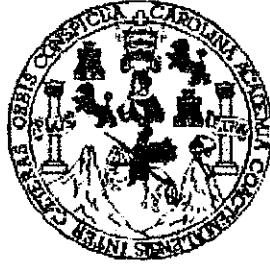


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DEL CURSO DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE
FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

**EDNA ROSSANA BALDIZÓN GRANADOS
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1999

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

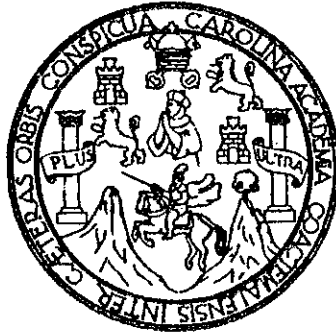
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

PROPUESTA DEL CURSO DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 1 de octubre de 1999.


EDNA ROSSANA BALDIZÓN GRANADOS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL I	ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL II	ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL III	ING. JORGE BENJAMÍN GUTIÉRREZ QUINTANA
VOCAL IV	BR. OSCAR STUARDO CHICHILLA GUZMÁN
VOCAL V	BR. MAURICIO ALBERTO GRAJEDA MARISCAL
SECRETARIA	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
EXAMINADOR	ING. HERNAN LEONARDO CORTEZ URIOSTE
EXAMINADOR	INGA. AURA ALIDA DOMÍNGUEZ OAJACA
EXAMINADOR	INGA. NORMA ILEANA SARMIENTOS ZECEÑA
SECRETARIA	INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS BAIZA DE ILLESCAS



**AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE
DE LA CUENCA Y DEL LAGO DE AMATITLÁN**

**PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA
Guatemala**

Guatemala, Octubre 15 de 1999

INGENIERO

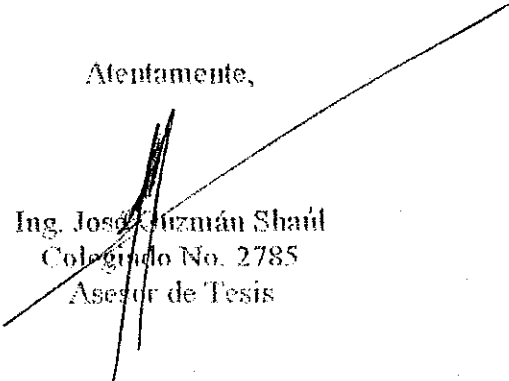
JOSE FRANCISCO GOMEZ RIVERA
DIRECTOR
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CIUDAD DE GUATEMALA

Ingeniero Gómez:

Cordialmente comunicamos a usted que habiéndose revisado el Informe final de la Tesis de Graduación de la estudiante Edna Rossana Baldizón Granados, carné número: 86-17171, Titulada: "PROPUESTA DEL CURSO DE METODOLOGIA DE EVALUACION DE LAS FUENTES DE CONTAMINACION DEL DESARROLLO INDUSTRIAL", consideramos que el trabajo ha sido correctamente elaborado, cumpliendo con los objetivos trazados en la planificación respectiva.

Me permito indicarle que encuentro el trabajo enteramente satisfactorio, tanto los contenidos del curso propuesto, el cual en mi opinión será de gran utilidad a nivel de las carreras de Ingeniería que tanto necesitan nuestros profesionales en su trabajo en pro del desarrollo del país en forma sostenible.

Atentamente,


Ing. José Guzmán Shaul
Colegiado No. 2785
Asesor de Tesis



El Catedrático Revisor de Tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor de Tesis al trabajo de tesis titulado **PROPUESTA DEL CURSO DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL**, presentado por la estudiante universitaria **Edna Rossana Baldizon Granados**, aprueba el presente trabajo y recomienda la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ind. Edgar Rene Québec Robles
Catedrático Revisor de la Tesis
INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL

Guatemala, Noviembre de 1999

/ ends



FACULTAD DE INGENIERIA

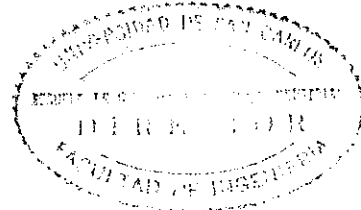
El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado PROPUESTA DEL CURSO DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL, presentado por el estudiante universitario Edna Rossana Baldión Granados, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

DIRIGIDA Y ENSEÑADA A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR

INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL

Guatemala, noviembre de 1999.



emds



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de tesis titulado **PROPUESTA DEL CURSO DE METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL DESARROLLO INDUSTRIAL**, presentado por la estudiante universitaria Edna Rossana Baldizón Granados procede a la autorización de la misma.

IMPRÍMASE

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, noviembre de 1999

emds

ÍNDICE GENERAL

	Página
INDICE DE ILUSTRACIONES	IV
GLOSARIO	V
INTRODUCCIÓN	XVIII
OBJETIVOS	XX
1. INGENIERÍA INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE	1
1.1.Situación ambiental en la ciudad de Guatemala	1
1.1.1 Fisiografía	1
1.1.2 Clima	3
1.1.3 Hidrografía	4
1.1.4 Agua subterráneas	4
1.1.5 Suelos	5
1.1.6 Minerales	5
1.1.7 Recursos biológicos	6
1.1.8 Recursos humanos y culturales	8
1.2.Tipos de Contaminación	9
1.2.1 Contaminación edáfica	10
1.2.2 Contaminación hídrica	11
1.2.3 Contaminación atmosférica	12
1.2.4 Contaminación visual	13
1.2.5 Contaminación audial y ruido	13
1.2.6 Contaminación biótica	13
1.3.Ingeniería industrial y medio ambiente	14
1.4. Desarrollo sostenible	16
2. DESARROLLO INDUSTRIAL SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE	
2.1. Fuentes de contaminación industrial en la ciudad de Guatemala	19
2.2. Principales agentes de contaminación	24

2.3. La contaminación y su incidencia en los recursos naturales y la calidad de vida de la población.	25
2.3.1 Contaminación del sistema hídrico	25
2.3.2 Contaminación del sistema atmosférico	29
2.3.3 Contaminación por ruido o audial	34
2.3.4 Contaminación del sistema lítico y edáfico	34
2.3.5 Contaminación visual	36
2.3.6 Sistema biótico	36
3. MEDIO AMBIENTE Y LEGISLACIÓN GUATEMALTECA	39
3.1. Constitución Política de la República de Guatemala	39
3.2. Decreto No 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente	40
3.3. Decreto No. 58-88 Código Municipal	42
3.4. Decreto No. 90-97 Código de Salud	42
3.5. Decreto No. 4-89 Ley de Áreas Protegidas	43
3.6. Decreto No. 34-89 Protocolo de Montreal sobre la Capa de Ozono	45
3.7. Decreto No. 101-96 Ley Forestal	46
3.8. Decreto No. 186-99 Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca y del lago de Amatitlán (AMSA)	48
3.9. Decreto 48-97 Ley de Minería	50
3.10 Decreto 29-89 Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila.	51
4. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL DE LOS SISTEMAS Y ELEMENTOS AMBIENTALES	52
4.1. Sistema atmosférico	52
4.2. Sistema hídrico	63

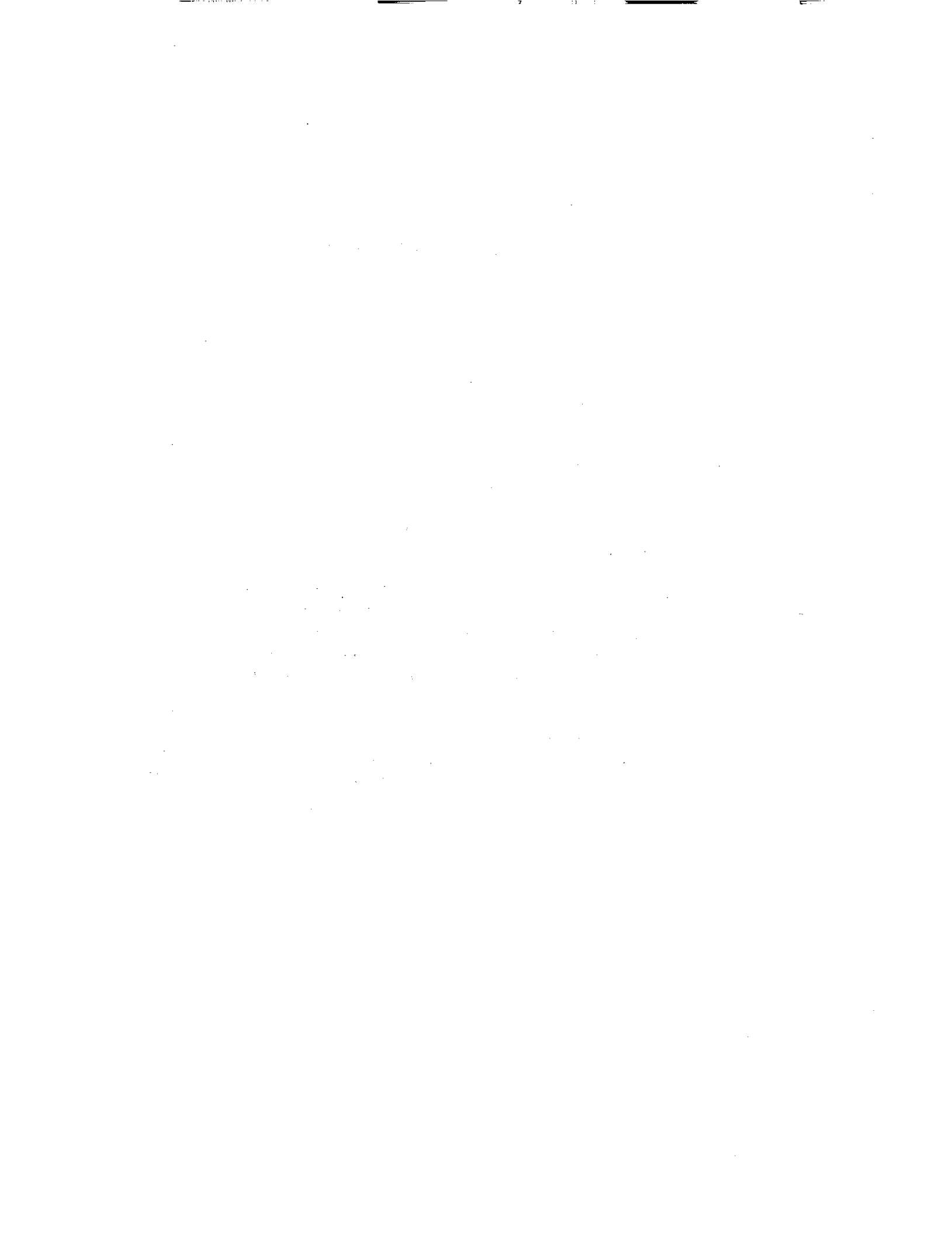
4.2.1 Operaciones unitarias físicas	63
4.2.2 Procesos unitarios químicos	64
4.2.3 Procesos unitarios biológicos	65
4.2.4 Tecnologías para el tratamiento de aguas residual	66
4.3.Sistema lítico y edáfico	73
4.4.Contaminación por ruido	76
4.4.1 Formas de medición de ruido	76
4.5.Contaminación visual	77
4.6.Sistema biótico	78
5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	79
5.1. Estudio de impacto ambiental	79
5.2. Evaluación del impacto ambiental en la industria	84
5.2.1 Valoración	86
5.2.2. Informe final	93
5.3. Desarrollo industrial y la calidad ambiental en el manejo sostenible de los recursos naturales.	96
5.3.1. ISO 14000	99
6. ESTRUCTURACIÓN DEL CURSO	103
6.1 Ubicación del curso en la red de estudios	110
6.2 Bibliografía recomendada para el curso	111
CONCLUSIONES	112
RECOMENDACIONES	113
BIBLIOGRAFÍA	114
ANEXO I	116
ANEXO II	119



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

	Título	página
I	Principales agentes de contaminación	24
II	Compuestos orgánicos	26
III	Compuestos inorgánicos	27
IV	Contaminantes físicos	28
V	Contaminantes de la atmósfera	30
VI	Limites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas de la industria de procesadora de productos lácteos	69
VII	Limites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas de la industria rastros, granjas (avícolas, porcinas y bovinas) y procesadoras de carne	70
VIII	Limites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas de la industria del beneficio de café	71
IX	Tratamientos a utilizar para las aguas residuales industriales según su actividad	72
X	Matriz de importancia	89
XI	Comparación ISO 9000 e ISO 14000	100
XII	Normas de administración ambiental ISO 14000	101
XIII	Normas de evaluación del producto ISO 14000	102



GLOSARIO

Abiótico	Partes o aspectos físicos y químicos no vivientes integrantes del medio, es decir, lo inorgánico.
Aceite o grasa	Sustancias químicas no miscibles en el agua.
Agua potable	Agua con características químicas y físicas, que la hacen considerada apta para el consumo humano. Para que el agua pueda considerarse apta para la bebida o ser distribuida como agua potable en una comunidad, debe cumplir ciertos requisitos fundamentales: uniformemente clara, exenta de turbiedad, fresca en lo posible, con temperatura que varíe entre 5° y 15° C; sin olor, agradable al paladar, aireada; no debe tener gérmenes de enfermedades infecciosas, bacterianas, parasitarias, o materia orgánica, y que la concentración de iones quede por debajo de la estipulada en las normas, para que no sea demasiado mineralizada u origine trastornos a los individuos.
Agua residual	Es el líquido resultante de cualquier uso, proceso y operaciones de tipo agroindustrial, doméstico, hospitalante e industrial.

Ambiente	Se define en términos funcionales, como un conjunto de factores, o bien variables, no pertenecientes al sistema bajo consideración, que interactúan con elementos de dicho sistema (o con el sistema en su totalidad).
Área protegida	Es una extensión territorial que aún conserva sus características naturales y originales, y en la cual es prohibido legalmente cambiar sus características, para lo cual se reglamenta la utilización de sus recursos (agua, suelo, aire, fauna, flora, etc.)
Aprovechamiento de fauna y flora silvestre	Es el uso sostenido que se hace de la vida silvestre, y puede ser con fines de subsistencia, comerciales, deportivos, de investigación, exhibición y/o educación, así como por afición.
Aprovechamiento forestal	Es el beneficio obtenido por el uso de los productos o subproductos del bosque, en una forma ordenada, de acuerdo con un plan de manejo técnicamente elaborado, que, por lo tanto, permite el uso de los bienes del bosque con fines comerciales y no comerciales, bajo estrictos planes silvícolas que garanticen su sostenibilidad.
Bacterias aerobias	Todas las bacterias necesitan oxígeno para su proceso de desarrollo. Algunos lo requieren en su forma gaseosa elemental, para obtener el aire. Estas bacterias se denominan aerobias

Bacterias anaerobias	Algunas bacterias no pueden vivir en presencia de oxígeno gaseoso libre, sino tienen que obtener el oxígeno que necesitan para su respiración, destruyendo o descomponiendo sustancias complejas.
Bacterias facultativas	Es un tipo de bacterias que, siendo normalmente aerobias, pueden acostumbrarse por sí mismas a vivir en ausencia de oxígeno gaseoso libre o, siendo normalmente anaerobias, pueden adaptarse a vivir en presencia de oxígeno gaseoso libre.
Biodegradable	Se dice de la materia orgánica susceptible de ser descompuesta por medios biológicos.
Biodiversidad	Diversidad en las formas biológicas, que combinadas forman los ecosistemas.
Biótico	Fenómenos ambientales que resultan de la actividad de los organismos vivos, a diferencia de lo abiótico. Componente con vida del ecosistema.
Calidad ambiental	Conjunto de características del medio ambiente, relativo a la disponibilidad y fácil acceso de los recursos naturales y a la ausencia o presencia de agentes nocivos de cualquier tipo; elementos todos que son necesarios para la manutención, crecimiento y diferenciación de los seres vivos, en especial de los seres humanos.

Calidad de vida	Concepto que integra el bienestar físico, mental, ambiental y social como es percibido por cada individuo y cada grupo. Depende también de las características del medio ambiente en que el proceso tiene lugar (urbano o rural).
Clima	Conjunto de los caracteres atmosféricos que tipifican una región o espacio geográfico determinado. Características relativamente variables a la temperatura y humedad atmosférica, determinada y/o influidas por el régimen hidrológico, el de vientos, la latitud y la altitud, para cada espacio geográfico.
Cloaca	Alcantarilla o sumidero para las aguas inmundas de una ciudad. Lugar sucio e infecto.
Conservación	Es la gestión de la utilización de la biosfera por el ser humano, de tal suerte que produzca el mayor y sostenido beneficio para las generaciones actuales, pero y que mantenga su potencialidad para satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones futuras.
Contaminación	Alteración de un hábitat por incorporación de sustancias extrañas capaces de hacerlo menos favorable para los seres vivientes que lo pueblan.

Contaminante	Cualquier elemento, sustancia, energía u organismo que en cantidad suficiente, en el lugar inadecuado y en el momento inoportuno, es capaz de provocar en forma directa o indirecta, mediata o inmediata, efectos no benéficos al hombre o a sus recursos.
Deforestación	Dstrucción de los bosques, que puede conducir a una degradación profunda de las condiciones del medio ambiente; erosión de los suelos (susceptible en casos extremos, especialmente en regiones tropicales, de llegar a convertirse en suelos estériles) y perturbación del régimen de las aguas de las cuencas hidrográficas.
Degradación ambiental	Es la transformación del medio ambiente, particularmente de los sistemas naturales, debido fundamentalmente a las actividades humanas que lo alteran, lo torna improductivo y rebajan su calidad ambiental.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	Cantidad de oxígeno necesaria para la estabilización de la materia orgánica biodegradable.
Demanda bioquímica de oxígeno 5 (DBO5)	Cantidad de oxígeno necesaria para la oxidación de sustancias orgánicas biodegradables, presentes en el agua a los cinco días.

Demanda química de Oxígeno	Cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar químicamente sustancias de origen orgánico e inorgánico presentes en el agua.
Desarrollo sostenible	Desarrollo social, económico y político que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades.
Descarga de aguas Residuales	Acción de depositar un vertido en un cuerpo receptor a alcantarillado.
Desechos	Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales, restos, residuos o basuras procedentes de la industria, el comercio, el campo o los hogares.
Digestión	Es el proceso que ocurre en un digestor de lodos separados. Proceso en las que existe participación de bacterias para la degradación de los residuos, que serán posteriormente desalojados como lodos.
Ecodesarrollo	Es el paso de un nicho ecológico a otro que ofrece mayores oportunidades y una nueva base de recursos, pero que plantea problemas tecnológicos y sociales distintos, y requiere un proceso de adaptación para lograr un nuevo equilibrio ecológico.

Ecología	Es el estudio de las relaciones que existen entre los organismos y su medio ambiente; se le conoce también como Biología Ambiental.
Ecosistema	Sistema abierto integrado por todos los organismos vivos (incluyendo al hombre) y los elementos no vivientes de un sector ambiental definido en el tiempo, en el espacio, cuyas propiedades globales de funcionamiento y autorregulación derivan de las interacciones entre sus componentes, pertenecientes tanto a los sistemas naturales como a aquellos modificados u organizados por el hombre mismo.
Efecto ambiental	Modificación neta (positiva o negativa) de la calidad del medio ambiente; se incluyen los ecosistemas de que dependa el hombre.
Efluente	Desechos líquidos, tratados o no tratados, que son descargados en el medio ambiente. Generalmente se refiere a descargas hechas en el agua.
Emisiones(de gas)	Liberación de gases de efecto invernadero o sus precursores en la atmósfera, en un área y un período de tiempo especificados.
Erosión	Desagregación, desprendimiento y arrastre de sólidos desde la superficie terrestre por la acción del agua, viento, gravedad, hielo u otros.

Escorrentía	Es la calidad de agua de lluvia que llega a un colector.
Ética ambiental	Es el proceso que consiste en obtener el conocimiento más acabado posible acerca del estado y tendencias del medio ambiente, se encuentre éste intacto o sometido a variados niveles de degradación o de mejoras.
Evaluación de impacto Ambiental (EIA)	Es una evaluación sistemática de los impactos, tanto negativos, como positivos que un proyecto o actividad puedan causar en ambiente y de sus alternativas prácticas.
Fauna	Son todos los animales que viven en una determinada área o región.
Fitoplancton	Porción vegetal del plancton; la comunidad de plantas de aguas marinas y dulces, que flota libremente en ellas e incluye numerosas especies de algas y diatomeas.
Flora	La conforman todas las plantas de una región o un país.
Hábitat	Es aquella parte del medio ambiente en la cual se establecen los intercambios inmediatos entre el hombre y los recursos que le son esenciales, para cumplir con sus funciones vitales.

Hidrosfera	Conjunto de las partes líquidas del globo terráqueo. La masa principal de la hidrosfera la constituyen los océanos y mares, pero también contribuyen a ella los ríos, arroyos y corrientes, las aguas subterráneas, los glaciares y, circunstancialmente, las aguas salvajes.
Impacto ambiental	Acción o actividad que produce una alteración en el medio o en algunos de los componentes del medio.
Incendio forestal	Fuego que está fuera de control del hombre en un bosque.
Límite máximo permisible	Promedio diario, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga, en función del análisis de una muestra compuesta de las aguas residuales provenientes de la industria, que podrá abreviarse así: LMP.
Material sedimentable o sólidos sedimentables	Materia que se deposita en el fondo de cualquier cuerpo de agua por acción de la gravedad.
Medio ambiente	Conjunto de elementos naturales, sociales y culturales que existen en un lugar determinado, que son valiosos e influyen en la vida de un determinado individuo; es considerado como un organismo que exige condiciones para vivir y desarrollarse.

Minerales	Son las sustancias formadas por procesos naturales, con integración de elementos esencialmente provenientes de la corteza terrestre, que existen en el territorio de la República.
Minería	Es toda actividad de reconocimiento, exploración, explotación de productos mineros.
Oxígeno disuelto	Cantidad de oxígeno libre presente en el agua.
Ozono	Gas incoloro, que es una forma alotrópica el oxígeno. La molécula del oxígeno está formada por 2 átomos, en tanto que la del ozono por tres. El ozono que se mantiene en una capa a grandes alturas en la atmósfera, protege de las radiaciones ultravioletas emanadas por el sol, las que sin esta protección causarían graves daños a todos los seres vivientes.
Paisaje	Se entiende por paisaje, el entorno geográfico, tanto superficial como subterráneo o subacuático, cuyos componentes naturales o creados por el hombre reúnen características funcionales y estéticas que integran una unidad definida.
Parámetro	Es aquella característica que puede ser sometida a medición.

Patrimonio natural	Combinación de elementos naturales que un país posee y que da base a su actividad socio estatal. Lo integran el paisaje, diversidad biológica, recursos naturales, etc.
Precipitación	Es la cantidad de agua atmosférica caída en un área y tiempo determinados.
Protección forestal	Conjunto de medidas que tienden a la preservación, recuperación, conservación y uso sostenible del bosque.
Potencial de hidrógeno(p_h)	Expresa la concentración del ion hidrógeno y se define como el logaritmo inverso de la concentración del ion hidrógeno, presente en la solución y expresa el carácter ácido o básico del agua.
Recursos naturales	Los elementos naturales susceptibles a ser aprovechados beneficio del hombre. Se les clasifica de renovables, que pueden ser conservados o renovados continuamente mediante su explotación racional (tierra agrícola, agua, bosques, fauna), y no renovables, que son aquellos cuya explotación conlleva su extinción (minerales, energéticos de origen mineral).
Reforestación	Es el conjunto de acciones que conducen a poblar con árboles una área determinada.

Ruido	Se incluye dentro de los factores del medio que presentan efectos nocivos sobre la salud humana. La intensidad de un ruido se expresa en decibeles. La escala (logarítmica) se extiende desde 0 a 140-160 dB. Se considera el umbral doloroso para el oído humano.
Salud	Es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de enfermedades.
Suelo	Manto superficial de la corteza terrestre, formado por minúsculos fragmentos de roca mezclados con restos de seres vivientes, tanto animales como vegetales. El suelo es uno de los principales recursos con que el hombre ha contado para su subsistencia, por lo que su preservación se hace necesaria.
Sólidos totales o residuo	Cantidad de materia sólida que permanece como residuo, posterior a la evaporación total del agua.
Sólido total disuelto	Se compone de moléculas orgánicas e inorgánicas e iones que se encuentran presentes en solución verdadera en el agua.
Tala	Corte desde su base, de un árbol.

Tratamiento de aguas

Residuales

Es cualquier proceso físico, químico o biológico, definido para depurar las condiciones de las aguas residuales, a través de procesos unitarios preliminares, primarios, secundarios, o avanzados, a fin de cumplir normas establecidas.

Turbiedad

Presencia de materia en suspensión, que en caso de alta concentración, crean problemas al paso de la luz solar.

Yacimiento

Toda acumulación de rocas, concentración natural de uno o más minerales.



INTRODUCCIÓN

El desarrollo industrial y las nuevas tecnologías han evolucionado tan rápidamente, que el medio ambiente ha sido afectado, con los altos niveles de contaminación y por efectos negativos que éstos han producido en los sistemas y elementos ambientales.

Uno de los problemas que tenemos actualmente en nuestro país es que no nos han dado una formación adecuada sobre los problemas de contaminación y protección del medio ambiente, lo cual ha afectado a nuestra sociedad y amenazan el futuro en forma alarmante.

Las corrientes de los ríos, los lagos y las zonas costeras, expresan en forma dramática los resultados de la falta de una adecuada legislación y control en los procesos industriales, así como de la proliferación de desechos.

El medio natural es afectado por la permanente acción del hombre en su afán de progresar y obtener alimento, la tala inmoderada de los recursos forestales y apertura de nuevas áreas de cultivo, el uso excesivo de productos químicos para la fertilización de las tierras, y el control de plagas en la agricultura.

Por eso se hace necesario hacer un análisis serio y profundo de esta problemática, lo que conlleva a tomar decisiones y acciones a corto, mediano y largo plazo, para solucionar los problemas.

Es impostergable involucrar al futuro profesional, para que dentro de su formación integral, tome conciencia y adquiera el conocimiento que contribuya al desarrollo del país, y preservar tanto el medio ambiente, como los recursos naturales de Guatemala.

Este trabajo de tesis es un aporte a la educación ambiental, para que se implemente en el pensum de estudios de las carreras de Ingeniería Industrial y Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Esta propuesta del curso de “Metodologías de Evaluación de Fuentes de Contaminación del Desarrollo Industrial”, comprende los conocimientos necesarios para conocer la problemática actual; se describen los contaminantes que afectan a cada sistema y elemento ambiental, así como la fuente de donde provienen. Se describen las metodologías, procedimientos y medidas, adecuadas para establecer el grado de contaminación potencial, debido al desarrollo industrial que afecta el medio ambiente y la salud.

Se dan los lineamientos generales de cumplimiento que todo proyecto, obra o industria o cualquier otra actividad, que por sus características pueda provocar deterioro ambiental, y hacer un estudio de evaluación de impacto ambiental, previamente a su desarrollo; así como su evaluación de impacto ambiental.

OBJETIVOS

GENERAL

1. Ayudar al proceso universitario de concientización profesional, sobre la importancia que tiene la preservación de nuestro medio ambiente y recursos naturales, tanto para la presente generación, como para las generaciones futuras, como elementos fundamentales en el logro de un desarrollo sostenido, y así reducir al mínimo los niveles de contaminación.

ESPECIFICOS

1. Adquirir los elementos básicos en cuanto a los conocimientos fundamentales que necesita saber el futuro profesional en relación con el medio ambiente, su conservación y preservación; se hace una evaluación de los factores que lo afectan, para utilizar la metodología adecuada.
2. Establecer las relaciones entre la tecnología y la utilización de los recursos disponibles para minimizar la alteración del medio, sin dejar de producir, realizando un estudio y una evaluación del impacto que cualquier proyecto o actividad, alterará o mantendrá el equilibrio ecológico.



I. INGENIERÍA INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE

Guatemala cuenta con recursos naturales, que son nuestro patrimonio más valioso, por lo que se hace una breve descripción de cada uno de ellos, y en qué medida el desarrollo industrial los ha dañado. También se identifican los contaminantes más relevantes que han provocado su agotamiento. Para las presentes generaciones, todavía hay abundancia de recursos pero hay que conservar la naturaleza para las generaciones futuras.

1.1. Situación ambiental en la ciudad de Guatemala

1.1.1. Fisiografía

Guatemala cuenta con una gran diversidad de recursos. Situada en la franja tropical pero cerca de su borde norte, la geografía del país define diez provincias fisiográficas que son:

a) Pendiente volcánica reciente

La zona paralela a la costa sur, es activa geológicamente; el material arrojado por los volcanes ha formado abanicos aluviales traslapados, asociado con material cuaternario.

b) Cadena volcánica

Conos volcánicos compuestos predominantemente por Andelsta, pendientes de hasta 40% de inclinación, algunos valles han formados por pómez cuaternario.

c) Llanura costera del Pacífico

Situada a lo largo del litoral del Pacífico, aluvión cuaternario, topografía llana suavemente ondulada, elevaciones menores de 200mts., playas del litoral de arena negra.

d) Tierras altas sedimentarias

Región bastante compleja; la más característica de sus geoformas está localizada al norte de la sierra de Chamá, presentando colinas paralelas, anticlinales y sinclinales sumergidos y topografía típica del Karst; todo originado por pliegues, fallas y procesos erosivos.

e) Tierras altas cristalinas

Esta zona forma parte del sistema de cordilleras que se desarrollan desde Chiapas, México, hasta las Islas del golfo de Honduras, ubicada entre dos sistemas de fallas geológicas en constante evolución que controlan el patrón de drenaje y caracterizan los cursos de los ríos Cuilco, Chixoy y Motagua; el material geológico de la zona es principalmente de rocas metamórficas y plutónicas, incluyen esquistos, gneisses, mármoles, serpentinitas y granitos. Al norte, las rocas metamórficas disminuyen y las sustituyen rocas cristalinas.

f) Depresión de Izabal y del Motagua

Esta zona comprende el lago de Izabal, en cuya margen oeste se deposita gran cantidad de sedimentos aluviales transportados por el río Polochic; en la depresión del río Motagua, éste ha formado una llanura de inundación con meandros bien desarrollados, otros abandonados y fósiles.

g) Planicie baja interior del Petén

Zona de topografía plano a levemente ondulada, paisaje de llanuras aluviales formadas por las deposiciones de los ríos de la sierra de Chamá. La estructura

sedimentaria extremadamente profunda compuesta de evaporitas. Las llanuras de inundación de los ríos Salinas y Pasión presentan cantidades grandes de aluvión reciente.

h) Cinturón plegado del Lacandón

Es una zona conocida como Arco La Libertad, que es resultado de plegamientos a intervalos cortos. Pequeños cerros de origen calcáreo. Estratos de rocas caliza y dolomitas; cubiertos de Karst con sumideros y mogotes (siguanes). Incluye macizos montañosos, lagunas y llanuras aluviales.

i) Plataforma de Yucatán

Región formada por material geológico constituido por sedimentos aluviales, marinos y aluviones cuaternarios, con pequeños cerros de origen calcáreo. Los sedimentos aumentan de espesor hacia el centro de el Petén; en algunas partes podrían exceder los 10,000mts. En la parte oeste de esta región, se localizan grandes pantanos y numerosos lagos y lagunas con extensiones considerables de áreas de inundación.

j) Llanura costera del Caribe

La mayor parte de esta región es territorio Beliceño, faja costera angosta; la parte norte compuesta por aluviones con estratos sedimentarios. Dentro de esta región, se encuentra una cadena de Islotes (Cayos) interrelacionados con arrecifes de coral frente a la costa.

1.1.2 Clima

El clima va de meso a megatérmico y de húmedo a per-húmedo, con variaciones locales que definen un sin número de microclimas. La temperatura media anual varía entre 28°C en las costas y 10°C en las montañas. La lluvia en el altiplano es de 1600 mm anuales en promedio, pero tiene zonas de baja precipitación (500 mm).

1.1.3 hidrografía

El país se divide en tres grandes vertiente: vertiente del Pacífico con un 19% de la escorrentía total; la vertiente del Atlántico con un 34% de la escorrentía total, y la vertiente del golfo de México con 47% de la escorrentía total, poseen más de 300 lagos y lagunas.

El agua de que dispone el país, uno de sus recursos naturales más importante, proviene únicamente de la precipitación pluvial. La precipitación media anual sobre el territorio guatemalteco es de 2,0034 mm., equivalente a 220,000 millones de metros cúbicos.

Esta precipitación da origen a una escorrentía media anual de 3,207 metros cúbicos por segundo, equivalentes a 100,000 millones de metros cúbicos por año.

En Guatemala, existen más de 300 lagos y lagunas cubriendo una extensión que sobrepasan los 1000 Kms²; el mayor el lago de Izabal, tiene una área aproximada de 589.5 Kms²; el lago de Atitlán, unos 130 Kms².

La calidad natural de las aguas en Guatemala no presenta condiciones extremas en términos generales y puede catalogarse como adecuada, el lago de Atitlán presenta condiciones naturales excepcionalmente buenas, en cuanto a determinados parámetros de calidad físico-química, como turbiedad y transparencia.

1.1.4 Agua subterránea

El agua subterránea utilizable se concentra en la Costa del Pacífico, en los valles volcánicos del altiplano y en los valles de los ríos mayores, como el Motagua y el Polochic.

1.1.5 Suelos

Los mayores porcentajes de suelos corresponden a Cambisoles (20%) Lubisoles (22%), Rendizmas (14%), Acrisoles (10.5%) y Mitosoles (9.3%). Casi el 26% del país corresponde al altiplano; un 21% a tierras de Karst y un 16% a las planicies costeras del Pacífico y el Atlántico, que es donde se localizan los mejores suelos agrícolas del país.

Un 41.7% del territorio del país tiene características climáticas y topográficas adecuadas para generar suelos aprovechables con fines agrícolas y/o pecuarios; el restante 58.3% es de aptitud principalmente forestal.

1.1.6 Minerales e hidrocarburos

La minería de Guatemala se mantiene activa en algunos rubros, a pesar de la crisis económica, pero en general se ha visto muy disminuida. Se practica el lavado de arenas auríferas en los ríos que corren por los departamentos de Guatemala, El Progreso y Zacapa. La explotación de plomo es de unas 60 toneladas anuales, destinada al consumo interno. La demanda de barita, generada por su aplicación a la explotación petrolera, ha desarrollado la explotación de varias canteras en Cubulco, Baja Verapaz. La explotación de níquel y cobre; se encuentran suspendidas; se explota el mármol, del que hay grandes cantidades, variedad de colores y excelente calidad.

Las actividades de exploración y explotación de petróleo se encuentran en los departamentos de Petén y Alta Verapaz; parte de la producción se explota y una parte se quema directamente (así como se extrae, sin proceso alguno), para la producción de energía eléctrica y cemento.

1.1.6 Recursos biológicos

a) Flora

Existen en Guatemala gran variedad de especies vegetales, como: lirios, orquídeas, rosas, claveles, etc.

Los recursos biológicos de Guatemala también son variados. La cubierta arbórea del país está entre un 27% y un 41%; varía de coníferas y latifoliadas de climas templados a una vegetación latifoliada en las áreas cálidas bajas.

En consideración a las especies dominarias, las formaciones forestales pueden dividirse en cuatro órdenes principales:

Bosques de latifoliadas con predominio de especies de hoja ancha; bosques de coníferas en las cuales predominan el pino, ciprés, pinabete y otras; bosques salados con predominio de mangle y bosques mixtos sin predominio de ninguna especie. De acuerdo con la densidad de la cobertura boscosa, pueden establecerse las siguientes clases: bosques densos, las copas de los árboles se entremezclan; bosque abierto con espacios entre árbol y árbol; bosques dispersos manchas de bosques separado por claros definidos que generalmente corresponden a cultivos; bosque bajo y/o matorral la cobertura corresponde a árboles no mayores de cinco metros de altura y arbustos.

Entre las principales especies forestales de Guatemala, tenemos:

bosques de coníferas: diferentes especies de pinos, cipreses, pinabetes, casuarinas, araucarias, etc.

- Bosque salados: diferentes especies de mangle.
- Bosques de latifoliadas: diferentes especies de encinos, robles, llámos, caoba, cedro, palo blanco, chicozapote, ceibas, matiliguatate, cacao, jocote, mango, manzana rosa, guayacán, zapotón, barillo, ixcanal, icaco, etc. También especies de clima árido: cactus, lengua de vaca, tunas, subines, etc.

b) Fauna

La riqueza de la fauna guatemalteca es impresionante, pues es una zona de traslape entre la fauna neártica del norte y la fauna neotropical del sur; solamente en los vertebrados, sin incluir la ictiofauna marina, existen 1,453 especies reportadas. Desafortunadamente muchas de ellas están incluidas en la lista de mayor peligro de extinción.

Entre las principales especies de la fauna guatemalteca, están:

- Aves: águilas, búhos, lechuzas, colibríes, poc, guam o pavo de cacho, cotorras, guacamayas, buitres, zopilotes, chorchas, loros, pericas, sanates, clarineros, Quetzales, sensontles, serafines, garzas, grullas, tucanes, carpinteros, chejes, codornices, chachas, chachalacas, chipes,alcones, gaviñanes, golondrinas, gorriones, palomas, papagayos, patos, pelícanos, pajuiles, tecolotes, toroboj, mosquero, hullo, sharas, calandrias, etc.
- Mamíferos: monos, nutrias, pumas, tigrillo, gato de monte, jaguar, coche de monte, danta, jabalí, perico ligero, mapaches, pizotes, ardillas, armadillo, hurón, ocelote, tacuazín, tapir, tepezcuintle, comadreas, roedores, cuzuco, murciélagos, vampiros, manatí, venados, etc.
- Reptiles: lagartos, caimanes, iguanas, moustro de guila, serpientes, víboras, lagartijas, cutetes, salamandras, camaleones, etc.
- Batracios: sapos, ranas.
- Insectos; arácnidos, miriapodos: y gran variedad de himanópteros, coleópteros, lepidópteros, artrópodos, arácnidos, alacranes, escorpiones, etc.

c) Ictiofauna marina

El Litoral del Pacífico tiene unos 255 Kms. de largo y su plataforma continental es de unos 15,000Km². En el Atlántico, estas cifras son de alrededor de 148 Kms. y 2,100 Km²., respectivamente. En ambos litorales, existen ecosistemas con cinco especies de árboles.

Entre las principales especies de fauna marina, se encuentran: el camará rojo, café, blanco y rosado, el camaroncillo, la langosta, el calamar, salmonete, róbalo, guabina, pargo, corvina, bagre, tiburón roncadador, lenguado, pez sierra, atún, pulpos, caracoles, etc.

d) Ictiofauna de agua dulce

Entre la Ictiofauna de agua dulce, existen 16 especies primarias, 70 secundarias, y 134 periferales o sea 220 especies. Se cultivan la tilapia, carpa y guapote, así como el camarón de agua dulce y las tortugas marinas. En resumen, existen en Guatemala: 220 especies de Ictiofauna dulce-acuícola; 88 especies de anfibios; 231 especies de reptiles; 109 serpientes no venenosas, 20 serpientes venenosas terrestres; 2 serpientes venenosas marinas; 664 especies avifauna, 480 residentes, 184 migratorias; 250 especies de mamíferos y grandes cantidades de especies de invertebrados.

1.1.8 Recursos humanos y culturales

Guatemala es rica en cuanto a manifestaciones de la cultura Mesoamericana. En todo el país, se encuentran vestigios arqueológicos representativos de casi cualquier etapa de esta civilización. Las manifestaciones de la cultura precolombina se dieron en todo el país, desde los años 1500 A.C. hasta 1500 D.C.; la cultura Olmecoide se dio en la costa del Pacífico; la cultura Maya en las tierras bajas del Norte; la cultura Quiché en

el altiplano central. La causa más probable de la declinación de la Civilización Maya del período clásico, quizá haya sido una combinación de factores naturales, ecológicos y sociales.

En su población, Guatemala posee su más importante recurso, la población total del país; se estima en 10 millones de habitantes, de los cuales aproximadamente el 39% son urbanos y el 61% rurales; esto explica la inmensa presión de esta población sobre los recursos productivos; aproximadamente el 50% de la población pertenece a alguna étnia y el otro 50% son ladinos; el área metropolitana de la ciudad de Guatemala cuenta aproximadamente con 2 millones de habitantes; la población económicamente activa es aproximadamente un 33% del total; la población de menores de 15 años es de más del 45%; el 70% de la población vive en estado de pobreza, y la mitad de éstos, en extrema pobreza; el 43% de la población mayor de 15 años es analfabeta; la tasa de crecimiento poblacional es de aproximadamente el 2.8%; el 73% de los niños menores de 15 años sufre algún grado de desnutrición; la mortalidad infantil es de aproximadamente 60.1 por mil nacidos vivos; el déficit habitacional es de 550,000 viviendas anuales; la esperanza de vida al nacer es de unos 58 años. El país presenta una realidad plurilingüe donde se hablan principalmente 19 de los 30 idiomas mayas.

1.2. Tipos de contaminación

a) Contaminación

Es la alteración directa o indirecta de las propiedades radiactivas,, biológicas, térmicas o físicas de una parte cualquiera del ambiente, que puede crear un efecto nocivo o potencialmente nocivo para la salud, supervivencia o bienestar de cualquier especie viva.

Puede decirse que es un proceso de alteración de un elemento del ambiente, (aire, agua, tierra) con impurezas, hasta un nivel intolerable o menos agradable.

b) Contaminación ambiental

Es el proceso de alteración de la pureza de cualquiera de los elementos componentes del ambiente, por la presencia de uno o más agentes contaminantes producidos por las actividades del hombre, perjudican la salud, la vida o el bienestar humano, así como la flora, la fauna, el aire y el agua.

1.2.1 Contaminación edáfica

La contaminación edáfica es la alteración de la pureza de la tierra, en cuanto a sus componentes orgánicos, por los agentes contaminantes o por actividades humanas, que hacen que sus sustancias orgánicas se alteren o deterioren, y hacen de la tierra un elemento estéril para el uso provechoso de la misma.

La contaminación de la tierra o edáfica se produce principalmente por plaguicidas, fertilizantes y químicos tóxicos, así como los desechos sólidos.

La principal fuente de contaminación de la tierra es por desechos sólidos diciendo al respecto que: “La realidad de Guatemala es que la contaminación por desechos sólidos en la actualidad, se estima que se genera 1,260,000 toneladas al año de desechos sólidos, (278,000 en el área urbana, 608,000 en el área rural y 374,000 en el área metropolitana).

En el área metropolitana de la ciudad de Guatemala, se generan aproximadamente el 30% del total de desechos sólidos domésticos del país y la cobertura de recolección es de aproximadamente 48%.

En la ciudad de Guatemala, se cuenta con un sitio para la disposición de los desechos EL TREBOL ubicado dentro de la Ciudad, que recibe aproximadamente 1,200 toneladas de residuos sólidos al día. El resto se quema al aire o se dispone en más de 500 basureros clandestinos alrededor de la Ciudad. Entre dichos residuos, se incluyen los industriales y los que son depositados por las domésticas.

Más del 50% de estos desechos sólidos son altamente biodegradables, aunque algunas pequeñas industrias realizan tratamientos de desechos sólidos, entre ellos el proyecto de alameda norte.

En cuanto a la pérdida de la productividad del suelo, o tierra se estima que en un 45.22% están sobreutilizados, entre los que se incluyen los tienen vocación forestal y aquellos cuya cubierta es susceptible a la erosión.

El problema de la no fertilidad de la tierra entre sus causas están: el uso de fertilizantes, la práctica de la roza, los agroquímicos y la basura.

1.2.2 Contaminación hídrica

Es toda aquella alteración de las aguas que las torne nocivas para los usos a que están destinadas, es decir que aguas que se consideran contaminadas para el consumo humano, por la alteración de su transparencia (pureza), no lo son si están destinadas al uso industrial o riego.

El agua se contamina por arrastrar productos químicos, fertilizantes y pesticidas; las usadas para fines domésticos o industriales son portadores de diversos elementos contaminantes como bacterias, virus, huevos de parásitos, etc.

Aguas residuales industriales: es una fuente principal de la contaminación del agua, ya que las industrias no le dan ningún tratamiento adecuado a las mismas y, por el

contrario, utilizan los ríos como desagüe particular, así como los ríos que corren cerca de poblaciones que toman del mismo el alimento.

1.2.3 Contaminación atmosférica

Es el cambio en la calidad del aire en la atmósfera por la emisión de gases, vapores y partículas extrañas al mismo.

La contaminación atmosférica, al igual que la del agua, el hombre la ha considerado con capacidad ilimitada para absorber todos los productos de la naturaleza o de la actividad humana que se descarga en su seno; si bien es cierto durante mucho tiempo esa descarga se consideró que no tenía importancia y que sus efectos no tenían mayor significación, con el desarrollo industrial, se inició una época en la cual la cantidad de variedad de contaminantes que se descargaba en la atmósfera, empezó a crecer y, en algún momento, una señal de progreso era representar a una fábrica descargando humo negro por su chimenea con destino final en la atmósfera.

Se ha estimado que los vehículos de la ciudad de Guatemala emiten a la atmósfera unas 140,000 toneladas de monóxido de carbono; al año este gas es altamente peligroso para la salud humana y animal.

El uso excesivo de la leña, como combustible, contribuye no sólo a la contaminación atmosférica, sino también a agravar el problema de la deforestación.

La quema de residuos vegetales como combustibles, como el bagazo de la caña de azúcar, contribuye a la contaminación de la atmósfera.

La aplicación aérea de pesticidas sobre cultivos y la fumigación por parte de pequeños agricultores también producen emisiones contaminantes.

1.2.4 Contaminación visual

El hacinamiento humano en grandes urbes crea cada vez más contaminación visual, por las necesidades fisiológicas, y surge también la necesidad de disponer de recursos recreativos: parques, bosques, playas pero en la coyuntura de la sociedad, el hombre se empeña en destruir la belleza panorámica natural y aún la creada por el mismo. Los afluentes de las fábricas o de las industrias provocan cada vez más contaminación visual, dado a que no existe un reglamento adecuado que regule el sistema visual, y así acrecentar el paisaje natural, con lo cual se evitaría que se provoque la ruptura del paisaje y las interferencias visuales que afectan la salud mental y física, para cumplir así con el mandamiento constitucional de seguridad y el bien común de los ciudadanos de Guatemala.

1.2.5 Contaminación audial y ruido

Una fuente de ruido es sin duda el aeropuerto que está dentro de la Ciudad de Guatemala, que trae consecuencias graves al oído.

También el tránsito de automotores, la navegación aérea, ruidos ocasionados por la actividad industrial, las sirenas, bocinas, escapes abiertos, música estridente, altavoces en negocios, etc.

1.2.6 Contaminación biótica

Extinción de especies de flora y fauna:

Muchas especies vegetales (flora) y animales (fauna) están en peligro de extinción y quizá algunas se han extinguido debido básicamente al deterioro o destrucción de los lugares donde viven (hábitat), especialmente los bosques, lagos y ríos,

lo cual fue explicado en los anteriores capítulos; es imposible poder preservar las especies animales y vegetales, mientras se destruye el lugar donde viven; la preservación de regiones boscosas sólo en reservas reducidas no es una solución, pues muchas especies, dependiendo de sus propias características, requieren áreas apropiadas para movilizarse, reproducirse y desarrollarse.

Otras de las razones que se dan en Guatemala son: intensa casería (para animales) o extracción de plantas, uso desmedido de insecticidas y la contaminación, especialmente con aguas negras con desechos industriales en los ríos y lagos.

1.3. Ingeniería industrial y medio ambiente

El principio de que toda actividad humana, por pequeña que sea, afecta al medio ambiente, no se puede dejar de aplicar a la Ingeniería Industrial, pues proyectos de Ingeniería Industrial han afectado grandemente algunos ecosistemas y provocado en ocasiones peligro latente de extinción de las especies.

Sin embargo, actualmente se tiende a la modificación y desarrollo de nuevos procesos industriales que reducen drásticamente la contaminación y también la recuperación de subproductos, agua y energía. Hoy la armonización entre la competitividad y la protección ambiental es una condición necesaria para la expansión industrial.

En Guatemala, la industria se inició como en Europa, a nivel artesanal. A partir de la Reforma Liberal promovida por Justo Rufino Barrios en 1,871 y con la caída de la comercialización de la cochinilla, hubo un impulso en la industria cafetalera, que en su actualidad ocupa importante papel en la economía del país.

En 1951 el Gobierno del Coronel Jacobo Arbenz Guzmán tuvo, entre sus tres objetivos principales, dos que llevaban el propósito de promover entre otros proyectos, el desarrollo industrial: “convertir a Guatemala de una nación dependiente y de economía semi-colonial, en un país económicamente independiente” y “transformar a la Nación de un país atrasado y de economía predominante feudal en un país capitalista moderno”. En 1960 con la suscripción del Tratado General Centroamericano y el Convenio Constitutivo del Banco Centroamericano de Integración Económica se dio un nuevo impulso a la industria local.

Actualmente, Guatemala cuenta con 3,193 industrias reportadas por el INE, SEN, 1,996. De éstas, existen 220 que no llenan los requisitos mínimos; 356 canceladas y 84 que no laboran. Aunque estos sean datos oficiales reportados, es sabido que varias industrias que son reportadas como canceladas o que no laboran o que aunque no cumplen con los requisitos mínimos, siguen su producción regular, debido a la falta de programas de control sistematizados. Lo que suele suceder es que únicamente han cambiado de dirección, por lo cual es necesario efectuar un acucioso estudio de campo para corroborar esta información.

De éstas existe una gran variedad de ramas industriales: existen 70 que fabrican prendas de vestir; 296 de calzado; 158 de fabricación de productos impresos, litográficos, bordados de papel y carton; 120 de fabricación de productos de hormigón, piedra y otros minerales no metálicos; 104 de fabricación de productos de panadería, y 101 de fabricación de productos de plástico no especificados. El principal problema radica en la falta de tratamiento de sus desechos líquidos, sólidos y gaseosos, y por esa razón en Guatemala el sector industrial hasta el momento no funciona, según a las características del ecodesarrollo. Es importante considerar la modernización del sector, mejorar su eficiencia y reducir la producción de desechos.

1.4. Desarrollo sostenible

La mayor parte de los modelos de desarrollo utilizados han provocado el casi agotamiento de los recursos naturales, y han causado, además, grandes desequilibrios en los ecosistemas, desaparición de especies animales y vegetales, así como la degradación de los recursos agua, suelo, aire, etc.

La década de los 80, fue escenario de profundos cambios en el ámbito internacional y nacional. Los modelos económicos puestos en vigencia demostraron su ineficiencia en la satisfacción de las necesidades del ser humano.

Los modelos cuentan con un denominador común: un gran deterioro del medio ambiente y el aumento de la pobreza, especialmente en los países subdesarrollados, por lo cual la década de los 80, se conoce como la década perdida. Con tales antecedentes, se inicia la década de los 90 que es la década de la esperanza, y se intensifica la búsqueda de opciones de desarrollo económico, que en principio reduzcan la brecha entre ricos y pobres (a nivel de países y a nivel de población), para que garanticen a la vez la disponibilidad de materias primas para la sobrevivencia futura, no sólo del género humano, sino que mantengan el equilibrio ecológico, que quiere decir, por añadiduría, la sobrevivencia de especies y recursos naturales. A este modelo de desarrollo se le conoce con varios nombres: Desarrollo sostenible, sostenible, equilibrado, y otros.

La Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo lo define como:

“El Desarrollo Sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”.

Esto significa que el progreso y el desarrollo en ningún momento deben poner en riesgo la humanidad con una sobre explotación y degradación de los recursos, así como la calidad de vida de la actual generación.

Actualmente los modelos económicos solamente buscan la recuperación económica de la inversión, sin tomar en cuenta el daño ambiental y el agotamiento de los recursos naturales (minas, bosques, tierras, etc.). Los modelos de desarrollo, seguidos en los países “desarrollados”, han casi agotado los recursos naturales de esos países, y han causado desequilibrios profundos en los ecosistemas. De seguir así la tendencia economista, nos enfrentaremos de manera más acelerada a una problemática ambiental cada vez más grande, con riesgo de extinción de la vida sobre la tierra.

La posibilidad de un desarrollo sostenible es posible, si la tecnología ha proporcionado grandes beneficios, pero ha deteriorado nuestro medio ambiente. Entonces, es cierto también que nos deben proporcionar las herramientas para corregir los defectos y buscar las alternativas tecnológicas, que garanticen el desarrollo sostenible. Partiendo de que el conocimiento viene de la ciencia y la tecnología, se hace necesario reconocer la complejidad del problema.

No es suficiente corregir las distorsiones económicas; es necesario buscar la convergencia de voluntades y acciones, que cubran un amplio aspecto, donde la participación ciudadana asuma su papel protagónico. Se debe enfocar el desarrollo sostenible, a través de dos grandes componentes: el macroeconómico, que enfrente los problemas a nivel global, y el microeconómico que busque el desarrollo a nivel de comunidades.

El desarrollo sostenible será posible si la especialización económica se busca en funciones de los recursos que un país posee en mayor cantidad, y de lo que más consume (costo y ventajas comparativas); esto es, sumando acuerdos comerciales justos, que garanticen el desarrollo de una competitividad en igualdad de condiciones, y que necesariamente pasa por la solución de la deuda externa de nuestros países.

Finalmente, el desarrollo sostenible será posible si los países subdesarrollados, sin sacrificar su desarrollo, asumen la responsabilidad moral de mantener el medio ambiente, y si los países industrializados asumen la responsabilidad de pagar por la conservación, bajo la premisa de que QUIEN CONTAMINA , PAGA.

2. DESARROLLO INDUSTRIAL SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

El medio ambiente ha sido afectado por fuentes de contaminación que provienen de diferentes actividades industriales, y ha provocado un deterioro a los recursos naturales y la calidad de vida de la población. Por eso es necesario conocer los principales agentes contaminantes que afectan los sistemas y elementos ambientales.

2.1. Fuentes de contaminación industrial en la ciudad de Guatemala

Todo establecimiento industrial significa una concentración de trabajadores, movimiento de materias primas y productos elaborados, producción de desechos que deben ser retirados o que se vacían a sistemas de alcantarillados, a cursos de agua o a la atmósfera, y, en muchos casos, da origen a ruidos y olores excesivos, que puede atraer insectos y roedores, y, en fin, a toda una gama de molestias que puede afectar al vecindario.

Unas de las principales fuentes de contaminación provienen de:

a) Movimiento de vehículos

Los elementos fundamentales de toda industria están constituidos por sus instalaciones y equipos, su personal, las materias primas que utiliza y los productos que elabora. Según su tipo y tamaño, muchas industrias pueden requerir de cantidades elevadas de materias primas y combustibles, los que a menudo son trasladados al local de elaboración en toda clase de vehículos, motorizados o no. La misma flota debe encargarse de retirar subproductos y desechos sólidos, y de distribuir los productos elaborados; esto ocasiona molestias y peligro, cuando estos elementos no están en buenas condiciones o no son los más adecuados para el transporte de los productos que

están movilizando. Pueden provocar así más ruido y emanaciones de gases que lo normal y derramar en su camino parte de las materias que transportan; esto suele carecer de importancia económica, pero puede constituir un problema de cierta transcendencia para el vecindario. Productos perecibles, por ejemplo, pueden entrar en putrefacción, y ser una fuente de malos olores y de atracción de moscas, roedores y otros insectos y animales.

Otras sustancias pueden, aun sin entrar en putrefacción, ocasionar olores de toda índole, ensuciar las calzadas, etc.

Productos de petróleo y otras materias aceitosas pueden producir accidentes de personas o vehículos, al hacer resbaladizas las calzadas, e incluso entrar en combustión. Productos cáusticos pueden ser fuentes de accidentes a las personas que entran en contacto con ellos.

b) Movimiento de personal

La entrada y salida del personal de una industria puede dar origen a aglomeraciones, conversaciones en voz alta, bromas, gritos, etc., normales en estos casos, pero que no dejan de constituir una molestia de cierta consideración para el vecindario y las personas que deben transitar por los lugares afectados. Esto es especialmente notorio en industrias que trabajan en varios turnos, lo que hace que estas molestias se repitan 3 ó 4 veces al día, y aun durante la noche.

c) Desechos sólidos

Numerosas industrias producen cantidades importantes de desechos sólidos, que deben ser retirados de sus locales. A veces estos materiales, como aserrín, trozos de madera, restos de géneros, polvo de algodón, etc. poseen cierto valor económico, por lo que son

vendidos o simplemente regalados a personas que se interesan por ellos, las que, en este último caso, suelen ser de bajo nivel económico y cultural. En otras ocasiones cuando no pueden ser aprovechados, la industria debe pagar, sea a su propio personal o a extraños por su extracción, da lugar a nuevos movimientos de vehículos que dan origen, una vez más, a malos olores, suciedad, etc.

d) Desechos líquidos

La disposición de los desechos líquidos se hace a menudo simplemente por vaciamiento a cursos o masas de agua o, cuando ellos existen, a los sistemas comunitarios de alcantarillas, aprovechándolos, además, para arrastrar otras materias en suspensión, cuando ellas son de tipo pastoso o en forma de partículas pequeñas.

Según la naturaleza de estos desechos, éstos pueden ocasionar diversos problemas. El exceso de materias sólidas puede provocar sedimentos que obstruyen los conductos. Líquidos inflamables pueden entrar en combustión y aun explotar. Materias cáusticas, como ácidos y álcalis, pueden corroer las instalaciones o destruir la flora y la fauna acuáticas. El mismo efecto puede ser producido por otras substancias químicas, como fenol, cianuros, derivados del plomo, cobre, arsénico, etc.

Daños considerables pueden ser ocasionados por volúmenes importantes de materias orgánicas, como los que producen las industrias de alimentos, especialmente mataderos, refinерías de azúcar, industrias lecheras, etc., o fábricas de papel y otros derivados de la celulosa. La actividad bacteriana inicia el proceso de oxidación de estas materias, pero, debido a la gran cantidad existente, rápidamente se agotan las disponibilidades de oxígeno disuelto. El proceso de oxidación se interrumpe, y se inicia una etapa de reducción anaeróbica (putrefacción) con desprendimiento de gases como ácido sulfhídrico, amoníaco, metano, etc., y producción de olores desagradables.

e) Desechos gaseosos

Los establecimientos industriales contribuyen, en forma determinante, a la contaminación del aire vaciando a éste toda clase de gases y productos sólidos o líquidos en estado de fina división , que se desprenden de los procesos mismos o de las combustiones necesarias para la generación de energía. Se sabe que la parte más importante de los productos que contaminan la atmósfera de las ciudades está constituida por los desechos de las combustiones, tanto de fuentes estacionarias como de vehículos motorizados. Las industrias, sin embargo, contribuyen considerablemente a agravar el problema, al vaciar productos de índole muy diversa, que pueden aumentar los residuos de las combustiones.

f) Abastos de agua

Los procesos fabriles suelen requerir cantidades importantes de agua, sea para incorporarlas a los procesos mismos, como en las fábricas de cerveza y otras bebidas, jabones, etc., para utilizarlas en la producción de vapor, o como aguas de enfriamiento y lavado. La calidad y cantidad de los requerimientos es muy variable y contribuyen siempre a cercenar las disponibilidades de agua potable o a mantener suministros de aguas industriales, que a menudo exigen la existencia de canales o acequias.

g) Ruidos y vibraciones

Numerosas industrias dan origen, como inherente a sus procesos, a la producción de ruidos intensos y vibraciones que pueden ser molestos y afectar en forma más o menos seria la salud del vecindario, provocar incluso trastornos nerviosos y mentales. Las industrias que trabajan durante la noche, especialmente, al perturbar el descanso a que tienen derecho los habitantes de cercanías, constituyen una fuente constante de dificultades.

h) Olores

Los procesos que utilizan productos biológicos y orgánicos, principalmente las fábricas de productos alimenticios, de cosméticos y de subproductos de la pesca, y algunas otras como las de rayón, destilerías de petróleo y alquitrán, etc., pueden producir olores bastante intensos que constituyen una fuente de molestias serias a la comunidad. Estos olores no necesitan ser el tipo que comúnmente se describiría como desagradable para llegar a causar una molestia; basta con que sean persistentes y se produzcan en forma más o menos permanente.

i) Atracción de insectos y roedores

Las industrias que manipulan productos alimenticios, así como las que utilizan algunos otros de origen orgánico y biológico, suelen constituir un foco de atracción de insectos, roedores y a veces otros animales, que se alimentan de los residuos que encuentran en patios y talleres de elaboración, o de los materiales almacenados en sus bodegas cuando encuentran acceso a ellas. Algunas industrias, especialmente las que elaboran productos de origen vegetal y animal, suelen recibir con sus materias primas insectos y otros parásitos, y a veces animales pequeños, como ratas, serpientes, alacranes, etc., que constituye una fuente de bacteria, hongos, y otros microorganismos.

Las industrias para suprimirlos se limitan a menudo a espantarlos y distribuirlos por el vecindario. Esto constituye una fuente de molestias, riesgos y daños a la comunidad que puede tener su origen en el ambiente industrial.

2.2. Principales agentes de contaminación

Tabla I. Principales agentes de contaminación

AGENTE	FUENTE	EFEECTO
1. Dióxido de Carbono (CO ₂)	Procesos de combustión para producción de energía en la industria y en la calefacción doméstica.	La acumulación de este gas podría aumentar considerablemente la temperatura de la superficie y ocasionar desastres geoquímicos y ecológicos.
2. Monóxido de Carbono (CO)	Combustiones incompletas, siderúrgicas, refinarias de petróleo y vehículos de motor.	Gas altamente nocivo puede afectar la atmósfera.
3. Dióxido de Azufre (SO ₂)	El ácido sulfúrico a menudo proviene de las centrales eléctricas, automóviles, y del combustible de uso doméstico.	Agrava enfermedades del aparato respiratorio; corroe los árboles y los edificios de piedra caliza y afecta algunos textiles sintéticos.
4 Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Motores de combustión interna, aviones, hornos, incineradores, uso excesivo de fertilizantes, los incendios de bosques y las instalaciones industriales en forma de smog.	Afecta especialmente al pulmón, ya que este contaminante se retiene completamente en este órgano.
5. Fosfatos	Se les encuentra en el agua de cloacas y proviene de detergentes y fertilizantes químicos utilizados en exceso, así como los residuos de crianza intensiva de animales.	Factores principales de contaminación de lagos y ríos.
6. Mercurio (Mg)	Combustibles fósiles, industria cloroalcalina, centrales de energía eléctrica, fabricación de pinturas, proceso de labores de minas y de refinación, de pasta de papel.	Contaminación de alimentos, especialmente de los que provienen del mar. Es un veneno, cuya acumulación afecta al sistema nervioso.
7. Plomo (Pb)	Tetraetilo de plomo que se añade a la gasolina, como antiestonante. La industria lo	Tóxico que afecta a las enzimas y

	utiliza en baterías, tanques cisternas, esmaltes, pinturas, etc.	altera el metabolismo celular, y se acumula en los sedimentos marinos y en el agua potable.
8. Hidrocarburos (HC)	Transporte, refinación de petróleo, producción y distribución de aceite y gas, industria química, utilización industrial de solventes orgánicos y procesamiento de alimentos.	Causa actividad carcinógena en el hombre.

2.3 La contaminación y su incidencia en los recursos naturales, y calidad de vida de la población

2.3.1. Contaminación del sistema hídrico

El agua se puede contaminar por contaminantes químicos, físicos, fisiológicos y biológicos.

a) Contaminación química: ésta se puede dar por compuestos orgánicos e inorgánicos.

- **Compuestos orgánicos:** los residuos biodegradables más difundidos y mejor conocidos son los que la industria produce en cantidades mayores de residuos orgánicos biodegradables. La mayoría son originados por las industrias de procesamiento de alimentos, frigoríferas, de la pulpa y el papel de refinación de petróleo y algunas de productos químicos.

A continuación, se describen los compuestos orgánicos más importantes:

Tabla II. Compuestos orgánicos

MATERIAL ORGANICO	EFECTO
PROTEÍNAS	Las proteínas se manifiesta en las aguas de drenaje doméstico, de las fábricas de productos lácteos, empacadoras, rastros o mataderos, curtidurías y otras instalaciones de proceso. La demanda bioquímica de oxígeno de éstas, el desarrollo de organismos dañinos son los principales efectos contaminantes de las proteínas.
GRASAS	Las grasas se presentan en las aguas de desecho de origen doméstico y en los efluentes de las diversas industrias, tales como procesadoras de lana, lavanderías, producción de jabón y procesamiento de alimentos.
JABONES	Los jabones se manifiestan en las aguas de desecho y en el cieno de las mismas, en los desperdicios de plantas de textiles y de lavanderías. Los jabones constituyen uno de los principales grupos de agentes humectantes y por lo tanto, pueden causar estragos en la capacidad de flotación y de aislamiento del plumaje de los mamíferos semiacuáticos.
CARBOHIDRATOS	Entre los carbohidratos, se incluyen los azúcares simples, así como los más complejos y están ampliamente distribuidos en todos los tipos de organismos. Existen en las aguas de desecho de las fábricas de textiles y papel
RESINAS	Las resinas intervienen en la fabricación de pinturas, recubrimientos asfálticos para pisos, papel y textiles. Por lo tanto, pueden existir en los desperdicios de estas industrias. Su principal efecto es el mal olor y las manchas que forma en la superficie del agua.
ALQUITRANES	Los alquitranes son materiales complejos que pueden contener hidrocarburos, fenoles, etc. Debido a esas y a otras sustancias tóxicas que contienen, los alquitranes son peligrosos para muchas formas de vida acuática.
DETERGENTE SINTÉTICO	Estas sustancias se han venido utilizando en cantidades enormes a partir de la Segunda Guerra Mundial. Son mucho más tóxicos para los peces, que los jabones, cuando se trata aguas duras y esto disminuye su toxicidad. La vegetación acuática, así como diversos animales, se afectan notablemente por acción de los detergentes sintéticos

- **Compuestos inorgánicos:** la demanda bioquímica de oxígeno constituye un buen índice de contaminación en lo que se refiere a los residuos biodegradables. Sin embargo, muchos residuos no son biodegradables. Estos no son atacados por las formas organizadas de los ríos y tampoco experimentan un gran cambio una vez introducidos en el agua.

A continuación, se describen los compuestos inorgánicos más importantes:

Tabla III. Compuestos inorgánicos

MATERIAL INORGANICO	FUENTE	EFEECTO
Ácido	Desperdicio de minas, fábrica de productos químicos, acumuladores, hierro y cobre, y en las procesadoras de pulpa de papel.	Reducción del pH del agua, o a la acción fisiológica directa sobre la vida acuática.
Alcalis	Industrias químicas, textiles y de curtiduría, que arrojan desperdicios alcalinos en las áreas lacustres.	El pH del agua es muy alto, consecuencias letales de los organismos acuáticos.
Sales de metales pesado (Plomo, Zinc, Cobre y Níquel)	Efluentes de las instalaciones industriales y de manufactura.	Es dañino para los animales y algunas plantas.
Sales solubles (Bicarbonatos, Sulfatos, Cloruros, Nitratos y Fosfatos de Calcio, Sodio, Hierro, Potasio, Magnesio y Manganeso)	Aguas de drenaje, cuando se usa sal sobre los pavimentos en invierno, en los desperdicios de fábricas de productos químicos.	Incrementan la salinidad del agua.

b) Contaminación física: existen varias clases de contaminantes físicos; color, turbidez, temperatura, materia suspendida, espuma y radiactividad.

A continuación, se describen los contaminantes físicos más importantes

Tabla IV. Contaminantes Físicos

CONTAMINANTE FISICO	FUENTE	EFEECTO
Color	Fuentes naturales que aparecen en los ríos (manchas cafés); afluentes y desperdicios industriales, colorante orgánicos.	Cambia las características de la luz solar que penetra a una cierta profundidad causando inhibiciones al crecimiento vegetal, lo cual reduce indirectamente la abundancia animal.
Turbidez	Fuentes naturales, erosión del suelo; aguas de desperdicio industriales y domésticas que contienen materiales muy finos suspendidos en el agua, por sustancias coloidales o por ambos.	Interferencia con las actividades de recolección de alimentos de los peces, invertebrados y otras formas de vida, por causa de la reproducción de visibilidad. Las sustancias sólidas llegan a depositarse sobre las branquias de los peces, anfibios e invertebrados, y afectan así su fisiología.
Materiales de Suspensión	Desperdicios domésticos, efluentes industriales, erosión de los suelos (fuente natural)	Son dañinos para los peces y para otras formas de vida, tal como sucede cuando los metales tóxicos se disuelven paulatinamente en el agua. La capa de cieno que se deposita impide el crecimiento y hasta la vida de los vegetales.
Temperatura	Efluentes de instalaciones de fabricación y de plantas generadoras de electricidad.	Los peces que son especialmente sensibles a los aumentos de temperatura del agua llegan a perecer. El calentamiento excesivo da lugar a crecimiento de hongos y yerbas acuáticas nocivas.
Espuma	Efluentes industriales y domésticos.	Muerte de peces, aves y flora acuática.

c) Contaminación fisiológica: ésta se manifiesta como sabor desagradable u olor nauseabundo. Estos olores y sabores se impregnan algunas veces e impiden su utilización como alimento.

Las fuentes de materiales que dan sabor y olor al agua son muchas y variadas. Los brotes naturales de petróleo, las vetas salinas y ciertos microorganismos, causan malos olores y sabores, sobre los cuales se tiene muy poco control en lo que respecta a las áreas grandes.

d) Contaminación biológica: en esta categoría, se incluyen varios patógenos del tipo de bacterias virus, protozoarios, parásitos, toxinas vegetales, que son indeseables o perjudiciales debido a su naturaleza, abundancia o concentración. Las aguas de desperdicio son una fuente muy frecuente de contaminación biológica. Otras son los drenajes de granjas de ganado y curtidurías, algas tóxicas y cieno.

2.3.2 Contaminación del sistema atmosférico

Los contaminantes atmosféricos se pueden clasificar por su origen o por su estado físico o químico. Pueden existir en forma de partícula o en forma gaseosa. Una clasificación general de los contaminantes es la siguiente:

a) Con base en su origen

- **Primarios:** son arrojados a la atmósfera como resultado de un proceso. Su característica principal es que se mantienen en el aire de la misma forma en que fueron emitidos.
- **Secundarios:** son aquellos originados por reacción química entre los contaminantes primarios entre sí, o de éstos con algún componente natural de la atmósfera, o también con un contaminante secundario y formado.

b) Con base a su estado

- Gases o Vapores: se comportan de manera similar al aire mismo, una vez que se han propagado y no vuelven a depositarse. Se les describe en términos de la composición química, la concentración y el umbral de olor. Entre éstos se pueden mencionar: el óxido de nitrógeno, el bióxido y trióxido de azufre, etc.; además, puede incluirse cualquier elemento gaseoso no considerado como componente normal del aire en condiciones ambientales normales. Los olores se encuentran dentro de esta clasificación, y resulta bastante difícil definirlos.
- Partículas: son elementos o compuestos químicos en forma sólida de gotitas líquidas condensadas. Las características más importantes en las partículas son el tamaño físico y la densidad. Es cualquier tipo de polvo, humo emanaciones, neblina, niebla y de pulverización, clasificados como sólidos o líquidos. Son aerotransportados, presentan dimensiones extremadamente variables, que van, desde un diámetro superior a 20 micras, hasta aerosoles o suspensiones de partículas finas que pueden medir menos de 0.05 micras. Las partículas mayores o de mayor tamaño se depositan rápidamente, mientras que las de menor tamaño pueden comportarse como si fueran gaseosas, y permanecer en suspensión.

A continuación, se describen los contaminantes más importantes de la atmósfera

Tabla V. Contaminantes de la atmosfera

CONTAMINANTE	FUENTE	EFEECTO
Monóxido de Carbono (CO)	Uso de combustibles fósiles	Daños en sistema nervioso y cardiovascular
Bióxido de Azufre (SO ₂) Trióxido de Azufre (SO ₃)	Combustión de Carbón y petróleo que contiene azufre	Daños en sistema nervioso y cardiovascular
Bióxido de Nitrógeno (NO ₂)	Plantas generadoras de energía eléctrica	Tracto respiratorio

Monóxido de Nitrogeno (NO)		
Macroparticulas sólidas y liquidas	Actividades industriales de transporte combustión y causas naturales	Sistemas respiratorio y nervioso
Bióxido de carbono (CO ₂)	Sobreutilización de combustibles fósiles y carbón	No existe pruebas que sea tóxico como contaminante
Hidrocarburos no saturados y aromáticos	Uso de petróleo gas y carbón	Algunos tienen propiedades cancerígenas

a) Efectos de la contaminación del aire sobre las propiedades atmosféricas

Los efectos han sido múltiples; estas modificaciones han ocurrido debido a las distintas actividades realizadas por el hombre, tanto agrícolas como industriales.

Los efectos de mayor relevancia son:

- **Modificación de la química atmosférica**

Estas alteraciones se deben a gases, que generan cambios climáticos, a través de modificaciones en el balance energético del planeta.

- **Temperatura superficial del planeta y precipitación**

El incremento de la temperatura es uno de los más graves problemas a los que nos enfrentamos actualmente. Como consecuencia del incremento en las concentraciones del dióxido de carbono (CO₂), se cree que el incremento de temperatura podrá oscilar entre 1.5° a 4.5° C en promedio, antes de la mitad del próximo siglo. En lugares donde el clima es más cálido y húmedo, podría traer como consecuencia un incremento de los desierto y pastizales, así como cambios en la precipitación y huracanes, aumento en el nivel del mar, inundaciones en las zonas costeras y variaciones considerables en las corrientes fluviales, que da, como resultado un mayor desequilibrio de los ecosistemas.

- **Capa de ozono estratosférica**

Se ha relacionado la destrucción de la capa de ozono con emisiones de hidrocarburos clorofluorados o clorofluorocarburos (CFC). Un sólo átomo de cloro es capaz de destruir aproximadamente 100,000 moléculas de ozono, ya que el destino de los CFC es la atmósfera, y estos gases son insolubles en agua por lo que no se ven afectados por el lavado de lluvia. La destrucción de la capa estratosférica de ozono impide que penetre una mayor cantidad de radiación ultravioleta (RUV) a la superficie terrestre. Esto provoca una serie de enfermedades, menor rendimiento en los cultivos agrícolas, desequilibrio de la ecología oceánica y reducción de bosques.

b) Efectos de la contaminación del aire sobre la salud humana

Cuando dentro de una planta industrial no se tiene perfecto control sobre los contaminantes del aire, éstos serán dispersos dentro de la misma y sus efectos pueden ser tóxicos para los trabajadores, y pueden afectar a los demás habitantes.

Desafortunadamente, es difícil mantener una pureza atmosférica absoluta dentro de una planta.

La contaminación atmosférica daña principalmente el aparato respiratorio, ojos, nariz sistema nervioso y aparato cardiovascular.

c) Efectos de la contaminación del aire sobre la vegetación

Los contaminantes del aire que resultan dañinos para las plantas pueden presentarse en forma de partículas o en forma gaseosa. Las partículas dañan principalmente los tejidos de las hojas y de los frutos, que permanecen expuestos a su acción. El efecto que se produce es la suciedad de los frutos y las verduras; al mismo

tiempo pueden constituir un agente de toxicidad incorporado. Los contaminantes gaseosos dañan de forma directa las plantas por la acción de sus efectos tóxicos.

d) Efectos de la contaminación del aire sobre los materiales (infraestructura)

Los efectos que se producen en los materiales o infraestructuras son muy notorios, ya que se caracterizan por la acumulación de suciedad, partículas y gases de diferentes tipos de contaminación.

El efecto producido por las partículas puede ser por acción galvánica; esto se da en combinación con los efectos que producen las partículas ácidas y la humedad, cuya combinación produce un incremento acelerado en la corrosión.

e) Accidentes laborales

Accidentes laborales que puede provocar la contaminación del aire en el ambiente como consecuencia de la contaminación del aire en el ambiente laboral, puede tenerse como resultado los denominados accidentes laborales, que son repercusión o reflejo de los daños en el ser humano provocados por los diferentes contaminantes.

Muchos de los contaminantes afectan de manera tal a las personas, que provoca un desequilibrio en su salud que va desde dolores de cabeza, afecciones en los ojos, enfermedades respiratorias, etc. Los más comunes son la disminución de la visibilidad, pérdida de coordinación y pérdida de concentración.

2.3.3. Contaminación por ruido o audial

El ruido produce efectos sobre la salud humana, que comprende tanto aspectos psíquicos como orgánicos, que incluye por supuesto, el deterioro y hasta la pérdida de audición. Las principales fuentes donde se produce ruido es en las concentraciones urbanas y zonas industriales.

La exposición al ruido continua, medida de 85 decibeles (db) para arriba, provoca en el ser humano los siguientes efectos:

- Pérdida de audición inducida por el ruido

Este no es un proceso abrupto, sino que se produce gradualmente, por lo general durante un período de años.

- Dolor

Se produce dolor del oído cuando el tejido de la membrana timpánica resulta distendido por presiones acústicas de gran amplitud.

- Sueño

Los efectos del ruido sobre el sueño parecen aumentar, a medida que los niveles de ruido ambiente sobrepasan un nivel de presión acústica continua.

2.3.4 Contaminación del sistema lítico y edáfico

El mal manejo del suelo hace que se pierda el humus, que es su parte más fértil. Además, como resultado, el transporte y deposición del suelo, en los cruces de los ríos que desemboca en los cuerpos de agua estáticos, y acelera los procesos de eutroficación en los mismos. Esto produce el desbordamiento de los ríos.

Los agroquímicos (insecticidas, herbicidas, fungicidas, etc) destruyen indiscriminadamente especies vegetales y animales, al no ser utilizados adecuadamente. Los insecticidas de amplio espectro han originado problemas graves, al querer incrementar la producción agrícola, las cuales han fracasado. Otro efecto de los insecticidas de amplio espectro consiste en que al matar una especie, algunas veces se produce el florecimiento de otra.

Los plaguicidas también son venenosos para el hombre y muchas otras especies animales. Ha habido millares de suicidios y muertes accidentales atribuidas directamente al envenenamiento por insecticidas.

No todos los plaguicidas aplicados al suelo permanecen fijados al mismo. En efecto, una parte se filtra hacia los depósitos de agua subterránea, y allí a las reservas de agua potable. Parte considerable de insecticidas adheridos al suelo, son llevados al suministro de agua de superficie junto con las toneladas de sedimentos erosionada de los sistemas agrícolas.

Si los plaguicidas están presentes en los ríos principales, han de estarlo también en el mar y las concentraciones serán las más altas en los sistemas estuarios; esto es, en las desembocaduras de los ríos y en las bahías costeras. Uno de los problemas más graves en los sistemas de estuario es que los insecticidas reducen la fotosíntesis llevada a cabo por el fitoplancton. Así pues, no es sorprendente que los peces y las aves puedan ser envenenados por un insecticida que proviene de aguas en las que la concentración parece ser inocua.

2.3.5. Contaminación visual

La principal fuente de contaminación visual la constituyen los rótulos en las calles, carreteras, etc. en la ciudad capital. En el periférico, alrededor del obelisco, en la avenida al Aeropuerto, se encuentran ubicados grandes rótulos o vallas, que impiden completamente la vista de la ciudad y los volcanes, que indirectamente fuerzan a las personas a leer su propaganda comercial.

Ejemplo típico es el Mirador de la carretera a El Salvador, zona 15, y el de la carretera a Antigua.

Las instalaciones de ventas semi-ambulantes, como casetas vendedoras de salchichas, frutas, etc., son otro medio de contaminación visual. La construcción de edificios altos en áreas donde provocan ruptura del paisaje y paso del sol.

2.3.6. Sistema biótico

a) Áreas silvestres, diversidad biológica

Las áreas silvestres de Guatemala continúan desapareciendo a velocidades sin precedente; la actividad humana está causando su pérdida. Entre las manifestaciones que están rápidamente destruyendo los recursos naturales del país, están: la expansión de la frontera agropecuaria, la explotación de los bosques, la expansión de los usos urbanos e industriales del suelo, la sedimentación y aceleración del ciclo hidrológico natural. La falta de apreciación por el papel que las áreas silvestres juegan un papel importante en el sostenimiento del desarrollo regional o nacional, que ha dado como resultado o ha contribuido a la situación en que se encuentra Guatemala.

El pensamiento científico actual sugiere que cada país debe dedicar el 10% de su territorio nacional, a una red de áreas silvestres protegidas.

b) Pérdida de ecosistemas, especies y germoplasma

Dentro de la conservación de los recursos naturales biológicos y de los elementos del medio del cual depende, es fundamental, para el desarrollo sostenible conservarlos; se debe estar consciente de que es necesario la conservación biológica; es también un hecho conocido que los cambios de orientación que ha sufrido nuestro país en cuanto a su desarrollo agrícola para satisfacer necesidades de mercados externos, muchas de las cuales podían ser satisfechas en los países mismos; sin embargo, se prefieren utilizar los recursos de otras naciones; se acusó que muchos países, incluyendo a Guatemala, hacen frente a sus deudas externas, explotando anárquicamente sus recursos naturales ya que es la única opción que les ha quedado para poder atender el servicio de la deuda externa. Por otro lado, los países acreedores han estado suministrando a cuenta de la deuda para ayudar a la conservación y recuperación de recursos naturales.

En el caso de Guatemala, se señaló que ha perdido el ecosistema perteneciente a la zona muy húmeda calidada de la vertiente sur, y que está en vías de perderse las asociaciones de manglar que son bastante frágiles, los cuales cumplen una valiosa función, como es la de preservar la vida silvestre y especialmente la acuática; se dice que los trópicos albergan el mayor número y diversidad de especies, para concluir, hay que señalar que la conservación de especies no se justifica solamente por razones económicas, pues debe verse desde el punto de vista estético, ético, cultural y científico, que irían en apoyo de las labores de conservación.

c) Áreas silvestres

Son todas aquellas donde predomina la riqueza natural y pueden incluir ambientes, tanto terrestres, como acuáticos. La principal característica que lo identifican es la calidad natural que representan ciertas áreas silvestres que tienen condiciones naturales, pero que generalmente reflejan algún nivel de actividad humana e impacto en los sistemas y procesos naturales; mientras estos impactos representan la minoría, estas zonas pueden considerarse como áreas silvestres; por ejemplo, las reservas boscosas nacionales se consideran áreas silvestres, aun incluyendo aquellas que son objeto de explotación selectiva.

d) Especies en peligro de extinción

Los intentos a corto plazo de que las especies en peligro de extinción sobrevivan, constituyen esfuerzos serios y continuos; se justifica a largo plazo que podrá ser mantenida únicamente si forman parte de un plan integral para proteger los ecosistemas como unidades funcionales completas. El peligro estriba en que sólo las especies conocidas son protegidas en este tipo de programas, mientras que un programa orientado hacia tipos mayores de ecosistemas puedan conservar grandes grupos de especies como sistemas naturales funcionales.

3. MEDIO AMBIENTE Y LEGISLACIÓN GUATEMALTECA

En Guatemala, existe una legislación relativa al medio ambiente; ésta se encuentra dispersa en diferentes cuerpos legales que abarcan el entorno industrial; se hace mención de las Leyes más importantes, que están dirigidas a controlar los efectos negativos de la contaminación sobre la población guatemalteca.

3.1. Constitución Política de la República de Guatemala

Con la promulgación de la Constitución Política de la República de Guatemala, emitida en 1985, se crearon en la misma instrumentos legales e instituciones públicas que se ocupan directa e indirectamente del ambiente y de los recursos naturales; se establece una sólida base jurídica para el desarrollo del Derecho Ambiental Nacional, y el respaldo para las acciones del Estado y de los individuos en materia ambiental. El Artículo 64, regula el interés del Estado guatemalteco de preservar los recursos naturales renovables de la nación, a través de la creación de sitios o áreas protegidas de diferente status jurídico técnico, económico, científico, social, cultural, recreativo, etc.; incluyen dentro de estos recursos, además, los suelos, las aguas, los bosques, la flora y la fauna.

La sección séptima de nuestra Constitución que desarrolla la salud, seguridad y asistencia social, en su artículo 96 establece la responsabilidad del Estado guatemalteco y de los particulares en general, respecto a la protección uso y gestión de los recursos naturales renovables; en su artículo 97, se refiere al medio ambiente y equilibrio ecológico. El inciso "c" establece como obligación del Estado adoptar las medidas necesarias para la preservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma eficiente; el artículo 121 especifica cuáles son los bienes del Estado entre los

cuales sitúa los recursos naturales (renovables y no renovables). El artículo 125 declara de utilidad y necesidad pública la explotación técnica y racional de hidrocarburos, minerales y demás recursos naturales no renovables. El artículo 126 reconoce y establece la necesidad de la reforestación, con el fin de conservar los suelos, las aguas, la flora y la fauna, e impedir su creciente deterioro, y se encomienda a la ejecución de las actividades necesarias a la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS), al Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y a la Oficina Encargada del Control de las Areas de Reserva de la Nación (OCREN).

3.2. Ley De Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

Decreto 68-86

El decreto 74-91 modificó al artículo 6º. Decreto 68-86 del Congreso así:

Artículo 6: El suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminantes del medio ambiente o radiactivos. Los materiales y productos contaminantes que esté prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos al territorio nacional.

Artículo 7: Se prohíbe la introducción al país, por cualquier vía, de excrementos humanos o de animales, basuras domiciliarias o municipales y sus derivados, cienos o lodos cloacales, tratados o no, así como desechos tóxicos provenientes de procesos industriales que contengan sustancias que puedan infectar, contaminar y/o degradar al medio ambiente y poner en peligro la vida y la salud de los habitantes, incluyendo entre él las mezclas o combinaciones químicas, restos de metales pesados, residuos de materiales radiactivos, ácidos y álcalis no determinados, bacterias, virus, huevos, larvas, esporas y hongos zoo y fitopatógenos.

Artículo 8: Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables, o no, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario, previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).

El decreto 1-93 del Congreso de la República modificó este artículo agregando un párrafo, así:

El funcionario, que omitiere exigir el Estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho Estudio de Impacto Ambiental, será sancionado con una multa de q5,000.00 a q10,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

Artículo 29: Toda acción que contravenga las disposiciones de la presente ley, afectando así de manera negativa la cantidad o la calidad de los recursos naturales y los elementos que conforman el ambiente, se considerará infracción y se sancionará administrativamente de conformidad con los procedimientos de la presente ley, sin perjuicio de los delitos que contempla el Código Penal.

Artículo 30: Se concede acción popular para denunciar ante la autoridad, todo hecho, acto u omisión que genere contaminación y deterioro o pérdida de recursos naturales o que afecte los niveles de calidad de vida.

3.3. Código Municipal - Decreto 50-88

Este código contiene normas de protección general

Artículo 7: ...

Literal d): Son fines del Municipio: velar por su integridad territorial, el fortalecimiento de su patrimonio económico y la preservación de su patrimonio natural.

Artículo 34: Intervención de Servicios Municipales: La Municipalidad tiene potestad de intervenir temporalmente el servicio público municipal (transporte urbano)... en el que se falta a las ordenanzas y reglamentos contraídos por el concesionario.

3.4. Código de Salud - Decreto 45-79

Especifica que todos los habitantes de la República tienen derecho a la conservación, protección y recuperación de su salud; pero están obligados a procurarse, mejorar y conservar las condiciones de salubridad en que vivan y desarrollen sus actividades, y a contribuir a la conservación higiénica del medio ambiente en general; le da preeminencia a las leyes sanitarias sobre cualquier otra ley (excepto la Constitución), indicándose que en caso de interpretación, deberá tomarse en cuenta fundamentalmente el interés social.

Dicho Código indica que, para el saneamiento del medio ambiente, se desarrollarán acciones destinadas al abastecimiento de agua potable, disposición adecuada de excretas y aguas servidas, eliminación y control de insectos, roedores y otros animales dañinos, higiene de alimentos, salubridad y calidad de la vivienda, construcción en general y lugares de acceso público, higiene y seguridad en el trabajo, control de contaminación del agua, el suelo y el aire y el control y eliminación de molestias públicas y otros riesgos ambientales; asimismo, hace referencia a que la

Dirección General de Servicios de Salud es quien ordenará a las industrias el tratamiento obligatorio de las aguas servidas contaminadas que sean nocivas a la salud humana, y que sancionará a quien infrinja las disposiciones del Código de Salud.

3.5. Ley de Áreas Protegidas – Decreto 4-89

Artículo 27: (Regulación de especies amenazadas) Se prohíbe la recolección, captura, caza, pesca, transporte, intercambio, comercio y exportación de las especies de fauna y flora en peligro de extinción, de acuerdo a los listados del CONAP, salvo que por razones de sobrevivencia, rescate o salvaguarda de la especie científicamente comprobada, sea necesaria alguna de estas funciones. En este caso, también son aplicables las regulaciones del Convenio referido en el artículo 25 de esta ley. (Convenio sobre el comercio internacional de especies amenazadas de Flora y Fauna Silvestres.

Artículo 42: (Armas prohibidas) Se prohíbe la caza y pesca deportiva, con redes o armas no aprobadas por el CONAP.

Artículo 81: De las faltas: las faltas en materia de Vida Silvestre y áreas protegidas, serán sancionadas en la forma siguiente:

Será sancionado con multa de veinticinco a quinientos quetzales quien cortare, recolectare, transportare, intercambiare o comercializare ejemplares vivos o muertos, partes o derivados de especies de flora y fauna silvestres no autorizados en la licencia o permisos respectivos, además se procederá al comiso de las armas, vehículos, herramientas o equipo utilizado en la comisión de la infracción, así como en el objeto de la falta.

Será sancionado con una multa de veinticinco a quinientos quetzales quien se negare a devolver una licencia ya prescrita, sin justificar su retención.

Artículo 82: Acciones Ilícitas: son acciones ilícitas en materia de áreas protegidas y vida silvestre las siguientes

Cortar, recolectar, pescar o cazar dentro de cualquier área protegida debidamente declarada.

Cortar, recolectar, cazar transportar, intercambiar o comercializar ejemplares vivos o muertos, partes o derivados de productos de flora y fauna, sin la autorización correspondiente. Oponerse a las inspecciones solicitadas o que se realicen de oficio por empleados o funcionarios del CONAP debidamente autorizados, además de penas que correspondan conforme al Código Penal se sancionarán con el comiso de las armas, vehículos, equipo o herramientas y objetos del delito a los infractores de esta ley.

Los empleados de aduanas y de fardos postales que permitan la exportación o el desalmacenaje de plantas o productos vegetales, sin el correspondiente certificado de Sanidad Vegetal, serán penados con multa de cinco a cien quetzales, sin perjuicio de que la autoridad correspondiente podrá disponer su destitución, si como consecuencia de la infracción se hubiere extendido alguna plaga o enfermedad. La primera de las sanciones se impondrá también a los empleados de aduanas y fardos postales que entregaren insecticidas, fungicidas, rodenticidas, etc. sin la autorización de la División de Sanidad Vegetal.

Las infracciones a disposiciones de los reglamentos que se deriven de la presente ley, si no están contemplados en los incisos anteriores, serán penados con multas reguladas entre uno a quinientos quetzales.

Artículo 28: Las multas serán impuestas por los respectivos jueces de paz, quienes procederán de oficio al recibir denuncia sobre alguna infracción que le presentaren las autoridades agrícolas correspondientes, personal de Sanidad Vegetal, comités agrícolas y de sanidad vegetal y autoridades locales. Los fondos ingresarán a la tesorería municipal de los lugares de cuya jurisdicción se cometió la infracción, salvo los casos en que el reglamento respectivo los destine a determinada campaña fitosanitaria. La insolvencia de las multas impuestas dará lugar a prisión, con arreglo a las disposiciones del Código Penal.

Artículo 29: La aplicación de las sanciones a que se refieren los artículos precedentes, no releva a los responsables de la obligación de cumplir con las disposiciones que hubieren infringido.

3.6. Protocolo de Montreal sobre la Capa de Ozono – Decreto 34-89

El protocolo requiere una reducción del 50% en el consumo de 5 CFC's para el final del siglo, y una congelación en el consumo de 3 halones, con un período adicional de 10 años para los países en desarrollo, para facilitarles el cumplimiento con sus necesidades domésticas básicas. En 1987, varios países europeos legislaron limitando el uso de los CFC's como propulsores de aerosol y decidieron que estos controles se revisaran al menos cada 4 años; ese mismo año fue elaborado el Protocolo de Montreal, bajo los auspicios del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, y entró en vigor el 1 de enero de 1989. El protocolo es un documento donde se encuentran definidas las medidas que sus signatarios deben tomar para limitar la producción y uso de las sustancias controladas, que en principio eran cinco CFC's y tres halones. A principios de 1993, ya forman parte del protocolo más de 100 países, de los cuales 40 son países en desarrollo.

A raíz de revisiones efectuadas en Londres y Copenhague, se adoptaron medidas de control suplementarias y se acordó suministrar asistencia técnica y financiera a los signatarios de los países en desarrollo. Además, las enmiendas de Londres presentaron controles sobre otros 10 CFC's sobre el tetracloruro de carbono y el metilcloroformo, y establecieron fechas límites para la eliminación de las sustancias controladas. Las enmiendas de Copenhague introdujeron controles sobre los HCFC, HBCF (hidrobromofluorocarbonos) y el bromuro de metilo, y además acortaron los plazos para la eliminación de las sustancias controladas, también se requirió a los signatarios que dejaran de producir CFC para 1996 y halon para 1994; los países en desarrollo tienen un "período de gracia" de 10 años más para cumplir estos requisitos. El Protocolo de Montreal y el Convenio de Viena, del cual surgió, son los primeros acuerdos mundiales para proteger la atmósfera.

3.7. Ley Forestal – Decreto 101-96

Artículo 92: Delito en contra de los recursos forestales. Quien sin la licencia correspondiente, talare, aprovechare o extrajere árboles cuya madera en total en pie exceda diez metros cúbicos, de cualquier especie forestal a excepción de las especies referidas en el artículo 99 de esta ley, o procediera su descortezamiento, ocoteo, anillamiento, comete delito contra los recursos forestales. Los responsables de las acciones contenidas en este artículo serán sancionados de la siguiente manera: de 5.1 metros cúbicos a 100 metros cúbicos, con multa equivalente al valor de la madera, conforme el avalúo que realice el INAB.

De 100.1 metros cúbicos en adelante, con prisión de uno a cinco años y multa equivalente al valor de la madera, conforme el avalúo que realice el INAB.

Artículo 93: Incendio forestal: quien provocare incendio forestal será sancionado con multa equivalente al valor del avalúo que realice el INAB y prisión de dos a diez años. En caso de reincidencia, la prisión será de cuatro a doce años.

Quien provocare incendio forestal en áreas protegidas legalmente declaradas, será sancionado con multa equivalente al valor del avalúo que realice el CONAP y prisión de cuatro a doce años. En caso de reincidencia, la prisión será de seis a quince años.

Para cada incendio forestal, se deberá abrir un proceso exhaustivo de investigación a efecto de determinar el origen; de una vez establecido, se procederá en contra de los responsables, de acuerdo con lo indicado.

Artículo 95: Delitos contra el Patrimonio Nacional Forestal cometidos por autoridades, quien siendo responsable de extender licencias forestales, así como de autorizar el manejo de los bosques, extienda licencias y autorizaciones sin verificar la información que requiera esta ley y sus reglamentos o la autoridad que permita la comercialización o exportación de productos forestales, sin verificar que existe fehacientemente la documentación correspondiente, será sancionado con prisión de uno a cinco años y multa equivalente al valor de la madera conforme la tarifa establecida por el INAB.

Artículo 96: El delito de falsificación de documentos para el uso de incentivos forestales. Quien para beneficiarse de los incentivos forestales otorgados por esta ley, presentare documentos falsos o alterare uno verdadero o insertare o hiciere insertar declaraciones falsas a los documentos relacionados al uso y otorgamiento de los incentivos forestales, comete actos fraudulentos, y será sancionado con prisión de dos a seis años y multa de quince mil a cien mil quetzales.

Artículo 97: El incumplimiento del Plan de Manejo Forestal como delito. Si a causa del mismo se dañaren los recursos forestales, este es sancionado con multa.

Artículo 98: Cambio de uso de la tierra sin autorización. Cuando las áreas estuvieran cubiertas de bosque, impone prisión y multa.

Artículo 99: Tala de árboles de especies protegidas, que estuvieren protegidas por convenios internacionales, son sancionados con prisión y multa.

Artículo 100: Exportación de madera en dimensiones prohibidas. Es sancionado con prisión y multa.

Artículo 101: Falsedad del Regente. Cuando este incurra en falsedad en cuanto a la información, además de responsabilidad penal se impone sanción administrativa.

Artículo 102: Negligencia administrativa. En cuanto al cumplimiento de plazos, se sanciona con multa.

3.8. Ley de Creación de la Autoridad para el Manejo Sustentable de la cuenca del lago de Amatitlán – Decreto 186-99

Artículo 1: Declaración: se declara de interés y urgencia nacional el rescate y resguardo del lago de Amatitlán y sus cuencas tributarias.

Artículo 14: División de Recolección y Tratamiento de Desechos Líquidos

Literal d): Planificar, coordinar y ejecutar las actividades necesarias para el control de los desechos sólidos.

Artículo 15: División de Reingeniería Industrial y Agroindustrial

Literal a): Promover con el sector industrial y agroindustrial la implementación de mecanismos que mitiguen la contaminación de la cuenca y el lago de Amatitlán.

Literal b): Hacer propuestas que induzcan al sector industrial a que utilice tecnologías efectivas en los procesos industriales, y que se mantengan permanentemente para mejorar los parámetros técnico-ambientales.

Literal d): Identificar las diferentes ramas industriales del área de la cuenca del lago de Amatitlán, que incluya el estudio, caracterización y mediante el análisis de los desechos líquidos y sólidos, la elaboración de propuestas de alternativas viables para la disposición de dichos desechos.

Literal e): Preparar las regulaciones pertinentes mediante criterios técnicos y científicos para el control e instalación de la industria y agroindustria.

Artículo 16: División Forestal, Consevación y Manejo de Suelos

Literal a): Elaborar estudios científico-técnicos de la caracterización de flora nativa en la cuenca y Lago, así como establecer las prioridades de reforestación.

Literal b): Planificar, programar y coordinar las acciones necesarias para llevar a cabo los proyectos de reforestación de la cuenca, estableciendo viveros necesarios, organizando a las comunidades, sector público y privado, para que se involucre en las actividades.

Literal c): Promover y estimular el uso de métodos biológicos en la producción agrícola y ejercer controles en al aplicación de biocidas.

Literal d): Dar seguimiento a los programas de reforestación en mantenimiento, prevención de incendios y manejo de parcelas reforestadas, en forma conjunta con la población, utilizando métodos compatibles con el medio ambiente.

Literal e): Efectuar prácticas de ingeniería agrícola y supervisar a las empresas que desarrollan actividades de conservación de suelos.

Artículo 18: División de Control, Calidad Ambiental y Manejo de Lagos

Literal a): Evaluar en forma sistemática la calidad de los cuerpos hídricos, sedimentos, flora y fauna que se encuentran en la cuenca del lago de Amatitlán, para determinar las principales causas y puntos de contaminación y promover las soluciones técnicas para la reducción de contaminantes.

Literal e): Efectuar un inventario biológico de la flora y fauna de la cuenca del lado de Amatitlán, estableciendo los criterios para el manejo sustentable de los mismos.

3.9. Ley de Menería – Decreto 48-97

Artículo 54: Otras Sanciones. Cualquier otra infracción a esta ley, se sancionará con una multa de cien a diez mil quetzales, según las circunstancias del caso, incluyendo extracción, transporte y comercialización ilegal de minerales.

El infractor reembolsará al Estado el valor de los minerales extraídos y vendidos; en caso de reincidencia se podrá incrementar el monto de la sanción impuesta, hasta un máximo de cincuenta mil quetzales.

3.10. Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila

Artículo 1: La presente ley tiene por objeto promocionar, incentivar y desarrollar en el territorio aduanero nacional, la producción de mercancías con destino a países fuera del área centroamericana, así como regular el funcionamiento de la actividad exportadora o de maquila de las empresas dentro del marco de los Regímenes de Perfeccionamiento Activo o de Exportación de Componente Agregado Nacional total.



4.- METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACION INDUSTRIAL DE LOS SISTEMAS Y ELEMENTOS AMBIENTALES

Se describen métodos, que ayudan a controlar y a establecer el grado de contaminación potencial, debido al desarrollo industrial. Se dan indicadores y parámetros que dan límites máximos permisibles para controlar la contaminación. En este capítulo, es necesario tomar en cuenta que para cada metodología, indicador o parámetro, existe un especialista en la materia, es decir, que conocen su campo y utilizan las técnicas necesarias para determinar las condiciones ideales en las que se puede mantener la preservación del medio ambiente.

4.1. Sistema Atmosférico

A) Métodos de control

Control de fuente de contaminación: el control de las fuentes de contaminación tiene como objetivo eliminar los posibles contaminantes del aire, puede hacerse de diferentes formas, utilizando los siguientes métodos:

- Introducir variaciones en las materias primas (sustitución de una materia nociva por otra).
- Revisar un proceso e introducir variaciones en las operaciones de los procesos
- Modificar o sustituir el equipo empleado en los procesos
- Adoptar métodos alternativos (extracción e inyección de aire en el ambiente de trabajo), y procurar un funcionamiento más eficiente del equipo existente.

En general, el control de la fuente trata de buscar sustitutos de la materia prima o de los distintos procedimientos utilizados en los procesos, para resolver el problema de la contaminación. Esto significa que puede hacerse uso de la tecnología que permita encontrar sustitutos que solucionen los problemas de contaminación y presenten algunas sustancias o procesos.

a) Destrucción del contaminante: para poder llevar a cabo la destrucción de un contaminante, debe haber amplia justificación, por lo complicado que esto resulta. Se puede conseguir utilizando fuego y/o quemadores catalíticos. Su aplicación es muy limitada, ya que únicamente se logran destruir los residuos combustibles mientras que los contaminantes gaseosos que contienen metales pesados u óxidos de azufre no pueden ser destruidos, pero sí con temperaturas de incineración superiores a los 1000° C.

b) Forma de enmascarar los contaminantes: los contaminantes pueden ser enmascarados de tal forma que se puede introducir en el aire un olor más agradable. Este método no elimina el contaminante, sino solamente hace que el nuevo olor no sea tan agradable como el anterior; sin embargo, no puede ser utilizado cuando los olores son tóxicos.

c) Neutralización de olores: neutralizar los olores no es una buena forma de tratar con contaminantes, ya que no los elimina; lo único que hace es desaparecer el olor por los efectos energéticos de los olores los contaminantes, ya que no los elimina; que aparecen combinados. Cuando se lleva a cabo la combinación de los dos olores, se dan ciertas reacciones intermedias que son precisamente las indicadas para producir la neutralización.

d) La recogida: es tal vez el mejor de los métodos señalados y el más empleado para eliminar la contaminación del aire. Consiste en la retención del contaminante mediante un equipo colector que puede ser un recipiente para la recolección de partículas o cintas que las atrapen, o bien aparatos de gran capacidad, para impedir así que escapen a la atmósfera.

e) Disolución de los contaminantes: es otra posibilidad de eliminar la contaminación del aire, aunque poco aceptada. Consiste en la disolución de los contaminantes en la atmósfera, antes de que estos alcancen concentraciones que resulten dañinas para la población. Este método de control consiste en la utilización de chimeneas altas diseñadas de forma que la expulsión de gases se produzca a una altura suficiente como para permitir que los movimientos naturales de las corrientes de aire diluyan y dispersen los diferentes tipos de contaminantes. Naturalmente el método no elimina los contaminantes, pero reduce las concentraciones de los mismos por unidad de volumen, y puede ser utilizado cuando se trata de emisiones gaseosas o de emisiones en forma de partícula.

El factor meteorológico juega un papel muy importante en este método, ya que implica restricciones o cese de operaciones de producción cuando las condiciones meteorológicas son adversas, especialmente si las condiciones del aire son estables y se produce una inversión de temperatura.

B) Sistemas de control

Es importante que se tomen en cuenta, desde el principio, las características de los contaminantes, que se dividen en dos categorías: partículas y gases. Cada categoría es diferente y por lo mismo debe ser tratada de forma diferente.

a) Tratamientos de los contaminantes en forma de partículas

Ciclones: el ciclón es un aparato utilizado para la eliminación de los contaminantes en forma de partículas se vale de un colector que actúa por acción de la inercia. Se hace penetrar la totalidad de la corriente de gas junto con las partículas que arrastra tangencialmente por la parte superior del cilindro del ciclón. Las partículas arrastradas se ven lanzadas hacia las paredes a una velocidad dada por la acción de la fuerza centrífuga. Allí son conducidas por la acción de la gravedad y/o por otras turbulencias secundarias hacia la salida de la parte inferior que ha sido diseñada, para retener el polvo específicamente, mientras que el gas limpio pasa a través del tubo central que se ha formado y escapan del colector hacia arriba.

La eficacia de los ciclones depende del tamaño de las partículas, ya que cuando son menores de 10 micras de diámetro se ve incapacitado para retener la materia muy fina, por lo que estas partículas podrían escaparse con el gas.

Los colectores ciclónicos pueden ser usados para la limpieza de gases con cierto grado de humedad, de manera que la temperatura se mantenga por encima del punto de condensación, y que el funcionamiento del aparato no sea cíclico, ya que los descensos de temperatura por debajo de los puntos de condensación, pueden provocar problemas de obturación, sobre todo si se utilizan ciclones de diámetro muy reducido.

Los ciclones, debido a su simplicidad, pueden ser construidos con gran diversidad de materiales, entre los que se puede mencionar la cerámica o revestimiento de cerámica. Estos pueden ser utilizados a temperaturas muy variables que oscilan entre la temperatura ambiente, hasta las que van más allá de 1093 °C (2000°F).

Los ciclones pueden ser utilizados en las situaciones siguientes

- Cuando el polvo es grueso
- Cuando la concentración es bastante alta
- Cuando se desea una clasificación por tamaño de las partículas de materia arrastrada
- Cuando la obtención de un elevado grado de eficacia no sea imprescindible
- Cuando no constituye una condición la opacidad reducida de las chimeneas, la cual depende principalmente de la cantidad de partículas muy finas
- Como precolectores en combinación con colectores de mayor eficiencia para la recogida de partículas finas

La industria puede utilizar este tipo de colectores de partículas, cuando trabaje con calderas alimentadas a base de carbón, maderas y cortezas. Puede utilizarse también en las fábricas de cemento, fosfato, yeso, alúmina y cal, en procesos tostadores, operaciones de fabricación de harina, aserradero de maderas y trabajos de carpintería, entre otros.

Depurados húmedos: existe una gran variedad en cuanto a tipos de colectores húmedos, los cuales siguen, como norma general, utilizar un líquido (generalmente es agua), con el fin de capturar las partículas de contaminantes y posteriormente eliminarlas.

En un depurador húmedo a las partículas que forman el aerosol, se las obliga a chocar contra lo que se ha llamado elementos de impacto, que pueden ser superficies húmedas o gotas sueltas. La mayoría de los colectores húmedos con alto grado de eficiencia son casi invariablemente del último tipo (gotas sueltas).

Las partículas de contaminantes esparcidas en la corriente de gas se desplazan hacia la superficie de las gotas de impacto (donde se origina una colisión) al intentar seguir la dirección de la corriente. Cada gota tiene la función de recoger una cantidad de partículas de contaminante contenidas en la corriente que pasa por la sección transversal del aparato. La colisión tendrá lugar y el resultado será que las partículas se adhieran a las gotas, y serán fácilmente recogidas.

La turbulencia que se necesita para la depuración se puede producir de muchas maneras. Existe una gran variedad de diseños de depuradores que van desde las cámaras de pulverización, hasta los complejos y caros aparatos mecánicos.

Los depuradores húmedos en la industria pueden ser utilizados en calderas de recuperación de las fábricas de papel, hornos de cal, fabricados de fosfato y de yeso, altos hornos, cúpulas de fundición (hornos de ladrillos), hornos de plomo, producción de aluminio, producción de ácido sulfúrico, fosfórico y nítrico, incineradores municipales y doméstico, además de procesos de revestimiento en caliente, entre otros.

Filtros de tejido o filtros de mangas: básicamente consisten en grandes coladores del polvo con filtros distintos, hechos de tejido poroso que puede resistir condiciones térmicas, químicas y mecánicas. Los tejidos están hechos con materiales de fibras naturales o artificiales de lana o de fieltro. La forma mas común de los filtros de tejido consiste en una serie de bolsas cilíndricas (mangas); que son infladas por aire que va a depurarse y que pasa de adentro hacia afuera o a la inversa; en ocasiones, a través del tejido que se utiliza como medio filtrante.

El procedimiento es el siguiente: el polvo o partículas contenidas en la corriente de gas chocan contra el medio filtrante o filtro de tela; se adhiere a el, y se separa así de la corriente de gas.

En los filtros de superficie, las partículas recogidas se convierten a su vez en el medio filtrante para las nuevas partículas. En este tipo de filtro, la eficiencia aumenta en proporción directa con la superficie de tejido que hay en el filtro.

En los filtros de profundidad, el medio filtrante consiste en un tejido de fieltro, en el que las partículas penetran, pero no lo atraviesan. Este tipo de filtro necesita generalmente una cantidad menor de superficie de tejido para filtrar una cantidad determinada de gas, que el tejido que necesita un filtro de superficie.

Con ambos tipos, se pueden conseguir buenos rendimientos en la recogida de partículas contaminantes de tamaño inferior a la micra. La eficiencia de los filtros de tejido suele ser mayor del 90%, en condiciones adecuadas. La dificultad técnica radica en la elección del tamaño, el tejido, el método y el ciclo de limpieza, así como también la determinación de la pérdida de presión.

Los filtros de tejido pueden ser utilizados en los siguientes casos

- Cuando se necesita conseguir rendimientos muy elevados (superiores a 99%)
- Cuando funcionan por encima del punto de condensación, como por ejemplo, cuando se trabaja con gases de escasa humedad.
- Cuando las temperaturas no son excesivamente altas, excepto que el tejido a ser usado soporte las pruebas de temperaturas por encima de las de operación, o se sometan los gases a enfriamiento previo a la filtración.
- Cuando se quiera recoger en seco sustancias del algún valor.

b) Tratamiento de los contaminantes gaseosos y de las sustancias que producen olores

Adsorción: este proceso se da cuando las moléculas contenidas en una corriente gaseosa o líquida se adhieren a la superficie de un sólido en el que la superficie del sólido ejerce una fuerza de atracción sobre dichas moléculas absorbidas. Esta fuerza varía de acuerdo con la naturaleza del sólido y de las moléculas. La adsorción física es un buen medio para llevar a cabo el control de los contaminantes del aire.

También existe la adsorción química o quimioadsorción. En este método, se produce la reacción química entre las moléculas de la superficie del sólido y las moléculas absorbidas, y crea una situación en donde es difícil separar unas moléculas de otras. Esta característica impide su rentabilidad, ya que no puede ser utilizada más de una vez la sustancia absorbente, o bien se necesita de una cantidad muy grande de energía para conseguir la regeneración.

Para que los coeficientes de separación sean rentables, debe contarse con grandes superficies de sólido absorbente, que entre en contacto con la corriente de gas que va a depurarse. Generalmente se utilizan sólidos muy porosos con orificios internos.

Entre los absorbentes, se puede mencionar al carbono activado que es el absorbente más importante, cuando se tratan moléculas de disolventes o sustancias que producen olores; el aluminio, la bauxita, las masas porosas de cristales o los tamices por acción molecular y los geles de silicio, arenas y resinas permutadoras de iones, etc.

Este proceso es rentable cuando permite la recuperación del producto para ser utilizado de nuevo. Resulta práctica la recuperación de gran parte de los disolventes que se desprenden de las operaciones de impresión, de las que utilizan disolventes y de las que emplean materias plásticas. En otras plantas, se separan de la corriente de gas

pequeñas cantidades de sustancias que producen olor, pero no se procede a recuperación. Este es el caso de los procesos de fermentación de colas, transformación de productos naturales y donde se realizan operaciones de curtidos.

Absorción: en este método, un gas soluble pasa a un líquido. Físicamente el gas puede disolverse en el líquido o bien reaccionar con alguno de los componentes disueltos contenidos en el mismo.

Este proceso se utiliza para la depuración de las corrientes de gas. La absorción de los gases es una operación de difusión que depende de la velocidad molecular y de la turbulencia. La transferencia se da cuando entran en contacto el gas y el líquido. Este contacto puede producirse mediante películas de líquido, burbujas de gas o gotas pequeñas de líquido. La mayoría de los aparatos que llevan a cabo la absorción de gases se sirven de un líquido o un gas de dispersión.

Dispersión: este método se ofrece como solución al problema de la contaminación del aire. La utilización de chimeneas altas, que en condiciones normales y adecuadas lograrán la expulsión de las concentraciones de manera que sean suficientemente bajas a nivel del suelo.

Las chimeneas están compuestas de dos partes principales: la cubierta externa y el conducto interno que debe ser diseñado de manera que resista las temperaturas de los gases y las sustancias que contengan. Este conducto interno, generalmente, es de ladrillo y cuando se trata de chimeneas muy altas, se emplea el acero. La cubierta externa sirve para proteger al conducto interno de la fuerza del viento e inclemencias del tiempo. Se fabrica de ladrillo o de hormigón. En algunos casos, también se utiliza metal para chimeneas de poca altura.

e) Técnicas para al análisis de los contaminantes del aire

Son muchas las técnicas que pueden ser utilizadas para la obtención de muestras y vigilancia de los contaminantes del aire, ya sea en forma de partículas o gaseosos. La selección de cada una de ellas depende de las necesidades particulares de las plantas industriales, del tipo de contaminantes que se piensan obtener y de la clase de análisis que se persigue.

Resulta sumamente difícil identificar las fuentes específicas de las que emanan los contaminantes, los factores que gobiernan su dispersión sus cambios físicos y químicos con la atmósfera y los efectos producidos por cada contaminante aisladamente.

d) Análisis de los contaminantes en forma de partículas

Entre los contaminantes en forma de partículas, se incluyen los hongos microscópicos, los granos de polen, las esporas, los óxidos de metal, el polvo, las cenizas volátiles, la niebla y los vapores.

Generalmente la investigación y el análisis de las partículas se lleva a cabo con la ayuda de recipientes para la recogida de partículas, aparatos de gran capacidad y/o cintas para la toma de muestras. En algunos casos, las muestras pueden ser recogidas utilizando un medio líquido o una superficie con agua donde las partículas queden adheridas.

El método más apropiado para obtener las muestras es aquel que, mediante un filtro de papel o una cinta , recoge una cantidad importante de partículas.

El primer método que utiliza un filtro de papel consiste en hacer pasar una cantidad de aire, a través del medio de filtración que recoge las partículas, para que al final puedan ser pesadas.

El segundo método utiliza una cinta en la que se adhieren las muestras. Consiste en hacer pasar un haz de luz a través de la materia depositada. La reducción de intensidad del haz, cuando atraviesa la parte manchada de la cinta, determina la cantidad de sólidos depositados sobre el filtro.

Existe otro sistema para la obtención de muestras, que aprovecha la inercia o precipitación electrostática y térmica.

e) Análisis de los contaminantes gaseosos

Se ha empleado una gran cantidad de sustancias para absorción de los contaminantes gaseosos del aire, tales como el carbono, el carbón activado, el gel de sílice, el aluminio activado y sustancias sintéticas de gran porosidad, como el aluminosilicato de sodio o de calcio.

Otro método para lograr la separación de contaminantes gaseosos consiste en la congelación o condensación de la materia recogida, de tal forma que la muestra de aire se hace pasar a través de una cámara intensamente refrigerada, de manera que los contaminantes condensables se queden en ella. La refrigeración de la cámara se lleva a cabo por medio de la inmersión de la misma en un baño de líquido a baja temperatura.

Otro método lo constituyen las muestras aleatorias que se utilizan cuando no se dispone de instalaciones eléctricas ni de laboratorio. Cuando las concentraciones de los contaminantes varían considerablemente durante un periodo y es necesaria la obtención de una muestra en un momento determinado, este método resulta muy útil. Presenta el

inconveniente de que la muestra no es lo suficientemente grande, por lo que resulta difícil detectar cantidades diminutas de materia, a no ser que utilicen técnicas muy sensibles.

Si se desea un grado de confiabilidad en las mediciones, debe hacerse uso de estadísticas que habrán de incluir el número de mediciones que hayan de realizarse.

4.2 Sistema hídrico

Los contaminantes del agua residual son eliminados por medios físicos, químicos, y biológicos.

Los medios de tratamiento en que se aplican predominantemente fuerzas físicas se llaman operaciones unitarias.

Los medios de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes se consigue mediante la adición de productos químicos o por actividad biológica se conocen por procesos unitarios.

4.2.1. Operaciones unitarias físicas

a) Desbaste: la primera operación unitaria en las plantas de tratamiento de aguas residuales es la operación de desbaste. Una rejilla es un dispositivo con aperturas generalmente uniforme, utilizado para retener los sólidos de cierto tamaño que arrastra el agua residual. Los elementos separadores pueden ser alambres, varillas o barras paralelas, rejillas, tela metálica o placas perforadas, y las aberturas pueden ser de cualquier forma, aunque generalmente son ranuras circulares o rectangulares. A una rejilla compuesta de varillas o barras paralelas se le llama reja. Aunque una reja sea un

dispositivo de desbaste, el uso del término tamiz debe limitarse al tipo que hace uso de placas perforadas o mallas metálicas. Sin embargo, a la función realizada por una reja se la denomina desbaste, y al material separado por aquella se le conoce como basuras.

b) Mezclado: es una importante operación unitaria en muchas fases del tratamiento de aguas residuales en las que una sustancia tenga que ser totalmente entremezclada con otra. El mezclado de un líquido puede realizarse de varias formas: en tubos tipo venturi, en conducciones, en bombas.

c) Sedimentación: consiste en la separación de las partículas suspendidas más pesadas que el agua, mediante la acción de la gravedad. Es una de las operaciones más utilizadas en el tratamiento de aguas residuales; el propósito fundamental es obtener un efluente clarificado, pero también es necesario producir un fango con una concentración de sólidos que pueda ser manejado y tratado con facilidad.

d) Secado: consiste en reducir el contenido de agua por vaporización de ésta al aire ambiente. En los lechos de secado, las diferencias de presión del valor son la causa de la evaporación a la atmósfera.

4.2.2. Procesos unitarios químicos

El más utilizado en el tratamiento de agua residual es el de desinfección, que consiste en la destrucción selectiva de los organismos causantes de enfermedades. No todos los organismos se destruyen durante el proceso. Esto es lo que diferencia la desinfección de la esterilización, la cual conduce a la destrucción de todos los organismos.

4.2.3. Procesos unitarios biológicos

Los procesos biológicos se clasifican según la dependencia de oxígeno por parte de los microorganismos fundamentales responsables del tratamiento de residuos. En los procesos aerobios, la estabilización de los residuos se consigue mediante microorganismos aerobios y facultativos; en los procesos anaerobios, se utilizan los microorganismos anaerobios facultativos. Cuando se encuentran los tres tipos de microorganismos, a los procesos se les llama aerobio-anaerobio o facultativos.

En la mayoría de los casos, el agua residual puede ser tratada biológicamente, a base de conseguir un control ambiental adecuado.

a) Tratamiento aerobio de aguas residuales

Los procesos aerobios que se consideran son: fangos activados (proceso utilizado exclusivamente en las grandes ciudades); filtros percoladores (Proceso utilizado en pequeñas ciudades y para aguas residuales muy cargadas) y estanques o lagunas de estabilización aerobios (proceso utilizado en ciudades pequeñas en las que se dispone de grandes superficies de terreno).

b) Tratamiento anaerobio de aguas residuales

Este tratamiento supone la descomposición de la materia orgánica y/o inorgánica en ausencia de oxígeno molecular. La principal aplicación se halla en la digestión de los fangos de aguas residuales una vez concentrados, así como en el tratamiento de algunos residuos industriales.

c) Tratamiento aerobio-anaerobio

Los estanques en los que se efectúa la estabilización de aguas residuales mediante una combinación de bacterias facultativas, anaerobias y aerobias, se conoce con el nombre de estanques de estabilización aerobio-anaerobios.

Los tratamientos tienen aplicación por medio de tecnologías de tratamientos existentes, que se describen a continuación.

4.2.4. Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales:

a) Pretratamiento

Es el conjunto de unidades que tienen como finalidad la eliminación de materiales que perjudican al sistema de conducción, bombeo o etapas subsecuentes del tratamiento y pueden ser: materia flotante, como artículos de plástico, madera, latas, ramas, etc., y sólidos inorgánicos en suspensión como arenas.

b) Tratamiento primario

Este proceso tiene como finalidad la remoción de sólidos suspendido (Sedimentación); las unidades o dispositivos de tratamiento que utilizan el proceso de sedimentación son:

- Fosas sépticas
- Tanques inhoff
- Sedimentadores simples o primarios
- Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente, RAFA
- Coagulación o floculación

Estas unidades se diseñan para disminuir el contenido de sólidos suspendidos y de grasas y aceites en las aguas residuales.

c) Tratamiento secundario

Este proceso se utiliza para los sistemas de tratamiento de tipo biológico, en los cuales se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales.

Su finalidad es reducir la materia orgánica soluble biodegradable insensible a las fases anteriores. Puede realizarse en condiciones aerobias, anaerobias y/o combinando éstas en serie.

En condiciones aerobias, la degradación de los residuos se realiza mediante microorganismos aerobios que la transforman en Dióxido de Carbono y Agua, etc.; produce células muertas en un ambiente que contiene oxígeno y en condiciones favorables definidas por el tiempo de contacto, pH, inhibidores y otros.

En condiciones anaerobias, la degradación de materia orgánica soluble se realiza en un ambiente en ausencia de oxígeno y en condiciones favorables de tiempo de contacto, pH, ausencia de inhibidores, etc.

Tanto los procesos aerobios como los anaerobios, pueden realizarse en reactores metálicos, plásticos, de hormigón armado, mampostería, etc. o, en lagunas construidas excavando el suelo, por encima del nivel freático e impermeabilizando sus paredes y fondo, para evitar lixiviaciones de contaminantes hacia el subsuelo. En este caso, es importante que el terreno posea condiciones adecuadas, ya que suelos granulados son inadecuados para estos fines, requiriendo algún tipo de revestimiento, tales como arcillas o membranas impermeables.

d) Desinfección

Cuando se descargan aguas residuales crudas o tratadas en cuerpos de agua que van a utilizarse, o que pueden ser utilizados como fuentes de abastecimiento público, o para propósitos recreativos, se requiere un tratamiento suplementario para destruir los organismos patógenos, a fin de que sean mínimos los peligros para la salud debido a la contaminación de dichas aguas.

Existen varios métodos de desinfección:

- Físicos (filtración, ebullición, rayos ultravioleta)
- Químicos (aplicación de cloro, bromo, yodo, ozono, etc)

Uno de los más utilizados es el de aplicación de cloro, el cual se describe a continuación.

e) Cloración

El cloro es uno de los compuestos más importantes que existen para la desinfección del agua, dado su amplio uso, además se utiliza para;

- Eliminación de olores y sabores
- Decolorar
- Evita formación de algas
- Ayuda a la oxidación de materia orgánica
- Ayuda a eliminar las espumas de los decantadores
- Mejora la eficiencia de la decantación primaria

Se requiere un tiempo mínimo de contacto de 30 minutos, al cabo del cual la dosis de cloro residual debe ser de 0.5 a 1.0 mg/l.

e) Tratamiento terciario

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-química-biológica adecuada para el uso al que se destina el agua residual.

Este tratamiento es utilizado generalmente por las aguas municipales, muy raras veces tiene aplicación en la industria.

A continuación, se describen algunos parámetros de las empresas que mayor contribuyen a la contaminación ambiental, tanto en menor, como en mayor cantidad.

Tabla VI. Límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas de la industria procesadora de productos lácteos

PARÁMETRO	EMPRESA EXISTENTE	EMPRESA NUEVA
SÓLIDO SEDIMENTALES	1.0 ml/L	0.3 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSION	60 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	100 mg/L	25 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	80 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	10 mg/L
PH	6-9	6.5 -8.5
MATERIA FLOTANTE	Ausente	Ausente
OXÍGENO DISUELTTO	4.0 mg/l	7.0 mg/L
TEMPERATURA	25-30°C	25-30°C
SULFITOS	2.0 mg/L	0.5 mg/L
GRASAS Y ACEITES	50 mg/L	10 mg/L
CLORUROS	250 mg/L	50 mg/L
PERÓXIDOS	Ausente	Ausente

Tabla VII. Límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas de la industria rastros, granjas (avícolas, porcinas y bobinas) y procesadoras de carne

PARÁMETRO	EMPRESA EXISTENTE	EMPRESA NUEVA
SÓLIDO SEDIMENTALES	1.0 ml/L	0.3 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	100 mg/L	50 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	200 mg/L	100 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	10 mg/L
PH	6-9	6.5 - 8.5
MATERIA FLOTANTE	Ausente	Ausente
OXÍGENO DISUELTO	4.0 mg/l	7.0 mg/L
TEMPERATURA	25-30°C	25-30°C
SULFITOS	Ausente	Ausente
GRASAS Y ACEBITES	50 mg/L	10 mg/L
COLOR RESIDUAL	2.0 mg/L	0.5 mg/L
PERÓXIDOS	Ausente	Ausente

Tabla VIII. Límites máximos permisibles de contaminación para la descarga de aguas servidas de las industria del beneficiado de café

PARÁMETRO	EMPRESA EXISTENTE	EMPRESA NUEVA
SÓLIDO SEDIMENTALES	2.0 ml/L	0.5 ml/L
SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	60 mg/L	20 mg/L
SÓLIDOS TOTALES	1.0 %	< 1.0 %
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)	250 mg/L	100 mg/L
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)	500 mg/L	200 mg/L
FÓSFORO TOTAL	-	2 mg/L
NITRÓGENO TOTAL	-	10 mg/L
Ph	6-9	6.5 - 8.5
MATERIA FLOTANTE	Ausente	Ausente
OXÍGENO DISUELTO	4.0 mg/l	7.0 mg/L
TEMPERATURA	25-30°C	25-30°C
SULFITOS	Ausente	Ausente
PESTICIDAS ORGANO CLORADOS	0.1 mg/L	0.005 mg/L
PESTICIDAS NITROGENADOS Y FOSFORADOS	0.1 mg/L	0.005 mg/L
GRASAS Y ACEITES	50 mg/L	10 mg/L

Tabla IX. Tratamientos a utilizar para las aguas residuales industriales según su actividad

INDUSTRIA	ORIGEN	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS	TRATAMIENTO Y MÉTODOS DE ELIMINACIÓN
ROPA			
TEXTILES	Cocido de fibras	Alcalinidad alta, suspensión de sólidos, alta temperatura	Neutralización, tratamiento biológico, aereación o goteo
PRODUCTOS DE CUERO	Deshilado, remojo y encogimiento de cuero	Sólido en gran cantidad, sal, sulfatos, cromo	Neutralización sedimentación y tratamiento biológico
LAVANDERÍA	Lavado de ropa	Alta turbiedad, alcalinidad y sólidos orgánicos	Absorción y flotación precipitación química, protección por filtros
QUÍMICOS			
ÁCIDOS	Agua destilada, mucha variedad de ácidos diluidos	Bajo pH, contenido orgánico bajo	Neutralización continua o diluido, o incinerar cuando algunas materias orgánicas están presente
DETERGENTES	Lavado y purificación de jabones y detergentes	Jabones	Flotación y precipitación de espuma con CaCl_2
EXPLOSIVOS	Pólvora para purificación y lavado de cartuchos	Ácidos, colorantes, olor y contenido de ácidos orgánicos, alcohol de polvo y algodón, metal, aceite y jabones	Precipitación química, tratamiento biológico, aereación, neutralización
INSECTICIDAS	Lavado y purificación de productos como 4.0, DOT	Altas sustancias orgánicas, ácidos, benceno, tóxico para bacterias y peces	Dilución, almacenamiento, absorción de carbón activado, alcalino y cloración
FORMALDEHÍDOS	Residuos de resinas sintéticas de la manufactura y del secado de fibras sintéticas	Alto HCHO, tóxico para bacterias en altas concentraciones	Filtración, absorción en carbón vegetal activado

4.3. Sistema lítico y edáfico

- **Indicadores de acuerdo con las características físicas del suelo**

- a) Textura
- b) Estructura
- c) Actividad microbiana
- d) Peso y espacio poroso
- e) Densidad aparente del suelo
- f) Permeabilidad del suelo
- g) Color
- h) Temperatura

- **Indicadores de acuerdo con la relación microorganismos-suelos**

- a) Microorganismo
- b) Bacterias
- c) Hongos
- d) Algas
- e) Actinomicetos
- f) Humedad
- g) Temperatura
- h) Aireación
- i) Acidez y alcalinidad

- **Indicadores de acuerdo con propiedades químicas y mineralógicas**

- a) Composición mineralógica de rocas
- b) Estructura de minerales
- c) Capacidad de intercambio catiónico de los suelos
- d) Clase y cantidad de cationes intercambiables
- e) Porcentaje de saturación de bases
- e) pH del suelo

- **Indicadores de acuerdo con la clasificación y origen de suelos**

A) Para la evolución o génesis del suelo

- a) Clima
- b) Vegetación
- c) Material de origen
- d) Topografía
- e) Tiempo
- f) Diferenciación de horizontes

B) Para la clasificación de suelos

- a) Tipo de suelo
- b) Pendiente
- c) Grado de erosión
- d) Forma del suelo
- e) Estructura del suelo
- f) Categorías (orden, suborden, grupos)

- **Indicadores de acuerdo con el uso de la tierra**

- a) Tipo de suelo
- b) Declive de la pendiente
- c) Grado de limitación
- d) Unidades de capacidad de uso
- e) Subunidades de capacidad de uso
- f) Uso urbano
- g) Cultivos
- h) Categorías de bosques
- i) Categorías de pastos
- j) Categorías de pantanos, ciénagas
- k) Cuerpos de agua
- l) Tierras degradadas

- **Indicadores de acuerdo a necesidades de acuerdo a las necesidades de riego**

- a) Clase de capacidad de la tierra
- b) Textura de la superficie
- c) Capacidad para retener agua disponible
- d) Permeabilidad del suelo y subsuelo
- e) Profundidad efectiva
- f) Acumulación de sales solubles
- g) Pendiente y uniformidad de la superficie
- h) Tasa de infiltración
- i) Época y distribución de la precipitación
- j) Aprovechamiento de agua y su disponibilidad
- k) Rotación de cultivos

- l) Áreas de regar
- m) Método a usarse en la aplicación de agua al terreno
- n) Cantidad de agua a aplicar
- ñ) Áreas aptas para riego
- o) Disponibilidad de agua superficial para riego.

4.4. Contaminación audial

Los aparatos utilizados, para medir la intensidad de los sonidos, contiene en general tres escalas, las cuales se relacionan con el comportamiento del oído en la siguiente forma

- DB(A) comportamiento del oído para niveles de 0 a 55 dB.
- DB(B) comportamiento del oído para niveles de 56 a 85 dB.
- DB(C) comportamiento del oído para niveles de 86 en adelante.

4.4.1. Formas de medición del ruido

Para medir el ruido, se utilizan medidores llamados decibelímetros, los cuales generalmente tienen tres escalas diferentes de medida A, B, C. Para tomar lecturas con estos aparatos, es conveniente que se coloquen lejos de barreras físicas; se recomienda además localizarlos a una altura de 1.50 mts. Para el caso de los decibelímetros portátiles, es conveniente que el operador se encuentre a una distancia mínima de 0.50 cm. del aparato, cada dos horas de uso.

Para anotar las lecturas, se toma el valor promedio indicado para un intervalo aproximadamente de cinco segundos.

Las lecturas se toman en el interior de la industria como en las vecindades.

A partir de los 90 decibeles, se considera al ruido como peligroso para la salud del hombre, aun cuando el umbral doloroso para el órgano de la audición es de 120 dB.

4.5. Contaminación visual

- Parámetros básicos ambientales relacionados con la arquitectura

Cuando se evalúa un paisaje o entorno, se pueden considerar

a) Matriz de información ecológica

b) Factores bióticos: flora y/o fauna.

c) Factores abióticos: físico-químicos

d) Elementos creados por el hombre: dentro de los elementos creados por el hombre están el asentamiento humano y la construcción de infraestructura. En ambos casos, debe analizarse si dichos elementos se integran a la naturaleza o rompen con el entorno. Algunas variables son: acumulación de residuos, población o usuario, materiales constructivos predominantes, bancos de materiales, infraestructura.

Dentro de las características específicas para evaluar propiamente asentamientos humanos, deberán considerarse variables como: tipologías arquitectónicas, colores predominantes, formas o aspectos estéticos, uso de texturas y proporciones, así como las valoraciones históricas y culturales predominantes.

4.6. Sistema biótico

- a) Flora: reforestación, barreras, jardinería.
- b) Fauna: reserva de área, verjas, suministro de alimentos.



5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Es necesario que toda actividad o proyecto (social, económico y político) tenga entre sus objetivos la preservación del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, tratando de predecir los efectos que éstos producirán, ya sean nocivos o benéficos. Por eso es necesario hacer un Estudio de Impacto Ambiental (EsIA), para predecir los impactos ambientales que puedan derivarse de la ejecución de dicho proyecto, así como una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), para establecer su aceptabilidad, modificación o rechazo del mismo.

5.1 Estudio de impacto ambiental

La preparación de un estudio de impacto ambiental demanda una serie de actividades de planificación, recolección de datos y su interpretación que deben estar organizadas de manera lógica.

Principales actividades de un estudio de impacto ambiental

- **Identificación de los impactos**

Esta fase de Identificación de los impactos debe buscar los “enlaces claves” entre el proyecto y el medio ambiente.

- **Identificación de los principales problemas**

Este mismo razonamiento impone la existencia de una fase de identificación de los problemas (o impactos) más importantes. Como esto implica juicios de valor (todas las personas no atribuyen igual importancia a diferentes componentes del medio ambiente), se recomienda una consulta previa al órgano ambiental y también la participación del público, a fin de que ciertos problemas sean “olvidados”. De este modo, si el equipo que evalúa tiene todas las razones para creer que determinado impacto – por ejemplo – la contaminación de las aguas- no será importante, aun cuando puede ser conveniente estudiarlo en el EIA, si la población que vive aguas abajo expresa su preocupación que el proyecto pudiera llegar a contaminar las aguas y, como consecuencia, afectar sus actividades de pesca, por ejemplo.

a) Estudio de base

Los estudio de base deben ser desarrollados para suministrar los datos necesarios a la previsión de los impactos (que debería, en la medida de lo posible, ser cuantitativa), a su evaluación (el juicio de su importancia) y al seguimiento (una vez que la decisión de implantar el proyecto haya sido tomada). Se hace innecesario decir que los estudios de base sectoriales (ecológicos, hidrológicos, etc) deben ser ejecutados con los mismos cuidados que una investigación científica.

En esta fase, deberán elegirse las escalas temporales (corto, mediano o largo plazo) y espacial en las que se hará la evaluación de los impactos. Normalmente, es más difícil trabajar a gran escala y a largo plazo; además, este tipo de preinversión es menos confiable. Impactos importantes, sin embargo pueden producirse a largo plazo y a grandes distancias (Holling,1978). Otra decisión que debe tomarse en esta fase tiene que ver con el nivel de organización ecológica a ser estudiado (población, comunidad o ecosistema).

En vista de que la mayor parte de los fenómenos naturales son cíclicos, estacionales o sujetos a variaciones, es necesario organizar los estudios de base y la recolección de datos de manera de mostrar estas fluctuaciones.

En medios degradados, el estudio del estado inicial debe mostrar el nivel de degradación y el impacto será previsto con relación a este estado, pero de igual modo, en estos casos, puede ser necesario conocer el estado del medio, antes de la degradación, caso en el que se pueden efectuar investigaciones en medios similares.

b) Previsión de los impactos

La diferencia principal entre la identificación y la previsión de los impactos es que ésta debe indicar, por lo menos, las tendencias más probables seguidas por algunos indicadores a lo largo de la vida del proyecto y luego de su desactivación. Un indicador ambiental es un parámetro que suministra una medida de magnitud del impacto. Estos indicadores se eligen cuando se inicia la concepción de los estudios de base, ya que éstos deben estudiar la variabilidad de los fenómenos naturales o sociales, antes de la ejecución de los proyectos, para que sus valores medios y sus variantes puedan ser comparadas con las medidas y variantes esperadas luego de la implantación del proyecto.

Se dispone, para la previsión de los impactos, de todos los instrumentos de cada disciplina científica llamada a contribuir para los estudios de impacto ambiental, partiendo (I) de modelos matemáticos- de circulación atmosférica, de dispersión de contaminantes en el aire, de régimen hidrológico, de calidad de las aguas, de dispersión de contaminantes en las aguas de superficie y subterráneas, de erosión y de sedimentación, de propagación de ruidos y de vibraciones, etc. (Broissia, 1986; Down y Socks, 1977) y de determinados procesos ecológicos – y (II) de modelos conceptuales o de simulación, especialmente ecológicos, en donde la cuantificación es más difícil que en los procesos físicos, químicos o físico- químicos. Se puede también realizar experiencias de laboratorio o de campo.

A pesar de que las previsiones cuantitativas sean preferibles, no son siempre posibles. A veces, hasta las previsiones cualitativas son difíciles, como el caso de impactos sociales.

c) Evaluaciones de los impactos previstos

Es una fase, en la cual el juicio de valor es inevitable y, por ende, en la que la participación del público es altamente deseable. Varias de las llamadas “metodológicas” de evaluación de impactos ambientales proponen recetas para la agregación “racional” o “lógica” de juicios de valor por parte de las personas encargadas de tomar decisiones. Los problemas y las fallas, así como la racionalidad subyacente de tales “metodologías”, fueron muy criticadas (Bisset, 1983; Hollick, 1981).

d) Plan de manejo

El estudio de impacto ambiental va a proponer algunas acciones destinadas a disminuir los impactos ambientales negativos (estas acciones son generalmente

conocidas como medidas mitigadoras). Esto significa que un proyecto puede ser modificado (a veces substancialmente) para reducir sus impactos ambientales negativos.

También se da el caso en que se produzcan impactos ambientales positivos, normalmente en el campo económico, y se propaguen medidas para ampliar el potencial de esos impactos.

Otro componente del plan de manejo es el plan de seguimiento ambiental. Su importancia es fundamental. El seguimiento debe ser coherente con las otras fases de los estudios ambientales: los indicadores y la localización de las estaciones de medición deben, en principio, ser los mismos que los del estudio base. De hecho, el seguimiento es así una continuación de los estudios de base, y la mayor parte de las consideraciones válidas para los estudios de base son también para el seguimiento.

El seguimiento ambiental expuesto sirve para

- Verificar los impactos reales del proyecto;
- Compararlos con las previsiones;
- Alertar para la necesidad de intervenir en el caso que los impactos sobrepasen ciertos límites; y
- Evaluar la capacidad del EIA de hacer previsiones válidas, y formular recomendaciones para el mejoramiento de la eficiencia de futuros EIAs de proyectos similares o localizados en igual tipo de medio.

El seguimiento ambiental del proyecto no debe confundirse con el seguimiento general de la calidad ambiental. Debe ser concebido en función de los impactos previstos, y ser capaz de captar los cambios inducidos y diferenciarlos de eventuales cambios naturales o inducidos por otras fuentes.

5.2. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)

Proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría, en el supuesto de que se llevase a cabo, y con el fin de establecer su aceptabilidad, modificación o rechazo por parte de la institución respectiva.

A) Metodología para la elaboración de una EIA

En la mayoría de los casos, existe una carencia de recursos económicos, personal capacitado y voluntad política para efectuar una EIA. Por eso se propone una metodología práctica basada en principios establecidos (Reiche y Sandoval 1,995 & Hyman et al. (1988).

El proceso debe ser sistemático y objetivo para disminuir la posibilidad de sesgos, y replicable para permitir su uso en diferentes situaciones.

El equipo que elabora la EIA debe estar compuesto por profesional de diferentes disciplinas relevantes para asegurar una visión balanceada.

Los resultados deben basarse en información verídica (cuantitativa o cualitativa) obtenida de estudio específicos o entrevistas reales, y no en suposiciones de equipo técnico.

El proceso debe ser transparente y accesible al público, para fomentar así su participación abierta, y el análisis por parte de cualquier interesado.

Las conclusiones que se obtengan deben ser lógicas y justificables, según los resultados del análisis.

B) Principios

Existen tres principios de cualquier EIA: La participación pública, la planificación y la toma de decisiones balanceadas.

a) Participación pública

El involucrar al público, en el proceso de evaluar los impactos resultantes, permite a las comunidades, a los individuos y los diferentes sectores expresarse sobre las actividades que pudieren tener impacto en su salud, bienestar y calidad de vida.

b) Planificación

La EIA es una herramienta de resolución o eliminación de problemas actuales y potenciales en el proceso.

La adherencia a los conceptos básicos de la EIA, durante las etapas iniciales de planificación, asegura que los aspectos ambientales realmente sean incorporados en la toma de decisiones sobre el diseño de la actividad.

c) Toma de decisiones balanceada

Cualquier proyecto o actividad altera en alguna medida al medio ambiente. La meta de una EIA es asegurarse de que los efectos ambientales indeseables de una acción se mantengan al mínimo, y que las decisiones tomadas sobre dichas acciones sean balanceadas y aceptables. En pocas palabras, se trata de maximizar los beneficios y minimizar los efectos negativos.

Para facilitar la toma de decisiones balanceadas, se debe incorporar un equipo multidisciplinario para comparar diferentes opciones que realmente sean factibles para lograr los objetivos. Una buena EIA incluye la presentación objetiva de dichas opciones, las razones por las cuales se recomienda la opción ganadora

Es importante notar que la opción menos dañina al ambiente (recomendada en la EIA) no siempre tiene que ser la aceptada por quienes toman las decisiones. Hay varias consideraciones de naturaleza social, política y económica, que los administradores toman en cuenta al momento de evaluar la EIA.

5.2.1. Valoración

A) Matriz de Leopold

Es un método que sirve para evaluar el impacto medioambiental.

El objetivo de este método es la identificación de impactos y efectos medioambientales directos producidos por un conjunto de actividades de un proyecto sobre el medio ambiente y evaluación de éstos, en función de su magnitud e importancia.

El método constituye, principalmente, “una ayuda memoria” de las actividades más comunes de un proyecto y de los aspectos medioambientales sobre los cuales actúa.

Funciona básicamente como una guía para el diseño de futuros estudios, como un método comprensivo que incluye tanto el medioambiente físico como el medio sociocultural; pero sesgado hacia el medio físico-biológico dentro de los métodos de matrices, el evaluador puede modificarla hacia las necesidades particulares.

La desventaja de este método no incluye recomendaciones para procedimientos de inspección o monitoreo, una vez que la acción haya terminado.

Debido a la doble entrada de la matriz, el método no permite sintetizar las predicciones medioambientales, ya que es imposible obtener debido a la escala – valores para los impactos agregados, lo que lleva a presentar 17,600 probabilidades, para cada alternativa propuesta para la acción.

En nuestro estudio se presenta una matriz que presenta una lista de los impactos potenciales que corresponden a actividades específicas de un proyecto, creando un modelo sencillo que demuestra las relaciones causa y efecto (Hyman et al. 1988). Para determinar la importancia de los impactos, se debe cumplir con los siguientes pasos:

a) Identificar acciones impactantes

Identificar las acciones más impactantes en términos ecológicos, económicos o sociales, y que se relacionan con cada tema significativo, como por ejemplo:

Actividades que modifican el uso del suelo

- Nuevas ocupaciones
- Desplazamiento de la población
- Construcción de caminos

Acciones que implican la emisión de contaminantes

- Disposición de residuos

Acciones que implican sobreexplotación de recursos

- Cosecha de productos forestales
- Quemadas no controladas
- Destrucción o daño a vestigios arqueológicos

Acciones que actúan sobre el medio biótico

- Tala de árboles
- Movimiento de maquinaria en hábitat especial para la fauna

Acciones que afectan el ambiente socioeconómico

- Empleo de la gente local
- Ventas de productos terminados

Se deben tratar de identificar acciones muy específicas, en vez de acciones generales o vagas, para facilitar el proceso de valoración.

b) Identificar factores impactantes

Se deben definir los factores ambientales del sitio que son más susceptibles de sufrir impactos, así como la función de las acciones identificadas anteriormente.

El análisis de los impactos se debe enfocar solamente en los factores específicos y relevantes, que podrían resultar afectados por la acción propuesta. Factores geológicos y climáticos (entre otros), es decir, que no tienen que ser descritos, si no serán afectados por las actividades identificadas.

Aunque hay muchos factores que son impactados por las actividades humanas, la idea es aprovechar el proceso de consulta pública para definir los más relevantes.

B) Matriz de importancia

Existe un método que utiliza el conjunto de características predecibles para calcular un valor de importancia. Este paso es clave para precisar la subjetividad de los evaluadores, y de cómo se tomaron en cuenta los temas significativos indentificados por la consulta pública (Conesa Fdez. 1993).

“No es válido, por lo tanto, pasar tras una identificación de posibles impactos, a un proceso de evaluación de los mismos, sin un previo análisis enunciado, describiendo y analizando los factores más importantes constatados, justificando por qué merecen una determinada valoración”

Tabla X. Matriz de Importancia

SIGNO (S)	INTENSIDAD (I)
Impacto beneficioso +1	Baja 1
Impacto perjudicial -1	Media 2
	Alta 4
	Muy alta 8

		Total	10
EXTENSIÓN DEL IMPACTO (E)		MOMENTO (M)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio plazo	2
Extenso	4	Inmediato	4
Total	8		
PERSISTENCIA (P)		REVERSIBILIDAD (R)	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Petinaz	4	Largo plazo	4
Permanente	8	Irreversible	8
MEDIDAS DE MITIGACIÓN Sí o No		FORMULA DE IMPORTANCIA $\pm S * (3I + 2E + M + P + R)$	

SIGNO (S)

Un impacto puede ser beneficioso (+) o negativo (-), según la perspectiva de los evaluadores. Hay que considerar los dos tipos en una evaluación de impacto ambiental, y poner el carácter apropiado.

INTENSIDAD (I)

El grado de incidencia de la acción sobre el factor en el sitio específico donde se efectúa la actividad. Por ejemplo, un impacto intenso es una quema fuerte que elimina toda la vegetación en el sitio, mientras un impacto menos intenso podría ser el cambio en las características edáficas del sitio, por la apertura de pistas de arrastre.

EXTENSIÓN (E)

El área de influencia del impacto en relación con la concesión (desde muy localizado hasta muy disperso).

MOMENTO (M)

Entendido como el inicio de la manifestación de impacto.

Se da más peso a un impacto que inicia desde el principio (abrir el dosel mediante una tala de un árbol) en vez de otro que pueda ocurrir varios años después (entrada de plagas). Medio plazo se refiere a algo que transcurre entre 1 y 3 años, y largo plazo lo que ocurre después de 3 años.

PERSISTENCIA (P)

El tiempo que supuestamente permanece el impacto a partir de su existencia en el sitio (Fugaz: menos de 1 año, Temporal: entre 1 y 3 años, Pertinaz: entre 4 y 10 años, Permanente: más de 10 años).

REVERSIBILIDAD (R)

La posibilidad de restaurar el factor impactado a las condiciones iniciales (aunque esto es más relevante para los proyectos como la extracción de petróleo o la deposición de desechos peligrosos, siempre es útil tomarlo en cuenta para actividades forestales).

MEDIDAS DE MITIGACIÓN (MM)

Se refiere a medidas que se toman para eliminar, prevenir o reducir efectos negativos que pudieran resultar de la acción propuesta e identificados en la EIA (CONAMA 1990).

Se puede definir la mitigación como una serie jerárquica de acciones que incluyen:

- Evitar completamente el impacto al no ejecutar la acción.
- Disminuir los impactos a un grado aceptable
- Rectificar el impacto después de la acción mediante la reparación o restauración del ambiente afectado.
- Reducir o eliminar el impacto durante el transcurso de la actividad.
- Compensar por el impacto al reemplazar o sustituir recursos o ambientes (la más costosa y menos preferida de las acciones de mitigación).
- Aunque esta cuadrícula no forma parte de la fórmula para calcular en valor de importancia, sí es una herramienta valiosa para determinar de antemano si existen medidas de mitigación para remediar los impactos. Aunque es necesario anotar MM en la matriz de impactos, hay que calcular el valor de importancia, suponiendo la ausencia de medidas de mitigación. Es decir, que uno no puede bajar el valor de la extensión del impacto, por ejemplo, suponiendo la existencia de la mitigación.

5.2.2. Informe final

Es el informe de la EIA que emiten los expertos en la materia, y que serán evaluados por el organismo rector del medio ambiente, después de analizar las alegaciones, objeciones y comunicaciones resultantes del proceso de participación pública; este informe servirá de base fundamental para la resolución administrativa en relación con el proyecto.

Términos que se deben de tomar en cuenta para hacer una evaluación de impacto ambiental a una industria alimenticia

Ubicación y localización

Ubicación de todos los sitios de desarrollo y derechos de vía que se relacionan con el proyecto; disposición general de las instalaciones en los sitios de desarrollo que estén relacionados con el proyecto y el tamaño; proveer mapas de escala apropiadas para ilustrar la distribución general de los sitios que se relacionan con el desarrollo del proyecto, así como las áreas circundantes que quizá sean afectadas ambientalmente.

Recursos hídricos

Describir todo recurso hídrico disponible y utilizado en el proceso, y proveer mapas de escala apropiada donde se visualice toda extensión de agua, su ubicación y su tamaño.

Zonas de vida

Descripción de las zonas de vida en el área del proyecto o en su zona de influencia, habitabas, sitios naturales.

Drenajes

Determinar drenajes existentes, o la necesidad de instalación/construcción de ellos dónde se ubican, dónde se inician, dónde finalizan; determinar los posibles desechos que van a ser eliminados por este medio y su impacto en el ambiente.

Desechos y su eliminación

Descripción de los desechos sólidos provenientes del procesamiento de alimentos como carnes, frutas, vegetales, y pescado. Determinar su forma de eliminación, de tal forma que se evite la propagación de enfermedades, plagas, etc. Definir los desechos que pueden utilizarse como subproductos al ser procesados nuevamente.

Emisión de material dañino, humo, gases y otros

Determinación de emisiones atmosféricas de las instalaciones, tales como partículas, óxidos, hidrocarburos u otros compuestos orgánicos, olores nocivos o molestos.

Origen de materia prima

Describir el origen de la materia prima que se va a utilizar, como frutas, verduras, carnes, pescado o productos lácteos: su calidad y cantidad.

Transporte de materia prima

Definir el manejo y transporte de la materia prima utilizada en el proceso; describir consideraciones o cuidados necesarios en el manejo de los mismos.

Procesos

Descripción general de todos los procesos utilizados en la planta, que sean normales o alternativos, que definen los impactos que puedan causar en el ambiente y en trabajadores.

Infraestructura y servicios existentes

Descripción de infraestructura y servicios existentes: energía eléctrica, agua potable, transporte, vías de comunicación, etc.

Áreas de reserva y protegidas

Descripción de áreas protegidas en las cercanías al área del proyecto, hábitats, que incluyan los parques o reservas, sitios naturales, etc.

Describir sitios de importancia cultural o arqueológica en las cercanías, como por ejemplo, las ruinas.

5.3. Desarrollo industrial y la calidad ambiental en el manejo sostenible de los recursos naturales

La revolución industrial incorporó a la producción fabril de grandes núcleos humanos que pasaron de las zonas rurales a las áreas urbanas. El perfeccionamiento de la máquina de vapor y la introducción del telar mecánico, impulsaron en los años de 1850 un desarrollo, sin precedentes, principalmente en Inglaterra y Alemania.

Es así como el pequeño taller cede su espacio a la gran industria naciente, que requiere grandes contingentes de mano de obra y materias primas. El carbón hasta entonces había aportado, en su mayoría, las necesidades energéticas del hombre, aunque era evidente que para sostener el ritmo de la Revolución Industrial se requería de combustibles adicionales. En 1853, por coincidencia o necesidad se perfora en Pensylvania (EEUU) el primer pozo de petróleo. Con el uso intensivo del petróleo, se facilitó el crecimiento de la industria, y se agravaron de manera alarmante los problemas de contaminación.

Ya en los primeros años del siglo XIX, habían aparecido síntomas de malestar público debido a la contaminación atmosférica por efecto de la combustión del carbón. En ese tiempo, se sabía muy poco de este tipo de contaminación, sin embargo, hoy sabemos que ésta no es solamente el único efecto perjudicial que sobre el ambiente acarrea la industrialización. La industrialización se entiende, como la actividad más importante del desarrollo, considerándose frecuentemente que estos términos son sinónimos. La Estrategia Mundial para la conservación define el desarrollo como “la modificación de la biósfera y la aplicación de los recursos humanos, financieros, vivos e inanimados en aras de satisfacción de las necesidades humanas y mejoramiento de la calidad de vida”; según esta definición, la industrialización no ha cumplido cabalmente su función de propiciar y motorizar el desarrollo. En realidad ha, deteriorado en muchos casos, el medio ambiente produciendo contaminación y disminución de los recursos

naturales, así como también decrementos en la calidad de vida, principalmente en áreas urbanas.

A) Efectos ambientales de la industrialización

La industrialización ejerce presión sobre los recursos naturales, porque los necesita como materia prima. Esta presión puede disminuirlos e inclusive comprometer su capacidad de renovación (cuando exista) de manera seria.

El desarrollo como proceso y el desarrollo industrial en particular se han considerado frecuentemente antagónicos a la conservación. En su sentido actual, la conservación es la gestión que permite que la industria obtenga un provecho mejor y permanente de los recursos naturales, es decir, la conservación de la posibilidad de renovación y por lo tanto, es a la misma industria a quien le debe interesar e importar la conservación de los recursos, si se quiere que el desarrollo industrial sea sostenido.

B) Costos de la actividad industrial

Parece ser un procedimiento rutinario dentro de las actividades administrativas de una industria, determinar el costo en que incurre al producir un bien o servicio específico.

Ahora bien, este costo no refleja el efecto que tiene la actividad sobre el ambiente y los recursos naturales.

En una economía de mercado, los efectos ambientales, en muchos casos, se consideran externalidades, es decir, son efectos externos que no tienen importancia para el individuo o grupo que los crea. Sin embargo, el hecho, por ejemplo, de utilizar bienes comunes (la atmósfera, el agua) como lugares de desperdicios, afecta a los demás y

puede “costar” hasta la muerte. Es importante resaltar que el grupo de mayor riesgo de los efectos industriales es el personal que trabaja en la industria.

Se necesita hacer que estos costos externos, sean internos, porque tarde o temprano, de una manera u otra, el daño que se hace al ambiente, disminuye la cantidad de beneficios que cada uno de nosotros tiene derecho a recibir de éste, y nos puede perjudicar directamente.

La dificultad estriba en darle valor y costo a la naturaleza, porque se supone que la capacidad de ésta para producir beneficios es inagotable, lo cual no es cierto. El hombre es una criatura de aparición reciente en este planeta, y está usufructuando lo que la naturaleza construyó en miles de millones de años.

Para Farnworth et. al., los ecosistemas naturales tienen tres valores, el de mercado, y dos valores que no son de mercado; uno atribuible o asignable, el de los productos, y servicios públicos como el agua, y otro intangible o no asignable, como sería el mantenimiento de la estabilidad atmosférica, de la cual depende la calidad del aire que respiramos. Se puede dar valor a la madera de un bosque, y expresar éste en términos monetarios. Pero, valorar económicamente la función del bosque en la regulación del ciclo hidrológico es muy difícil.

Para la contaminación, Foster considera dos costos: el de prevenirla y el provocado.

El primero es fácil de calcular, pero el segundo resulta a veces imposible. Se pueden determinar los costos de un sistema de tratamiento de agua que asegure que los vertidos de una industria no contaminen un río, sin embargo calcular los beneficios que se perdieron al contaminarse el río es complicado.

Sin embargo, se puede tener un valor aproximado del costo provocado, a través de las pérdidas en producción pesquera o los perjuicios de la salud. Por ejemplo, un estudio en EE.UU., indica que bajando la contaminación atmosférica en un 50%, se podría evitar el 25% de las enfermedades y muertes debidas a las afecciones pulmonares, lo que representan un ahorro de 1,222 millones de US \$.

En vista de que entendemos que el desarrollo industrial es necesario, sería oportuno llegar a acuerdos que por lo menos prevengan la contaminación. Se deben controlar las emisiones y vertederos dentro de las fábricas y fuera de éstas, para que el beneficio que se deriva de las industrias no incluya el perjuicio de los bienes de la naturaleza y la salud del hombre mismo.

5.3.1. ISO 14000

Las normas ISO 14000, como un todo, cubren un amplio rango de temas. Incluyen administración ambiental, auditoría ambiental, evaluación del ciclo de vida, clasificación ambiental, desempeño ambiental y otros. En suma, 17 documentos ISO 14000 estaban terminados, o en proceso de elaboración , a fines de 1995. Todas las normas tienen valor y, de muchas formas, están conectadas entre ellas.

El mandato otorgado a SAGE en 1991 fue el de evaluar la necesidad de contar con normas internacionales de control ambiental y recomendar un plan estratégico global en conjunto con la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC por sus siglas en inglés). Respecto a la primera tarea, se pidió a SAGE que considerara si las normas ambientales internacionales podrían servir para:

- Promover un enfoque común a la administración ambiental, similar a la de la administración de la calidad.

- Fomentar las habilidades de las organizaciones, para obtener y medir mejoras en el desempeño ambiental.
- Facilitar el comercio y retirar las barreras comerciales.

Poco después de su formación, SAGE se dividió en seis subgrupos, cada uno de los cuales bajo la dirección del representante de un país en particular. Los subgrupos debían de observar la misión definida por ISO desde seis disciplinas distintas. Las disciplinas de los subgrupos y los países dirigentes correspondientes incluían:

- Sistema de administración ambiental- Reino Unido
- Auditoría ambiental- Países Bajos
- Clasificación ambiental- Canadá
- Desempeño ambiental-Estados Unidos
- Aspectos ambientales en normas sobre productos- Alemania

Aunque las seis áreas eran consideradas importantes, el sexto tema, aspectos ambientales en normas sobre productos, resultó único en cuanto a que debía estudiar la posibilidad de crear una guía para su uso, de parte de todos los redactores de normas para productos.

Tabla XI. Comparación de ISO 9000 e ISO 14000

	ISO 9000	ISO 14000
METAS	Proporcionar a las organizaciones proveedoras un medio para demostrar a las organizaciones cliente la consecución de requerimientos de calidad; resalta los logros de una organización proveedora al proporcionar un desempeño general en relación a los objetivos de calidad.	Proporciona a las organizaciones los elementos de un sistema de administración ambiental; proporciona asistencia a las organizaciones que consideran la puesta en práctica o mejoría de un sistema de administración ambiental, incluyendo asesoría para mejorar tal sistema para cumplir con expectativas de desempeño ambiental.

ESTRUCTURA	Mezcla de actividades de administración, requerimientos de proceso y requerimientos de verificación; norma vía separada.	Se ciñe a un modelo de negocios del tipo "planificar-hacer-verificar-actuar"; norma guía separada.
CONTENIDO	Incluye elementos discretos de planificación, identificación de productos y rastreo, así como técnicas estadísticas.	Incluye elementos discretos de aspectos de aspectos ambientales, requerimientos legales, objetivos y metas, programa de administración ambiental, comunicaciones y preparación y respuesta de emergencias.

Los temas cubiertos en ISO 14000 pueden dividirse en dos áreas separadas

- a) Administración de una organización y sus sistemas de evaluación.
- b) Herramientas ambientales para la evaluación del producto.

Tabla XII. Normas de administración ambiental ISO 14000

Sistema de administración ambiental	Aspectos ambientales en las normas de productos
Auditoría ambiental	Clasificación ambiental
Evaluación de desempeño ambiental	Evaluación de ciclo de vida

Tabla XIII. Normas de evaluación del producto ISO 14000

ASPECTOS AMBIENTALES EN LAS NORMAS DE PRODUCTOS (EAPS)	CLASIFICACIÓN AMBIENTAL (EL)	EVALUACIÓN DE CICLO DE VIDA (LCA)
ISO 14060 Guía para aspectos ambientales para las normas de productos.	ISO 14020 Clasificación ambiental-principios básicos para todas las clasificaciones ambientales.	ISO 14040 Evaluación del ciclo de vida – principios y marco.
	ISO 14021 Clasificación ambiental-auto declaración de afirmaciones ambientales- términos y definiciones.	ISO 14041 Evaluación de ciclo de vida – análisis de metas y definiciones / ámbito e inventario.
	ISO 14022 Clasificación ambiental-símbolos.	ISO 14042 Evaluación de ciclo de vida – evaluación de impacto.
	ISO 14023 Clasificación ambiental	ISO 14043 Evaluación de ciclo de vida- evaluación de mejoras.

Se espera que miles de organizaciones a nivel mundial dediquen tiempo y dinero a poner en práctica ISO 14000 en los próximos años, y que decenas de millares de organizaciones queden registradas en la norma a lo largo de la siguiente década.

Las normas ISO 14000 serán un factor del desarrollo y del comercio internacional por numerosos motivos, tres de los cuales son clave. En primer lugar, las normas facilitan el comercio y eliminan barreras comerciales; segundo, la creación de las normas mejorará el desempeño ambiental a nivel mundial, y tercero, estas normas establecen un consenso mundial de que existe una necesidad de administración ambiental y una terminología común para los sistemas de administración ambiental.

6. ESTRUCTURACIÓN DEL CURSO

- **Programa del curso**

- **Datos generales**

Código del curso:

Catedrático titular:equipo

Horario:

Salón

- **Descripción**

Este curso se ha diseñado para que el estudiante tome y se concientice de la importancia de las metodologías de evaluación de las fuentes de contaminación, debido al desarrollo industrial. Se hace énfasis sobre los conceptos y técnicas apropiadas para aplicarlas a la protección de los sistemas y elementos ambientales. De acuerdo con calidad de las aguas residuales industriales, se aplicarán los tratamientos preliminares, primarios, secundarios y terciarios.

Además, se analizan las diferentes normas y la legislación existente y la interrelación entre las instituciones gubernamentales y privadas, para evaluar y corregir la contaminación del medio ambiente. Se incluyen los principales parámetros para la Evaluación del Impacto Ambiental, tanto en industrias existentes como en industrias que potencialmente puedan contaminar el entorno ambiental.

- **Objetivos**

General

Crear conciencia y ética profesional en el estudiante, de la problemática ambiental de nuestro país, que se ha venido agravando con el desarrollo industrial.

La aplicación racional de los conocimientos adquiridos para la preservación, protección y control de los sistemas y elementos ambientales, atmosféricos, edáfico, hídrico, biótico, visuales y audiovisuales.

Específicos

- Conocer los aspectos relacionados con el ambiente y su interrelación con la ingeniería Industrial y Mecánica Industrial.
- Establecer las relaciones entre las tecnologías y la utilización de los recursos disponibles ,para minimizar la alteración del medio, sin dejar de producir.
- Adquirir la capacidad para desarrollar métodos adecuados, basados en las normas y las leyes que regulan la gestión ambiental.

CONTENIDO DEL CURSO

1. INGENIERÍA INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE

1.1. Situación ambiental en la ciudad de Guatemala

- 1.1.1 Fisiografía
- 1.1.2 Clima
- 1.1.3 Hidrografía
- 1.1.4 Agua subterráneas
- 1.1.5 Suelos
- 1.1.6 Minerales
- 1.1.7 Recursos biológicos
- 1.1.8 Recursos humanos y culturales

1.2. Tipos de Contaminación

- 1.2.1 Contaminación edáfica
- 1.2.2 Contaminación hídrica
- 1.2.3 Contaminación atmosférica
- 1.2.4 Contaminación visual
- 1.2.5 Contaminación audial y ruido
- 1.2.6 Contaminación biótica

1.3. Ingeniería industrial y medio ambiente

1.4. Desarrollo sostenible

2. DESARROLLO INDUSTRIAL SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

- 2.1. Fuentes de contaminación industrial en la ciudad de Guatemala
- 2.2. Principales agentes de contaminación

2.3. La contaminación y su incidencia en los recursos naturales y la calidad de vida de la población.

2.3.1 Contaminación del sistema hídrico

2.3.2 Contaminación del sistema atmosférico

2.3.3 Contaminación por ruido o audial

2.3.4 Contaminación del sistema lítico y edáfico

2.3.5 Contaminación visual

2.3.6 Sistema biótico

3. MEDIO AMBIENTE Y LEGISLACIÓN GUATEMALTECA

3.1. Constitución Política de la República de Guatemala

3.2. Decreto No 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente

3.3. Decreto No. 58-88 Código Municipal

3.4. Decreto No. 90-97 Código de Salud

3.5. Decreto No. 4-89 Ley de Áreas Protegidas

3.6. Decreto No. 34-89 Protocolo de Montreal sobre la Capa de Ozono

3.7. Decreto No. 101-96 Ley Forestal

3.8. Decreto No. 186-99 Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca y del lago de Amatitlán (AMSA)

3.9. Decreto 48-97 Ley de Minería

3.10 Decreto 29-89 Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila.

4. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL DE LOS SISTEMAS Y ELEMENTOS AMBIENTALES

4.1.Sistema atmosférico

4.2.Sistema hídrico

4.2.1 Operaciones unitarias físicas

4.2.2 Procesos unitarios químicos

4.2.3 Procesos unitarios biológicos

4.2.4 Tecnologías para el tratamiento de aguas residual

4.3.Sistema lítico y edáfico

4.4.Contaminación por ruido

4.4.1 Formas de medición de ruido

4.5.Contaminación visual

4.6.Sistema biótico

5. EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

5.1. Estudio de impacto ambiental

5.2. Evaluación del impacto ambiental en la industria

5.2.1 Valoración

5.2.2. Informe final

5.3. Desarrollo industrial y la calidad ambiental en el manejo sostenible de los recursos naturales.

5.3.1. ISO 14000

- **Metodología de evaluación**

Se propone utilizar un sistema de evaluación que contemple exámenes parciales, trabajos de investigación, presentación en grupo y un Proyecto como examen final; a efecto de garantizar que se adquieran los conocimientos necesarios, y así como la concientización y ética profesional de la problemática ambiental de nuestro medio, y se pueda emprender a la vez un programa educacional en los proyectos que potencialmente desarrolle, se propone la evaluación del curso de la siguiente manera:

Zona

1.1. 1er. Examen parcial	20 Pts
1.2. 2o. Examen parcial	20 Pts.
1.3. 3 Trabajos de investigación	10 Pts.
1.4. Presentación en grupo	10 Pts.
	<hr/>
Total de zona	60 Pts.
2. Examen final (Proyecto)	40 Pts.
	<hr/>
TOTAL	100 Pts.

- **Descripción de la evaluación**

En el Primer examen parcial, se evaluarán los conocimientos adquiridos en los Capítulos: 1, 2 y 3. Trabajos de investigación y presentaciones de grupo. En el Segundo examen parcial, se evaluarán los conocimientos adquiridos en los Capítulos 4, y 5., trabajos de investigación y presentaciones de grupo. Los Trabajos de Investigación se elaborarán sobre los sistemas y elementos ambientales. Presentación en grupo: dentro de las diferentes industrias que existen en la ciudad metropolitana, se le asignará una a cada grupo para determinar su incidencia en la contaminación.

Examen final: consistirá en un Proyecto de Evaluación de Impacto Ambiental, en donde el estudiante deberá hacer una presentación y discusión del mismo; la evaluación de impacto ambiental debe realizarse al proyecto que el estudiante presenta en el curso de Evaluación y Preparación de Proyectos 1, ya que ese proyecto contiene desde los estudios para la implementación de una planta, hasta su implementación final; por lo que demanda cuál será el impacto que tendrá en los recursos naturales y en la población a la hora de poner la planta en marcha.

Para asegurar el éxito en este estudio es recomendable:

Crear en el estudiante una disciplina, eligiendo un horario y que se trate de cumplir.

Que la asistencia sea como mínimo del 85%.

No habrá reposición de examen, ya que se establecerán fechas específicas para la realización de cada uno de los mismos.

6.1. Ubicación del curso en el p nsum de estudios

Este curso será de carácter obligatorio, ya que su relación con otros cursos que se imparten dentro del p nsum de las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica Industrial tienen inter-relación con el mismo; con este antecedente, se propone instaurarse en el 9no. Semestre dentro del área profesional, con un valor de 3 créditos.

- **Pre- requisitos del curso**

Se propone que el estudiante tenga 200 créditos aprobados para poder cursarlo.

- **Requisito para otros Cursos**

Este curso no será requisito para otros cursos, ya que se considera como un curso  nico.

- **Duración del curso**

El curso está programado para un semestre con un total de 40 períodos. (33 horas).

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA PARA EL CURSO

1. CANTER, Larry W. **Manual de evaluación de impacto ambiental.** Técnicas para la elaboración de impactos. España: Editorial McGraw-Hill Interamericana 1998.
2. CASCIO, Joseph. **Guía ISO 14000 las nuevas normas internacionales para la administración ambiental.** México: Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998.
3. DE NEVERS, Noel. **Ingeniería de control de la contaminación del aire.** México : Editorial McGraw-Hill Interamericana, 1998.
4. Luna, Cesar. **Propuesta para la reforma al reglamento de localización e instalación industrial y guía para la localización industrial en la ciudad de Guatemala.** Tesis de graduación de Ingeniero Industrial , Facultad de Ingeniería, USAC, 1986.
5. **Manual de tratamiento de aguas negras.** México: Editorial Limusa, 1976.
6. SARAVIA, Pedro. **Análisis de la contaminación del aire y su relación con la salud.** Guatemala: s.e. 1994.
7. TOLEDO, José. **Control de la contaminación del aire.** Guatemala: s.e. 1996.



CONCLUSIONES

1. La Escuela de Mecánica Industrial debe de incluir el curso de Metodología de evaluación de fuentes de contaminación del desarrollo industrial, en el pènsum de estudio, e iniciarlo, preferentemente, en el año 2000.
2. Es necesario que los futuros profesionales de Ingeniería Industrial y Mecánica-Industrial afronten con seriedad y criterio el problema ambiental que sufre Guatemala, y aplicar según el caso, los conocimientos adquiridos en los cursos relacionados con la protección, preservación y evaluación de las metodologías para conservación del medio ambiente, y especialmente con la implementación de la propuesta.
3. El ingeniero Industrial y Mecánico-Industrial, que constantemente está ligado a los recurso naturales en el ejercicio de su profesión, deberá estar en capacidad de efectuar un estudio del impacto ambiental en cualquier proyecto de desarrollo, social, económico, político, y principalmente el del desarrollo industrial.
4. La evaluación de impacto ambiental sirve para tomar decisiones adecuadas y permite seleccionar proyectos en forma eficiente, según sus impactos ambientales
5. La evaluación de impacto ambiental requiere de una análisis interdisciplinario y un equipo de analistas y consultores, que puedan desarrollar el proyecto eficientemente.
6. Una evaluación de impacto estudia técnicamente los efectos de una acción propuesta en el medio ambiente y los recursos naturales, para buscar medidas preventivas que permitan el desarrollo, con el menor daño o deterioro ambiental.



RECOMENDACIONES

1. Se deben aplicar los métodos para controlar y establecer el grado de contaminación que se deriva del desarrollo industrial.
2. Hay que adoptar medidas preventivas en el desarrollo de un proyecto, para evitar o reducir la contaminación de los sistemas y elementos ambientales, y cumplir con la legislación correspondiente a cada uno.
3. Se debe fomentar la investigación y desarrollo de nuevas medidas que sean factibles de implementar, para atenuar todo impacto negativo que pueda generarse en cualquier proyecto industrial.



BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación de investigación y estudios sociales Guatemala. **Propuesta para la educación ambiental de Guatemala.**
Guatemala: s.e. 1998.
2. Grijalva, Mildred. Aspectos ambientales que deben considerarse para la localización, operación y funcionamiento de las industrias maquiladoras.
Tesis de Graduación de Ingeniero Industrial, Facultad de Ingeniería, USAC.
Guatemala 1995.
3. Decretos
 - Constitución Política de la República de Guatemala
 - Decreto No. 68-86 Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente.
 - Decreto No. 58-88 Código Municipal
 - Decreto No. 90-97 Código de Salud
 - Decreto No. 4-89 Ley de Áreas Protegidas
 - Decreto No. 34-89 Protocolo de Montreal sobre la Capa de Ozono
 - Decreto No. 101-96 Ley Forestal
 - Decreto No. 186-99 Autoridad para el manejo sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán (AMSA)
 - Decreto 48-97 Ley de Minería
 - Decreto 29-89 Ley de Fomento y Desarrollo de la Actividad Exportadora y de Maquila



ANEXOS



ANEXO I

Pasos para la aprobación del informe final de la Evaluación de impacto ambiental

Paso 1. Iniciación y consultas: este paso tiene por objeto facilitar la realización del estudio de impacto ambiental, aportando la Administración correspondiente, todos aquellos estudios, informes, proyectos o trabajos técnicos realizados en su territorio bajo sus competencias al promotor maestro de obras. Para ello el ente (empresa, organismo, persona física...) deberá solicitarlo al órgano de medio ambiente competente mediante oficio, remitiendo una memoria-resumen con las características más significativas del proyecto a realizar, copia de la cual será remitida al órgano con competencia sustantiva.

La memoria resumen contendrá de forma sintética una descripción de los siguientes epígrafes:

- Identificación completa del promotor (promotores)
- Actividad (industria, obras públicas, foresta,..)
- Ubicaciones posibles
- Capacidad productiva (magnitud de la obra); por ejemplo, en el caso de una fábrica de papel, producción de 200 tn/día de papel.
- Consumos de energías, materias primas, productos intermedios, etc., previstos
- Medios personales y técnicos previstos en la fase de construcción y funcionamiento
- Volumen de negocio y beneficios económicos esperados
- Beneficios sociales esperados

En el plazo de diez días hábiles de su presentación la Administración podrá efectuar consultas a las personas, instituciones y administraciones prevesibles afectadas por la ejecución del proyecto, con relación al impacto ambiental. Recogiendo cualquier propuesta respecto a los contenidos específicos a incluir en el estudio, requiriendo tal contestación en un plazo de máximo de treinta días hábiles. Por ejemplo, si se deseara hacer una variante o tramo alternativo de una autovía con una longitud superior de 10 Km para evitar el paso por el centro de una localidad, es evidente que la Administración tendría que solicitar consulta, entre otros, al municipio en cuestión, grupos y asociaciones cívicas del lugar, etc., para que propusieran, es su caso, los contenidos o temas que deberían abordarse en el estudio de impacto ambiental.

Paso 2: Información al titular del proyecto: recibidas las contestaciones en el órgano administrativo de medio ambiente, éste es plazo no superior a veinte días hábiles, facilitará la titular del proyecto el contenido de aquellas, así como las consideraciones más significativas a tener en cuenta en el estudio. El promotor es este momento realiza el estudio de evaluación de impactos de acuerdo con el contenido que marca la normativa; para ello, realmente no tiene plazo alguno para su finalización y presentación

Paso 3. Información pública: cuando el promotor ha finalizado el estudio lo presenta encuadrado, con todos los anexos y junto al documento de síntesis al órgano administrativo de medio ambiente para que sea sometido a información pública, durante treinta días hábiles desde su presentación en el registro general del organismo competente (sustantivo o no), recabándose los informes que se considere oportunos. La información pública consiste en el caso de los proyectos cuya competencia sea la Administración central, en la exposición al público en los tablones del Ministerio de Medio Ambiente, previo anuncio en el Boletín Oficial del Estado. Similar tratamiento se efectuaría en las comunidades autónomas con su publicación en el boletín correspondiente y su exposición en las oficinas de las consejerías encargadas. Desde el punto de vista técnico, en ese período de treinta días de información pública, puede darse el caso que no se remitan informes escritos sobre el tema, sino que aparezcan comunicados en los medios de comunicación (prensa, revistas, radio, televisión...), o seminarios en ayuntamientos organizados por corporaciones locales o grupos interesados, exposiciones con videos, planos, paneles y fotos, etc. Todas estas acciones deberán ser recogidas como causas de participación ciudadana en el período de información pública, constituyendo en ocasiones verdaderas alegaciones que han de ser consideradas para la declaración de impactos.

Antes de efectuar la declaración de impacto ambiental, la administración competente en la materia, a la vista del contenido de las alegaciones y observaciones formuladas y dentro de los treinta días a la finalización de dicho trámite, comunicará al titular del proyecto los aspectos en los que el estudio ha de ser completado fijándose un plazo de veinte días hábiles para su cumplimiento, transcurrido el cual procederá a formular la declaración de impacto ambiental.

Paso 4. Declaración de impacto ambiental: la declaración de impacto ambiental efectuada por la Administración tiene por objeto dar a conocer a efectos ambientales la conveniencia o no de realizar el proyecto, y en caso positivo, fijará las condiciones en las que deberá realizarse. Estas condiciones tienen especificaciones concretas sobre aspectos relacionados con la protección de la fauna, flora, suelo, atmósfera, aguas y se integrarán con las previsiones contenidas en los planes ambientales existentes salvaguardando los ecosistemas y su capacidad de recuperación.

Por ejemplo, una declaración de impactos relativa a una explotación de una cantera puede contener, entre otros, los siguientes epígrafes:

1. Protección del sistema hidrogeológico
2. Protección contra el ruido
3. Protección del ambiente atmosférico
4. Protección contra accidentes
5. Plan de seguimiento y vigilancia

Paso 5. Remisión de la declaración de impacto ambiental: Recibido el expediente completo, en el plazo de los treinta días siguientes la declaración de impacto se remitirá al órgano de la Administración que ha de dictar la resolución administrativa de autorización del proyecto. En caso de discrepancias entre el órgano con competencia sustantiva y el órgano administrativo de medio ambiente respecto de la conveniencia de ejecutar el proyecto o sobre el contenido del condicionado de la DI, resolverá el Consejo de Ministros o el órgano competente de la comunidad autónoma correspondiente. La declaración de impactos se hará pública en todo caso.

Fuente: CANTER, Larry W. **Manual de evaluación de impacto ambiental**
Pág. 587



ANEXO II

UBICACIÓN DEL CURSO EN LA RED DE ESTUDIOS



ANEXO III

ACCIONES Y ELEMENTOS AMBIENTALES EN LA MATRIZ INTERACTIVA DE LEOPOLD

Acciones		Elementos ambientales	
Categoría	Descripción	Categoría	Descripción
A. Modificación del régimen	a. Introducción de fauna exótica	A. Características físicas y químicas 1. Tierra 2. Agua 3. Atmósfera 4. Procesos B. Condiciones biológicas 1. Flora	a. Recursos minerales
	b. Controles biológicos		b. Materiales de construcción
	c. Modificación de hábitat		c. Suelos
	d. Alteración de la cubierta del suelo		d. Morfología terreno
	e. Alteración de la hidrología subterránea		e. Campos de fuerza y radiación de fondo
	f. Alteración del drenaje		f. Rasgos físicos singulares
	g. Control del río y modificación del caudal		a. Superficial
	h. Canalización		b. Océano
	i. Riego		c. Subterránea
	j. Modificación del clima		d. Calidad
	k. Quemaz		e. Temperatura
	l. Explanación y pavimentado		f. Recarga
	m. Ruido y vibraciones		g. Nieve hielo y heladas
B. Transformación del suelo y construcción	a. Urbanización	B. Condiciones biológicas 1. Flora	a. Calidad (gases Partículas)
	b. Parcelas y edificios industriales		b. Clima (micro, macro)
	c. Aeropuertos		c. Temperatura
	d. Autopistas y puentes		a. Avenidas
	e. Carreteras y vías		b. Erosión
	f. Ferrocarriles		c. Deposición (sedimentación, precipitación)
	g. Cables y elevadores		d. Solución
	h. Tendidos eléctricos, oleoductos y corredores		e. Adsorción (intercambio iónico, compuestos)
	i. Barreras, incluidos los vallados		f. Compactación y asentamiento
	j. Dragado y alineado de canales		g. Estabilidad (deslizamientos, vuelcos)
	k. Revestinientos de canales		h. Tensión (terremotos)
	l. Canales		i. Movimientos del aire
	m. Presas y embalsamientos		
	n. Muelles, espigones, marinas y terminales portuarias		
	o. Estructuras mar adentro		a. Árboles
	p. Instalaciones de recreo		b. Arbustos
	q. Voladuras y barrenas		c. Herbáceas
r. Excavar y rellenar	d. Cultivos		
5. Toneles e instalaciones subterráneas Plantas acuáticas	e. Microflora		
C. Extracción de recursos	a. Voladuras y barrenas		g. Especies en peligro
	b. Excavación superficial		h. Barreras

		Elementos ambientales	
Categoría	Descripción	Categoría	Descripción
	c. Excavaciones bajo superficie y restauración		i. Corredores
	d. Excavación de pozos y extracción de fluidos	2. Fauna	a. Aves
	e. Dragados otras talas		b. Animales terrestres incluso reptiles
	f. Clarcos y		c. Peces y crustáceos. Morfología terreno
	g. Pesca y caza comercial		d. Organismos bénticos
			e. Insectos
D. Producción	a. Agricultura		f. Microfauna
	b. Ganadería y pastoreo		g. Especies en peligro
	c. Estabulación	C. Factores culturales	h. Barreras
	d. Ordeños y derivados		i. Corredores
	e. Generación de energía		
	f. Tratamiento del mineral	1. Usos del	a. Naturaleza y espacios suelos abiertos
	g. Industria metalúrgica		d. Pastos
	i. Industria textil		e. Agricultura
	j. Automóviles y aeronaves		f. Residencial
	k. Refinado de petróleo		g. Comercial
	l. Alimentación		h. Industria
	m. Madera		l. Minería y canteras
	n. Pasta y papel	2. Recreo	a. Caza
	o. Almacenaje de productos		
E. Alteración de los terrenos	a. Control de erosión y abancalamientos		b. Pesca
	b. Sellado de minas y control de residuos		c. Navegación en bote
	c. Restauración de minería a cielo abierto		d. Baños
	d. Paisajismo		e. Camping y excursionismo
	e. Dragado de dársenas	3. Estética e humano	f. Picnics
	f. Relleno y drenaje de marismas		g. Instalaciones de recreo
			a. Vistas escénicas y interés panorámico
			b. Cualidades naturales
			c. Cualidades de espacio abierto
R Renovación de recursos	a. Reforestación		d. Composición del paisaje
	b. Conservación y gestión de la naturaleza		e. Rasgos físicos singulares
	c. Recargas de acuíferos de fertilizantes		f. Parques y reservas
	d. Aplicación		g. Monumentos
	e. Reciclado de residuos		h. Especies o ecosistemas raros o exclusivos
Cambios en el tráfico	a. Ferrocarril		i. Sitios y objetos históricos o arqueológicos
	b. Automóvil		j. Presencia de marginados
	c. Camiones		
	d. Buques		

Acciones

Categoría	Descripción
	e. Aeronaves
	f. Transporte fluvial y en canales
	g. Navegación de recreo
	h. Senderos
	i. Teleféricos y elevadores
	j. Comunicaciones
	k. Oleoductos
H. Acumulación y tratamiento de residuos	a. Vertidos al mar
	b. Vertederos
	c. Acumulación de restos, rechazos y sobrantes.
	d. Depósitos subterráneos
	e. Eliminación de chatarra ecológica
	f. Escapes de pozos petrolíferos
	g. Acumulación en pozos profundos
	h. Vertidos de agua de refrigeración
	i. Emisiones de los residuos municipales incluyendo el riego por aspersión
	j. Vertidos de efluentes líquidos
	k. Balsas de estabilización y oxidación
	l. Fosas sépticas, comerciales y domésticas
	m. Emisiones de chimeneas y tubos de escape
	n. Lubricantes usados
I. Tratamientos	a. Fertilizantes químicos
	b. Deshielo químico de autopistas
	c. Estabilización química del suelo
	Control de malas hierbas (herbicidas)
	e. Control de insectos (pesticidas)
J. Accidentes	a. Explosiones
	b. Derrames y escapes
K. Otros	c. Fallos operativos

Elementos ambientales

Categoría	Descripción
4. Estatus	a. Pautas culturales (estilo cultural de vida)
	b. Salud y seguridad
	c. Empleo
	d. Densidad de población
5. Instalaciones fabricadas y actividades	a. Construcciones
	b. Redes de transporte (movimiento accesos)
	c. Redes de Servicios
	d. Eliminación residuos
	e. Barreras
	f. Corredores
D. Relaciones	a. Salinización de recursos hídricos
	b. Eutrofización
	c. Insectos vectores y enfermedades
	d. Cadenas tróficas
	e. Salinización de materiales superficiales
	f. Invasiones de maleza
E	g. Otros

