a cabo de la siguiente forma(Ver fig. 4.2.2 ):

1. Se recibe solera de acero SAE 5160 de distintos espesores que se utilizarán de acuerdo al diseño de la muelle.
2. Se cortan las soleras a tamaños especificados de acuerdo a la longitud de cada una de las hojas que componen la muelle.
3. Se le realiza un perforado en el centro de la hoja mediante un punsón, cuya función será alojar un tornillo que una las hojas al momento de ensamblarse la muelle
4. Las hojas pasan al área de forja. Donde el material se introduce en hornos para poderlo trabajar en caliente y de acuerdo al número de hoja que se este trabajando se hará el siguiente proceso de transformación:
  - a) A la primera hoja se le realiza un roleo de los extremos con el objeto de tener un ojillo para un buje, del cual posteriormente se sostendrá la muelle al vehículo.
  - b) De la segunda a la última hoja, según el diseño de la muelle, se llevarán a cabo los procesos de despalme y/o despunte. El despalme consiste en practicar un desvaste en las partes extremas de la solera con el objeto de reducir concentración de esfuerzos. El despunte es también un corte en los extremos con el objeto de evitar filos cortantes y por tanto accidentes durante su manejo.
5. Las hojas posteriormente son introducidas en un horno de tratamiento térmico hasta alcanzar temperaturas de austenización.



FIG. 1.2.2. "DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FABRICACION DE MUELLES"



6. Saliendo las hojas del horno de austenizado al rojo vivo son colocadas en unos peines que le darán la forma de arco a cada una de las hojas, siendo después introducidas en aceite mineral para templarse. Esta última operación con el objeto de darle al material la dureza necesaria que permitirá un buen comportamiento elástico de la muelle.

7. Al salir del temple las hojas son introducidas en un horno de revenido con el fin de relevar los esfuerzos residuales debidos al choque térmico sufridos al realizarse el temple.

8. Posteriormente se les practica a las hojas un Shot-peen (granallado), que consiste en una aspersión de balines de acero de diámetros cuya magnitud se mide en centésimas de milímetro, siendo su objetivo liberar esfuerzos residuales que no pudieron eliminarse con el revenido, además de aumentar la vida útil de la pieza.

9. El siguiente paso en el proceso de fabricación es el ensamble de las hojas para formar la muelle. Se colocan separadores entre las hojas con el fin de evitar la fricción y la consiguiente falla de la muelle por fatiga. Además se le agregan elementos de sujeción como son las abrazaderas que se colocan a la altura de los extremos de la hoja más pequeña, y un tornillo que atraviesa la perforación central de todas las hojas sujetado con una tuerca.

10. Ya armada la muelle, se prueba si cumple las especificaciones de carga.

11. El último paso del proceso de fabricación es la aplicación de pintura epóxica para evitar la corrosión de la muelle al estar trabajando en el vehículo.

Finalmente la muelle es colocada en racks para su posterior embarque a la planta armadora.

#### 4.2.3 ANALISIS DE LA SITUACION AMBIENTAL QUE SE GENERA DURANTE LOS PROCESOS EN LA FABRICACION DE MUELLES EN LA EMPRESA EN ESTUDIO.

Como se ha mencionado anteriormente todo proceso productivo genera ciertas condiciones de trabajo propias de este; dentro de estas están las sustancias que van a contaminar, resultado de algunos procesos como la combustión, el uso de solventes, etc. Así en el estudio que se practicó se analizaron estos procesos y sus respectivas emisiones contaminantes así como el ambiente de trabajo que generan.

El primer paso para determinar si una empresa se encuentra en condiciones excedidas de contaminación tanto hacia afuera como hacia adentro, es conocer sus niveles de emisión, para ello se tiene que acudir a una firma especializada en la materia, este tipo de estudios resultan tardados y costosos, pero son indispensables, sin embargo para fines de nuestro estudio, y asesorados por especialistas en la materia se nos sugirió otra forma de conocer las emisiones teóricas y así poder tener una idea más clara de los problemas que presenta esta empresa.

El principal problema de emisiones es generalmente por el uso de combustibles fósiles, los cuales durante el proceso de la combustión generan gases tóxicos para la salud. De acuerdo con esto y conociendo sus consumos podemos obtener la cantidad de contaminantes que van a generar dichos combustibles. Otro tipo de actividades que van a generar emisiones ajenas a los procesos de combustión, son para el caso particular de fabricación de muelles el pintado, la inmersión de las piezas para el templado en aceite mineral, el Shoot Peen o granallado y el ruido o calor que se genera durante todo el proceso.

En la siguiente tabla se distinguen los diferentes contaminantes que se generan por tipo de actividad o proceso :

TABLA 4.2.3.1

PROCESO u.o. Actividad	GASES CONTAMINANTES				OTROS CONTAMINANTES			
	OXIDOS DE NITROGENO (NO <sub>x</sub> )	MONOXIDO DE CARBONO (CO)	OXIDOS DE AZUFRE (SO <sub>x</sub> )	HIIDROCARBUROS (HC)	HIEBLAS ACEITE	PARTICULAS	RUIDO	CALOR
Coite	----	----	----	----	----	SI	SI	----
Porla en estado moldurado	SI	SI	SI	SI	----	SI	SI	SI
Formado y temple	----	----	----	----	SI	----	----	SI
Acendido	SI	SI	SI	SI	----	SI	----	SI
Granelado	----	----	----	----	----	SI	SI	----
Armado	----	----	----	----	----	----	SI	----
Pintura	----	----	----	SI	----	SI	SI	----
Manejo de Materiales (Motores montacargas)	SI	SI	SI	SI	----	SI	SI	----

A continuación se muestra la memoria de cálculo para determinar las emisiones teóricas en base a los consumos, sabiendo que la Empresa trabaja de Lunes a Viernes de 7:00 a 15:30 hrs. (1° turno) y de 15:30 a 22:30 hrs. (2° Turno) y Sabados de 7:00 a 12:00 hrs (1° turno) y de 12:00 a 18:30 hrs (2° turno), lo que nos da un promedio de  $(15.5 \times 20) + (9.5 \times 4) = 116$  hrs/mes.:

-Proceso: Pintura.

Emisiones de Hidrocarburos:

Consumo de Pintura al mes: 600 lts.

" " Thiner " " : 200 ".

$$600 \times 0.5 \times 0.87 = 261 \text{ kg.}$$

$$+ 200 \times 1.0 \times 0.87 = 174 \text{ kg.}$$

total 435 kg/mes.

En este caso la cantidad de solventes utilizada se va a ir al ambiente en su totalidad, ya sea al momento de aplicar la pintura o al momento de secar esta.

$$\text{Emisión de HC } 435/116 = 3.74 \text{ kg/hr.}$$

.. Proporción de solventes contenidos en la Mezcla.

.. Proporción en Kg. que contiene un litro de liquido.

$$+ 200 \times *1.0 \times *20.87 = 174 \text{ kg.}$$

$$\text{total } 435 \text{ kg/mes.}$$

En este caso la cantidad de solventes utilizada se va a ir al ambiente en su totalidad, ya sea al momento de aplicar la pintura o al momento de secar esta.

$$\text{Emisión de HC } 435/116 = 3.74 \text{ kg/hr.}$$

- \*1 Proporción de solventes contenidos en la Mezcla.  
 \*2 Proporción en Kg. que contiene un litro de líquido.

Emisiones de Partículas:

$$600 \times *20.9 \times *30.5 = 135 \text{ kg/mes.}$$

$$135/116 = 1.16 \text{ kg/hr.}$$

- \*2 Proporción en Kg. por cada litro.  
 \*3 Proporción de partículas contenidas en la mezcla.

-Proceso: Templado.

Emisiones de Nieblas de Aceite:

$$\text{Consumo mensual: } 6,000 \text{ lts.}$$

$$6000 \times *20.85 = 5,100 \text{ kg./mes.}$$

$$5,100/116 = 44 \text{ kg/hr.}$$

En este caso se considera que todas las nieblas se van al ambiente ya que el tan solo se repone el aceite que se evapora.

-Proceso: Shoot Peen (Granallado):

Emisiones de Partículas:

Consumo mensual de granalla de Acero S-280: 2,000 kg/mes.; Se considera que un 10% se desprende al ambiente en forma de partículas.

$$(2,000 \times .1)/116 = 1.7 \text{ Kg/hr.}$$

-Proceso: Transporte de Material:

Se tienen 3 montacargas con motor de gasolina, con motores de 6 cilindros, pero sus emisiones se pueden calcular en base al consumo de combustible sin importar cuantos sean ni el tiempo promedio que trabajen por día.

Se Consumen 6,000 lts. por mes y se considera que se aprovecha el 85 % del combustible; por lo tanto:

$$6000 \times .85 = 5,100/116 = 44 \text{ kg/hr.}$$

Teniendo el consumo por hora se puede saber en tablas las emisiones de los diferentes contaminantes que produce la combustión de la gasolina:

#### Emisiones de :

Partículas: 0.005 kg/hr.  
Oxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>): 0.002 kg/hr.  
Monóxido de Carbono (CO): 0.410 kg/hr.  
Oxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>): 0.044 kg/hr.  
Hidrocarburos (HC): 0.057 kg/hr.

-Proceso: (Horneado de piezas (preparación, revenido, y austenizado)

Se consumen en total 36,000 lts. mensuales de gas L.P., que se utiliza en los diferentes hornos; dos mayor capacidad uno de vigas y el otro de revenido, y los pequeños que se tienen en el área de preparación de piezas.

Nota: El factor de emisión se multiplica por cada m<sup>3</sup> de combustible.

#### Emisión de Partículas:

$$0.22 \times 36 = (7.92 \text{ kg/mes})/116 = 0.068 \text{ kg/hr.}$$

#### Emisión de Oxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>):

$$0.01 \times 36 = (0.36 \text{ kg/mes})/116 = 0.003 \text{ kg/hr.}$$

#### Emisiones de Monóxido de Carbono (CO):

$$0.19 \times 36 = (6.84 \text{ kg/mes})/116 = 0.059 \text{ kg/hr.}$$

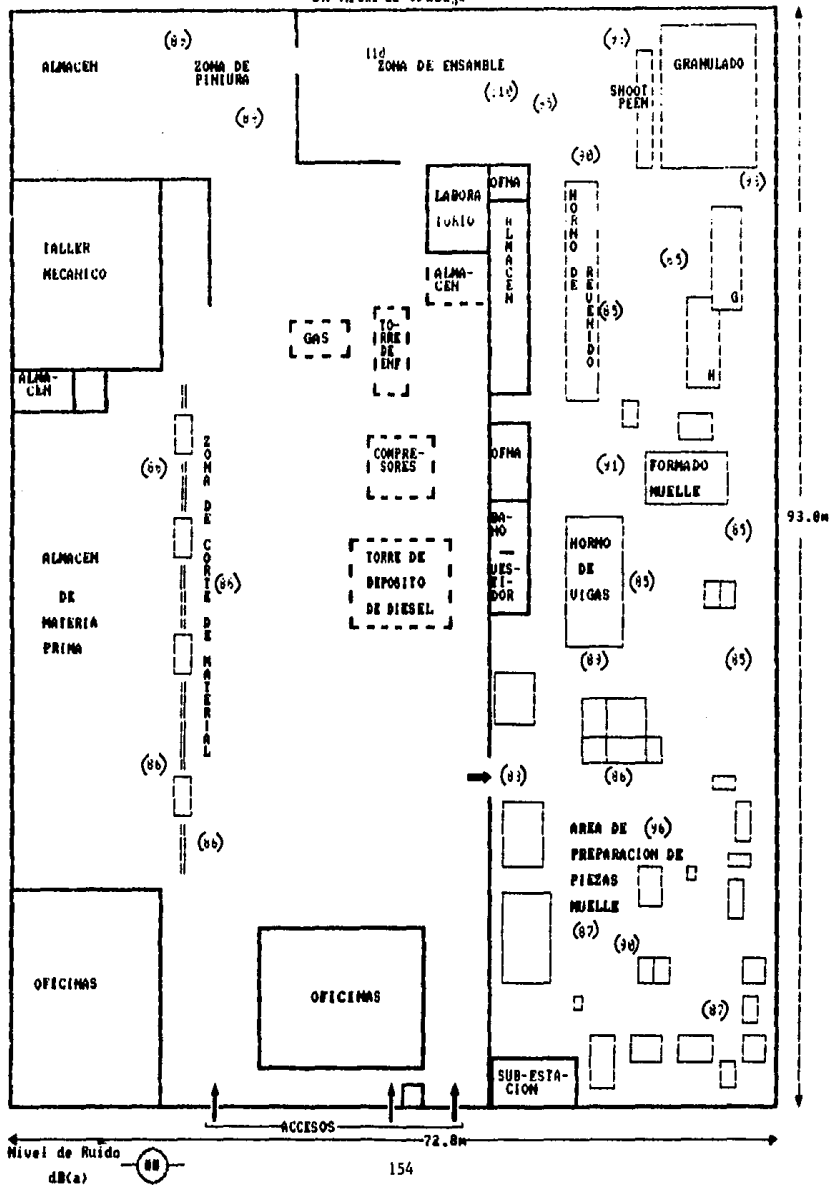
Emissiones de Hidrocarburos (HC):

$$0.036 \times 36 = (1.296 \text{ kg/mes})/116 = 0.011 \text{ kg/hr.}$$

Emissiones de Oxidos de Nitrogeno (NOx):

$$1.45 \times 36 = (52.2 \text{ kg/mes})/116 = 0.450 \text{ kg/hr.}$$

FIGURA 1.2.3.1 "Niveles de Ruido promedio dB(a) en Areas de trabajo"







A continuación se presenta el resumen de concentración de emisiones a la atmósfera por proceso, y el total de kg/hr. emitidos de cada contaminante:

TABLA 4.2.3.2

FUEN	FUENTE DE EMISION	CONTAMINANTES. (KG/HR).						
		PROCESOS	EQUIPOS	PARTI CULAS	NO <sub>x</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	HC
PINTURA TENPLADO (Inmersión en Aceite mineral)			1.16	----	----	----	3.75	----
MANEJO DE MAT.	3 MONTACAR- GAS CON MOTOR DE GASOLINA GRANALLADORA		----	----	----	----	----	44
SHOOT PENN (GRANALLADO)		0.005	0.044	0.410	0.002	0.057	----	----
REVENIDO, AUSTENIZADO	HORNOS DE GAS L.P.	1.7	----	----	----	----	----	----
		0.068	0.450	0.059	0.003	0.011	----	----
TOTAL		2.933	0.494	0.469	0.005	3.818	44	

En cuestión de ruido y calor se práctico un pequeño estudio de ruido (con un sonómetro) y otro de nivel de calor (Con termómetro) a horas en que se desarrollaban las actividades laborales normalmente en las áreas de trabajo y tanto el ruido como el calor se encontraban a sus máximos niveles.

Los resultados se expresan en las figuras 4.2.3.1 y 4.2.3.2 donde se muestran los niveles de Ruido en dB(A) y los de Temperatura en °C, así como el área que abarcan en cada caso.

4.2.4. EFECTOS DE LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION, Y PUNTOS DONDE SE LOCALIZAN ASI COMO MAGNITUD DEL PROBLEMA.

TABLA 4.2.4

PROBLEMA	TIPO DE CONTAMINANTES	EFECTOS EN LA PRODUCTIVIDAD	EFECTOS EN EL INDIVIDUO	EFECTOS AL EXTERIOR
Corte	Ruido	Ausentismo, errores por dificultad en la comunicación oral.	Fatiga, sordera	Emisión de Ruido
Fornia en caliente	Calor	Accidentes, menor calidad en el trabajo, ausentismo y retrasos.	Fatiga, Estrés, descontento entre los trabajadores, desmayos.	
	Emisión de gases por efectos de la combustión.	Retrasos en la producción por efecto de posibles sanciones por parte de autoridades.	Dolores de cabeza, mareos, debilidad y vomito	Emisión de gases a la atmosfera
	Ruido	Ausentismo, errores por dificultad en la comunicación oral.	Fatiga, sordera	Emisión de Ruido
Ausentizado	Calor	Accidentes, menor calidad en el trabajo, ausentismo y retrasos.	Fatiga, Estrés, descontento entre los trabajadores, desmayos.	
	Emisión de gases por efectos de la combustión.	Retrasos en la producción por efecto de posibles sanciones por parte de autoridades.	Dolores de cabeza, mareos, debilidad y vomito	Emisión de gases a la atmosfera
Formado y Temple	Calor	Accidentes, menor calidad en el trabajo, ausentismo y retrasos.	Fatiga, Estrés, descontento entre los trabajadores, desmayos.	
	Hieblas de Aceite Mineral	Accidentes, errores por falta de visibilidad, ausentismo	Dermatitis, intolerancia a la luz, irritación de ojos y vías respiratorias	Emisión de a la atmosfera.

\* EFECTOS DIRECTOS AL TRABAJADOR

TABLA 4.2.4. (Continuación)

PROCESO	TIPO DE CONTAMINANTES	EFFECTOS EN LA FRECUENCIA	EFFECTOS EN EL INDIVIDUO	EFFECTOS AL EXTERIOR
Revenido	Calor	Accidentes, menor calidad en el trabajo, ausentismo y retrasos.	*Fatiga, Estrés, descontento entre los trabajadores, desmayos.	
	Emisión de gases por efectos de la combustión.	Retrasos en la producción por efecto de posibles sanciones por parte de autoridades.	Boleores de cabeza, mareos, debilidad y vomito	Emisión de gases a la atedera
Granallado	Polvos provenientes del aceite	Accidentes, ausentismo	*Enfermedades en los pulmones: Neumoconiosis, Silicosis, fibrosis, siderosis, afección de la agudeza visual.	
Atrazo	Ruido	Ausentismo, errores por dificultad en la comunicación oral.	*Fatiga, sordera	Emisión de Ruido.
Pintura	Hidrocarburos, Alcoholes y Éteres	Ausentismo, retrasos en la producción, ausencia de calidad.	*Enfermedades respiratorias, irritación de ojos y piel, afección del sistema nervioso, dermatitis, lesión en hígado y riñones, intoxicación, fatiga.	Emisión de hidrocarburos, alcoholes y éteres.

\* EFECTOS DIRECTOS AL TRABAJADOR

**NOTA:** Adicionalmente a las etapas del proceso que ocasionan emisión de contaminantes, existen otras fuentes como: Montacargas para el manejo de los materiales, que emiten gases provenientes de la combustión de la gasolina cuyos efectos fueron mencionados en la Tabla; También hay una emisión al exterior de agua residual producto de los diversos servicios en el interior de la planta y áreas administrativas.

En la tabla anterior (4.2.4.) se observan los contaminantes generados en cada proceso así como los efectos que nos van a producir. Sin embargo es necesario poder decir en que proporción va a afectar más o menos.

Basandonos en la tabla 4.2.3.2 se tiene el total de kg/hr. de contaminantes que se emiten en esta empresa, y esto ya nos puede dar un indicio de la magnitud del problema, aunque tambien intervienen otros factores. Y para ello se tomarán en cuenta además de las cantidades de contaminantes emitidos, las observaciones previas.

Lo que observamos en la tabla en cuanto a partículas es que tanto en las áreas de pintura así como en granallado se emiten las cantidades más fuertes y como se observo desde un principio son áreas en que se sintio un ambiente molesto. Estas emisiones son debidas en el area de granallado a el desprendimiento de partículas al momento de impactarse los balines contra el acero, y muchas se escapan al ambiente debido a lo antiguo de los equipos y la falta de un equipo de control. En el area de Pintura la razon de la presencia de partículas es porque cuando la pintura se atomiza, no toda se pega en la pieza, una parte se volatiliza al ambiente en forma de pequeñas partículas solidas, ya que además tampoco se cuenta con un equipo de control.

Utro de los contaminantes que tambien se observa en cantidades grandes son los hidrocarburos. Estos se generan por el proceso de la combustion o por actividades que utilizen solventes, en este caso la pintura. Y que como observamos la mayor emision de hidrocarburos es debida a la aplicacion de pintura.

Al igual que en el caso de emision de partículas, la pintura tambien contiene solventes y estos se evaporan ya sea al aplicar la pintura o al secar esta, esto además por no contar con sistema de control alguno.

Las Nieblas de Aceite. se generan unicamente durante el proceso del templado, en forma de vapores. Se observo que por la forma en que se lleva a cabo esta operacion, los trabajadores estan completamente expuestos ya que tienen que estar cerca de la tina de inmersión, además tampoco se cuenta con algun sistema de control o recuperacion de gases.

En menor proporción que los contaminantes mencionados también se emiten gases producto de la combustión, sin embargo en el caso de los que se emiten por efecto de la combustión de gas L.P. podemos decir que se encuentran bajo control, ya que además de que este combustible bien utilizado es poco contaminante, las instalaciones para desahogar los gases se consideran adecuadas a simple vista.

Los gases que si nos van a afectar en mayor grado por producto de la combustión son los generados por los montacargas utilizados para el manejo de materiales, y se observo que por su consumo de gasolina a si como su estado fisico en general sus condiciones para operar no eran muy buenas, sin embargo la circulación en lugares donde se podrian concentrar más las emisiones es minima, estando la mayor parte del tiempo en áreas al aire libre o muy ventiladas, donde además el personal casi no está presente.

En cuanto a la generación de ruido podemos observar en la figura 4.2.3.1 los niveles en dB(A), por área de trabajo, percibiendose durante la visita en general un ruido molesto, y ya analizando el estudio observamos niveles del promedio de 90 dB(A), y realmente es un nivel muy alto considerando que los trabajadores estan 8 hrs. o más expuestos. Donde si se encontró excesivo el nivel sonoro es en el área de ensamble ya que para ajustar las piezas y poder ensamblar se golpean estas con marros, y hay momentos en que están golpeando en 5 o 6 mesas de trabajo, provocando un ruido continuo y sumamente molesto. Otra área con un nivel elevado y continuo es en Granallado o Shoot peen, esto es debido al igual al golpeteo de balines de acero contra las piezas, y a la falta de aislamiento del proceso por el tipo de equipo que se utiliza.

Por último se analizó el nivel de energía en forma de calor, que si observamos la figura 4.2.3.2., se presenta en general elevado y mayormente en las áreas circundantes a los hornos, esto es debido al proceso que utilizó este medio de energía en varias etapas para la adecuación del material.

Se observó que a pesar de que si es elevado el calor, se puede soportar y esto es debido a que las instalaciones en general son elevadas y ventiladas, además el desahogo de los gases es adecuado.

#### 4.2.5 CONCLUSIONES DEL ANALISIS Y PROPUESTAS DE SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE CONTAMINACION QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD.

Como se pudo observar en el inciso 4.2.4 se analizaron las partes del proceso en que se identificaron problemas relacionados con la contaminación y sus efectos en la productividad, asimismo se cuantifico la dimension del problema.

La propuesta que como ingenieros industriales debemos adoptar esta relacionada con diversos factores que se deben tomar en cuenta:

- Costo,
- Tiempo,
- Factibilidad,
- Seguridad
- Calidad de vida laboral
- Productividad
- Medio Ambiente
- etc.

Existen diferentes soluciones a los problemas que se enfrenta la empresa en estudio, y que son problemas comunes de este tipo de industrias, pero tomando en cuenta los factores analizados anteriormente, debemos llegar a la solución optima, y para ello se analizarán los diferentes problemas y los procesos involucrados que tiene la empresa.

##### 4.2.5.1. Control de Particulas en el proceso de Granallado:

Como se mencionó anteriormente, en este proceso hay emisión de particulas, sin embargo tambien se dijo que el tipo de equipo tal vez no sea el adecuado, ya sea por su antigüedad o su ineficiencia en controlar particulas.

Para solucionar este problema hay dos alternativas; sustituir el equipo actual por uno más moderno, lo cual implica un alto costo y mayor tiempo. La otra solución es adaptar al equipo actual un sistema de control de particulas.

Comunmente para controlar partículas pesadas se utilizan extractores con ciclón (ver Fig. 4.2.5.1), que son extractores comunes que cuentan a la entrada del aire con un ciclón donde se depositan las partículas más pesadas, y a la salida de la masa de aire, está pasa por unas bolsas filtrantes, para detener las partículas más ligeras y pequeñas, saliendo el aire libre de estas. Aunque la instalación de estos dispositivos, no tiene un precio muy elevado, se debe tener muy en cuenta el diseño del dispositivo, con el fin de que los filtros y el depósito de partículas no se lleguen a saturar.

#### 4.2.5.2. Control de Partículas e Hidrocarburos en área de Pintura.

Para controlar estos problemas, existen dos alternativas:

- a) Caseta de pintura de cortina de agua. Este es un sistema altamente eficiente debido a que al someter los gases a través de una cortina de agua, las partículas caen con esta y quedan muy pocos solventes, que se pueden filtrar en una segunda fase asegurando que el aire saldrá libre de contaminantes.

Los inconvenientes de este dispositivo son en primer lugar el uso del agua y su posterior contaminación generando un segundo problema. El otro gran inconveniente es el alto costo debido a las instalaciones hidráulicas que requiere.

- b) Caseta de pintura con filtrado en seco. Es el mismo principio que la caseta anterior, pero en lugar de la cortina de agua cuenta con un papel filtrante que puede estar húmedo o seco y que atrapa las partículas. Este sistema no es tan eficiente sin embargo elimina considerablemente los contaminantes.

El único inconveniente es que el papel filtro se tiene que reemplazar con cierta regularidad. En general este sistema resulta ser el más factible.

#### 4.2.5.3. Control de Nieblas de Aceite Mineral en el Área de Temple y formado.

La solución más adecuada es la instalación de una campana extractora en la parte superior de la tina de inmersión, con ductos equipados con filtros especiales que dirijan los gases hacia el exterior.



#### 4.2.5.4. Recomendaciones generales.

Se sugiere el uso de equipo de protección al personal en las siguientes áreas:

En el área de corte el uso de audífonos, y lentes

En Operaciones previas tapones para los oídos (ya que el ruido no es muy alto), uniformes de material ligero pero resistente al calor y Careta.

En forjado y temple mascarilla para gases y polvos, lentes, tapones para los oídos, uniforme ligero resistente al calor.

En granallado mascarilla para polvos, lentes y tapones para los oídos

En armado se sugiere la combinación de tapones y audífonos por el ruido tan alto, y lentes

En Pintura mascarilla para polvos y gases, lentes y tapones para los oídos.

El equipo sugerido es adicional al que regularmente debe utilizar un operario: casco, guantes y zapatos de seguridad.

Adicionalmente se requiere la instalación de extractores en toda la planta, para tener una mejor circulación de aire, evitando que los gases y calor se acumulen. También es necesaria la implantación de un eficiente programa de mantenimiento preventivo, que incluya toda la maquinaria y el equipo de manejo de materiales (montacargas); con el fin de reducir emisiones de gases.

Por último es muy necesario hacer un análisis de todo el proceso de manufactura, con el objeto de optimizarlo haciendo énfasis en la reducción de costos y emisiones contaminantes que traerá consigo una mayor productividad, un mejor ambiente de trabajo y respuesta a las demandas de la sociedad a la conservación del medio ambiente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los problemas de contaminación ambiental que se han debido afrontar hasta nuestros días, han surgido como consecuencia de la falta de planificación en el pasado. Debido a esto el gobierno debe establecer y mantener en continua revisión sus propias normas de salubridad como parte de sus programas como lucha contra la contaminación.

Es preciso igualmente fijar objetivos a largo plazo, revisando periódicamente los progresos realizados hacia su cumplimiento en el contexto de su desarrollo social y económico y de otros problemas de salud pública y, los efectos de los contaminantes sobre el clima, la vegetación, la vida animal, así como la calidad estética del medio ambiente ya que esos efectos tienen repercusiones sociales, culturales y económicas, y a veces son indicadores de la salubridad, más sensibles que los efectos sobre la salud.

En todo el mundo existe la tendencia hacia una mayor urbanización y hacia el crecimiento de las grandes ciudades. Esta tendencia ha creado grandes dificultades en relación con el medio ambiente; se plantea así la cuestión de si es posible permitir que continúe sin trabas o si es necesario un grado mayor o menor de dispersión. Lo que puede conducir a:

- a) Disminución del crecimiento explosivo y desmesurado de la industria pesada en áreas ya saturadas.
- b) Aseamiento de las zonas industriales existentes mediante la reducción de la contaminación en su misma fuente, empleando los mejores medios técnicos para impedir la descarga de contaminantes, procedimientos que no causan la contaminación o procesos cíclicos en los que no se descargan los residuos en el medio ambiente sino que, se recogen y reutilizan como materia prima.

- c) Mayor atención al bienestar del hombre y la naturaleza (aplicación de medidas más eficaces para preservar la naturaleza, establecimiento de más parques y zonas ajardinadas, mejoramiento del marco de vida y fomento de un transporte público eficiente para reemplazar el aumento desmedido de los automóviles particulares.
- d) Aplicación de los principios ecológicos al elaborar programas económicos destinados a aumentar la prosperidad.

Las principales fuentes de contaminación son la industria y el transporte, aún con esto, el resto de la sociedad contribuye de manera importante y, debido a esto se requiere de la participación de todos para encontrar soluciones.

En general se debe promover el uso de combustibles pobres en azufre y, al determinar la relación de precios entre las diversas fuentes de energía, se deben considerar, entonces, los beneficios que resultan de evitar la contaminación del ambiente. Es preciso reducir la contaminación provocada por los automóviles mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas y la planificación adecuada del sistema de tránsito.

Como parte del análisis realizado se pudo apreciar que debido a la falta de planificación y acelerado crecimiento gran parte de la industria mexicana presenta el problema de contaminación, así como, que el industrial pequeño y mediano que forman la mayoría de nuestra industria, preocupado por los problemas que corresponden a la operación de su negocio, no han dado la atención requerida a los vitales de higiene ocupacional y contaminación ambiental, esperando que la administración pública tome la iniciativa, proponiendo las directrices a seguir debiendo ser estas drásticas ante la actitud negligente del mismo industrial.

En todo el mundo se están realizando numerosas investigaciones acerca de las relaciones entre las emisiones de contaminantes y las concentraciones de estos en el ambiente. También se estudian los efectos de estas concentraciones sobre la salud del hombre, la vegetación y el clima. Cuando toda esta labor de frutos, será posible determinar las normas aplicables a las emisiones industriales con una certeza mucho mayor que en la actualidad. Nuestras autoridades por falta de estudios profundos han propuesto soluciones adoptadas en otros países no siendo estas las más adecuadas para nuestro país; es por esto que deben hacerse en función de nuestras condiciones y necesidades de vida.

Como resultado de la globalización de mercados, la industria nacional ha tenido la necesidad de ser más competitiva, siendo factores importantes para lograrlo:

- La Higiene Ocupacional.- que influye directamente en la productividad.
- La reducción de emisiones contaminantes al exterior.- que a su vez repercute en los costos de fabricación y como deterioro de la imagen ante la sociedad.

El propósito de la administración pública es conservar la salubridad del ambiente dentro de un espacio delimitado. En la mayoría de los casos la calidad del ambiente dentro de ese espacio estará influida por más de una fuente de contaminación. El problema para la administración pública es como asignar un recurso (es decir la capacidad del ambiente para asimilar un determinado contaminante) entre los diversos usuarios. La solución no es sencilla, pero se pueden seguir algunas pautas.

Actuando en conjunto industriales y autoridades se deberán emplear mecanismos fiscales para la rápida instalación de dispositivos de prevención y control de contaminantes al exterior así como , el mejoramiento del ambiente de trabajo.

Desde el punto de vista económico, no tendría sentido exigir que se redujeran las emisiones puesto que el costo de la reducción sería desigual entre los contaminadores, por lo que, una solución, en teoría, sería subastar el derecho a contaminar hasta cierto nivel, respondiendo los diferentes contaminadores de manera distinta. Aquellos que cuentan con sustitutos, como sistemas de reducción de contaminantes, estarían en condiciones de pagar menos que quienes no tienen otra alternativa, al menos, a corto plazo.

De igual manera se podría obtener un resultado semejante mediante un impuesto sobre la emisión de contaminantes que induciría a quienes pudiesen evitar contaminar el ambiente a hacerlo, antes de pagar el impuesto, dejando la limitada capacidad del ambiente para quienes encontrasen más económico pagar el impuesto es decir, con este impuesto, cada contaminador pueda decidir por sí mismo como reducirá al mínimo su gasto total. Aunque por razones diversas, no sea factible establecer un impuesto sobre las emisiones sería aconsejable una estrategia capaz de estimular una respuesta similar a la que se hubiera logrado mediante el impuesto, ya que esta es una solución cercana a la eficiente, desde el punto de vista económico.

De acuerdo a la situación actual y estando nuestro país negociando la firma de un Tratado Trilateral de Libre Comercio con Estados Unidos y Canadá, uno de los puntos que mayor decisión ha causado en los encuentros de las tres delegaciones, es la preocupación por la conservación y mejora del Medio Ambiente, por lo que la industria nacional sino quiere verse desplazada, deberá de actuar determinadamente para corregir los problemas actuales y establecer sistemas preventivos que permitan cumplir con las normas ecológicas internacionales.

## B I B L I O G R A F I A

- Howard Peavy, Rowe, Tchobanoglous.  
"ENVIRONMENTAL ENGINEERING"  
Ed. Mc Graw Hill
  
- Organización Mundial de la Salud- OPS.  
"CRITERIOS DE SALUD AMBIENTAL"
  
- Eckenfelder, Wesley Jr.  
"INDUSTRIAL WATER POLLUTION CONTROL"  
Ed. Mc. GrawHill.
  
- Dr. Amos Turk, Dr. Jonathan Turk, Dr. Janet T. Wittes  
"ECOLOGIA-CONTAMINACION-MEDIO AMBIENTE"  
Nueva Editorial Interamericana, S.A. de C.V.  
México 1973.
  
- Organización Panamericana de la Salud, OMS  
"MANUAL DE CALIDAD DEL AIRE EN EL MEDIO URBANO"  
Organización Panamericana de la Salud  
Washington, DC, USA, 1980
  
- Infotec  
"ESTUDIO DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD DE LA INDUSTRIA  
AUTOMOTRIZ NACIONAL"  
Infotec, México 1990.
  
- Paulo E. de Toledo S., Milda A.G.G. de Fernicola.  
"NOCIONES GENERALES DE TOXICOLOGIA OCUPACIONAL"  
Organización Panamericana de la Salud, OMS.  
México, 1989
  
- Jeanne Stellman, Susan M. Daum.  
"EL TRABAJO ES FELICIDAD PARA LA SALUD"  
Siglo XXI Editores,  
México, 1986
  
- SEDUE, Fundación Arturo Rosenblueth,  
"INFORME SOBRE EL ESTADO DEL MEDIO AMBIENTE EN MEXICO"  
Fundación Arturo Rosenblueth,  
México, 1987

- Organización Panamericana de la Salud, OMS,  
Criterios de Salud Ambiental Vol. 12 "EL RUIDO"  
Prog. de la ONU para el medio Ambiente, OMS,  
Washington DC, USA, 1983
  
- Fernando rene Cantú García  
"RUIDO" Sus Estragos y la Normalización, sus Fuentes y su control.  
Corporación Industrial Californiana, S.A.  
(Artículo publicado en las memorias de el VI Congreso de Ing.  
Sanitaria y Ambiental)  
México, 1989
  
- Gacetas Ecológicas:  
Publicación Oficial de la Secretaría de Desarrollo Urbano y  
Ecología.  
Nums:
  - 1- Junio 1989
  - 2- Agosto 1989
  - 3- Septiembre 1989
  - 4- Noviembre 1989,
  - 5- Diciembre 1989,
  - 6- Enero 1990
  - 7- Febrero 1990
  - 8- Abril 1990
  - 9- Julio 1990