

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL  
DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO**

**TÍTULO:**

**“ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA AL MEDIO AMBIENTE EN LOS  
PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INDUSTRIA”**

**AUTOR:**

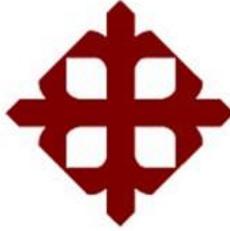
**GALARZA RUMBEA, JUAN CARLOS**

**Trabajo de Graduación previo a la  
Obtención del Título de:  
INGENIERIO ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO**

**TUTOR:**

**M.Sc HERRERA MUENTES EFREN VINICIO**

**Guayaquil, Ecuador  
2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por Juan Carlos Galarza Rumbea, como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero Electrónica en Control y Automatismo**.

**TUTOR**

---

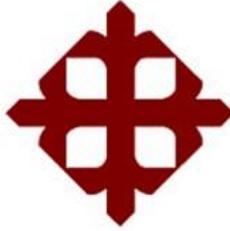
M.SC. Efrén Vinicio Herrera Muentes

**DIRECTOR DE LA CARRERA**

---

Ing. Miguel Heras Sánchez

**Guayaquil, a los 13 del mes de Febrero del año 2015**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Juan Carlos Galarza Rumbea**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA AL MEDIO AMBIENTE EN LOS PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INDUSTRIA** previa a la obtención del Título **de Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, a los 13 del mes de Febrero del año 2015**

**EL AUTOR**

---

Juan Carlos Galarza Rumbea



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y  
AUTOMATISMO**

## **AUTORIZACIÓN**

**Yo, Juan Carlos Galarza Rumbea**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA AL MEDIO AMBIENTE EN LOS PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INDUSTRIA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 13 del mes de Febrero del año 2015**

**EL AUTOR:**

---

Juan Carlos Galarza Rumbea

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A la Universidad Católica Santiago de Guayaquil por darme la oportunidad de estudiar y ser un profesional.

De igual manera agradecer a mi profesor de Investigación y de Tesis de Grado, M.SC. Efrén Herrera Muentes por su visión crítica de muchos aspectos cotidianos de la vida, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

**JUAN CARLOS GALARZA RUMBEA**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de tesis de grado está dedicado a DIOS, por darme la vida a través de mis queridos PADRES quienes con mucho cariño, amor y ejemplo han hecho de mí una persona con valores para poder desenvolverme como: PROFESIONAL.

Con todo mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida mi MADRE Martha Rumba Sánchez, para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

**JUAN CARLOS GALARZA RUMBEA**

## CONTENIDO

CAPITULO 1 .....	1
1. ASPECTOS GENERALES .....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	1
1.3. Justificación.....	2
1.4. Metodología.....	2
1.5. Objetivo general .....	2
1.6. Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO 2 .....	13
2. CONTAMINACIÓN EN EL ECUADOR.....	13
2.1. Problemas ambientales del Ecuador por zonas geográficas .....	13
2.2. Vehículos.....	13
2.3. Erupciones volcánicas .....	14
2.4. Industrias .....	14
2.5. Generación de electricidad .....	14
2.6. Región costa .....	15
2.6.1. Problemas ambientales.....	15
2.7. Región sierra.....	16
2.7.1. Problemas ambientales.....	16
2.8. Región oriente .....	17
2.8.1. La explotación petrolera.....	17
2.9. La peor contaminación ambiental en el Ecuador .....	18
CAPÍTULO 3 .....	20
3. PROCESOS AUTOMATIZABLES.....	20
3.1. Automatización aplicada en procesos automatizables .....	20
3.2. Procesos contaminantes automatizables.....	20
3.3. Actividades de las industrias agrícolas, pesqueras, y ganaderas .....	21
3.4. Actividades de la industria eléctrica.....	22
3.5. Automatización del tratamiento de residuos industriales.....	24
3.6. Automatización del tratamiento de aguas residuales.....	25

3.6.1.	Tratamiento biológico .....	25
3.7.	Automatización del tratamiento de gases tóxicos .....	29
3.8.	Métodos de tratamiento .....	32
3.9.	Tratamientos físicos .....	33
3.10.	Tratamientos químicos.....	34
3.11.	Tratamientos físico químicos.....	35
3.12.	Diseño de plantas .....	36
3.12.1.	Consideraciones de diseño .....	36
3.13.	Ubicación y distribución.....	40
3.14.	La distribución .....	41
3.15.	Modernización de plantas .....	42
3.16.	Sistemas de emisión cero.....	47
3.17.	Operaciones de mantenimiento.....	50
3.17.1.	Generalidades .....	50
3.18.	Tipos de mantenimiento.....	51
3.18.1.	Mantenimiento correctivo .....	52
3.18.2.	Mantenimiento preventivo .....	52
3.18.3.	Mantenimiento predictivo .....	53
3.18.4.	Mantenimiento proactivo .....	54
3.19.	Políticas de mantenimiento.....	54
3.20.	Vida útil y depreciación.....	56
3.21.	Diseño de equipos procesos y sistemas .....	57
3.22.	Incinerador de residuos .....	59
3.23.	Sistema automático para contenedores .....	59
3.24.	Sistema de tratamiento de residuos inorgánicos .....	60
3.25.	Proceso de tratamiento de aceites usados .....	61
3.26.	Proceso de oxidación con aire húmedo.....	62
3.27.	Lavador venturi para gases .....	62
3.28.	Condensador de gases.....	63
3.29.	Torres de absorción de gases .....	64
3.30.	Filtración de gases .....	64
3.31.	Lavadores de gas.....	65

CONCLUSIONES .....	66
RECOMENDACIONES .....	67
DISCUSIÓN .....	68

## **RESUMEN**

Este presente trabajo de tesis ayudara a desarrollar conciencia ambientalista en los procesos automatizados, ya que es evidentes a nivel mundial, tales como el calentamiento global, el uso exagerado y no reutilizable de recursos energéticos y la contaminación de la misma naturaleza, la producción industriales entre otros. Gran parte de estos problemas son de orígenes naturales y orígenes antrópico. El ser humano deberá reformular sus estrategias y mejorar sus medios de producción a fin de generar acciones cada vez con una mejor armonía con el sistema ambiental y poder llevarla a la mano con la producción industrial.

Por estas razones, se debe conocer cuáles son las principales procesos contaminantes generados en la manufacturas de ciertos procesos industriales, cual sería las acciones más amables con el sistema ambiental, se han proponer nuevas alternativas constructivas que armonicen con la complicación sistémica de las dinámicas ambientales y que ingresen a hacer parte de un desarrollo diferente.

De allí que el tema central de esta tesis sea el tener un acercamiento al medio ambiente y la producciones industriales para dar a conocer las incidencias contaminantes.

## **ABSTRACT**

The present thesis help develop environmental awareness in automated processes, as is evident worldwide, such as global warming, overuse and non-reusable energy resources and pollution of the same nature, the industrial production between other. Many of these problems are of natural and anthropogenic origins. The human being must rethink their strategies and improve their means of production to generate actions increasingly better harmony with the environmental system and to put them in hand with industrial production.

For these reasons, you should know what are the main pollutants generated in the manufacturing processes of certain industrial processes, what would be the kindest actions with the environmental system, are proposing new constructive alternatives that harmonize with systemic complication of environmental dynamics and entering to belong to a different development.

Hence, the focus of this thesis is to have an approach to environmental and industrial productions to publicize the polluting incidents.

## **CAPITULO 1**

### **ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. Introducción**

La explotación intensiva de los recursos naturales y el desarrollo de grandes concentraciones industriales y urbanas en determinadas zonas, son fenómenos que, por incontrolados, han dado lugar a la saturación de la capacidad asimiladora y regeneradora de la Naturaleza y pueden llevar a perturbaciones irreversibles del equilibrio ecológico general, cuyas consecuencias a largo plazo no son fácilmente previsibles.

Ecuador, al igual que en otros estados en desarrollo no se aplican adecuadamente las políticas ni leyes encaminadas a la defensa y conservación del Medio Ambiente, más bien se implementan programas con una visión de corto plazo, que se enfrentan ante un proceso acelerado de deterioro de los recursos naturales.

#### **1.2. Planteamiento del problema**

El trabajo tesis de grado consiste en el análisis de la incidencia al medio ambiente en los procesos de automatización de la industria , los tipos de contaminantes que generan a producir su producto y las consecuencia que genera al ambiente y la destrucción ecosistema.

### **1.3. Justificación**

El desarrollo tecnológico acelerado unido al gran poder de procesamiento, hace que hoy día sea prácticamente imposible concebir una actividad en el campo de la industria que no esté asociada a un equipo de control automático. Los cambios tecnológicos en los sistemas de automatización de procesos industriales son tan frecuentes y de tal magnitud, que obligan a estar permanentemente al día en este campo.

Conjuntamente con las nuevas tecnologías llevar a cabo con la integración a los medio ambientes y minimizar las emisiones contaminantes y llevar a un sistema de cero contaminaciones.

### **1.4. Metodología**

El trabajo de tesis de grado se compone de una parte teórica investigativa. Es oportuno recordar que los cambios en el ambiente productivo se desarrollan a un ritmo extremadamente acelerado. Por ello se debe afirmar que las medidas adoptadas en tal sentido, se mantengan en sintonía con la dinámica del contexto y se completen con la mejora en procesos industriales planificadas con criterio de automatización de procesos.

### **1.5. Objetivo general**

Esta tesis tiene como objetivo que se centre mayor importancia al uso y aplicación de sistemas automatizados, buscando de esta forma que los procesos productivos sean controlados de una manera adecuada y al mismo tiempo la gestión medioambiental tenga ventaja.

## **1.6. Objetivos específicos**

- Dar a conocer los tipos de contaminación que son provocada por los procesos de las manufacturas industriales.
- Identificar las contaminaciones más severas para el medio ambiente.
- Identificar las aplicaciones automatizadas para que general menos contaminantes.
- Identificar las nuevas tecnología para loga emisiones cero.

## **1.7. Antecedentes y viabilidad**

Esta línea estratégica tiene como finalidad habilitar oportunamente los proyectos y operaciones de la Empresa, para lo cual busca mejorar el proceso de obtención de autorizaciones ambientales e implementar acciones concretas para fortalecer el relacionamiento interinstitucional ambiental. Entre las principales actividades de esta línea están la implementación del proyecto de intervención anticipada, el mejoramiento en la definición y elaboración de diseños de los proyectos, el aseguramiento de la calidad de estudios que se presentan ante las autoridades ambientales y el seguimiento sistemático al avance de las autoridades ambientales liderados por la alta dirección de la Empresa.

Así mismo, se desarrollan proyectos de fortalecimiento institucional y técnico con las autoridades ambientales de orden regional y nacional que tiene los siguientes objetivos:

Originar acciones regionales a partir de información real y objetiva acerca de la influencia ejercida por todos los actores (otras industrias, cambio climático, comunidad, etc.) sobre recursos naturales de la región y evitar que el tema gravite.

Fortalecer reconocimiento por instituciones del Sistema Nacional Ambiental como soporte del cumplimiento de metas ambientales del Plan Nacional de Desarrollo.

### **1.7. Hipótesis**

Con la realización de Procesos, Procedimientos y Funciones para la empresas y sus desarrollos tecnológico para evitar la emisiones contaminantes a la capas de ozono se conocerá los instrumento de alta tecnología que apoyo que defina y establezca las funciones, responsabilidades, tramos de control y canales de comunicación de todos los puestos de trabajo, con el fin de normalizar todas las actividades y procedimientos que existen dentro de la empresa buscando la funcionalidad y llegar a la emisión cero contaminante para las compañía para llegar a cumplir con los estándares de calidad total.

### **1.8. Marco teórico**

#### **1.8.1. Contaminación ambiental**

La función de control en muchos procesos de producción la realiza el operario, que es la persona que maneja las variables, de tal modo que se tenga como resultado la eficiencia y productividad. La eficiencia en la producción involucra el constante aumento de los niveles de producción de la maquinaria instalada, la mejora del producto final en cuanto a calidad, la baja en los costos de producción, y la seguridad tanto para el personal como para los equipos. Todo esto lo podemos conseguir haciendo que los procesos productivos sean realizados a la mayor velocidad posible y que las variables a controlar estén dentro de valores constantes. (Heinke, 1999)

Para que se den estos cambios la industria ha necesitado de la utilización de nuevos y más complejos procesos, que dado a la velocidad y a la precisión requerida el operario no puede realizar. En esta situación, aparece la automatización y los sistemas de control como una solución que va a permitir llevar que la producción tenga los estándares de calidad muy altos. En la actualidad, se ve una introducción de las computadoras y de la microelectrónica en la industria y en la sociedad, esto conlleva a una extensión del campo de la automatización industrial ya que mediante el manejo de la información (señales, datos, mediciones, etc.) nos permite transformarlos mecanismos de producción y procesos productivos de algunas industrias.

La nueva automatización se basa en la fusión de la electrónica con los antiguos mecanismos automáticos que funcionaban mediante la utilización automáticos, dando origen a la creación de robots, herramientas computarizadas y sistemas flexibles de producción. Se desarrollaron programas de computación para el dibujo (CAD), para asistir el diseño (CADICAE), para la manufactura (CAM), para asistir el manejo de proyectos, para asistir la planeación de requerimientos, control de calidad, control de producción, etc. La contaminación del aire, agua y suelos por parte de las grandes empresas es un hecho que un alto índice de la población ha asumido la cruda realidad necesaria para que se genere un desarrollo económico. Principalmente, la industria ha instaurado esta situación y ejercen presión sobre los ecologistas con la consideración que simplifican las opciones a decidir entre aceptar “cierto grado” de contaminación o quedarse sin fuentes de trabajo.

La capas que protegen contra los que rayos ultravioletas del sol, la capa de ozono, ha disminuido un 40%, en los últimos 4 meses, en el Ártico. Los contaminantes más crítica en el ozono son el cloro fluorcarbonato y los gases halones. El clorofluorcarbonato es una sustancia que elimina las moléculas de ozono. Estas partículas van flotando a la estratosfera, donde los rayos ultravioletas rompen en reacciones químicas. Las capas reciben un átomo de la molécula de

ozono y la convierten en oxígeno común. Esta contaminación puede permanecer en la atmósfera entre 70 y 100 años. Los gases halones o halogenados de hidrocarburos mantenerse en la atmósfera un promedio de 110 años.



Figura 1. Contaminación ambiental producida  
Fuente: Licencia de YouTube estándar

Los contaminantes presentes en la atmósfera proceden de dos tipos de fuentes emisoras bien diferenciadas: las naturales y las antropogénicas. En el primer caso la presencia de contaminantes se debe a causas naturales, mientras que en el segundo tiene su origen en las actividades humanas.

Las emisiones primarias originadas por los focos naturales provienen fundamentalmente de los volcanes, incendios forestales y descomposición de la materia orgánica en el suelo y en los océanos. Por su parte, los principales focos antropogénicos de emisiones primarias los podemos clasificar en la siguiente tabla.

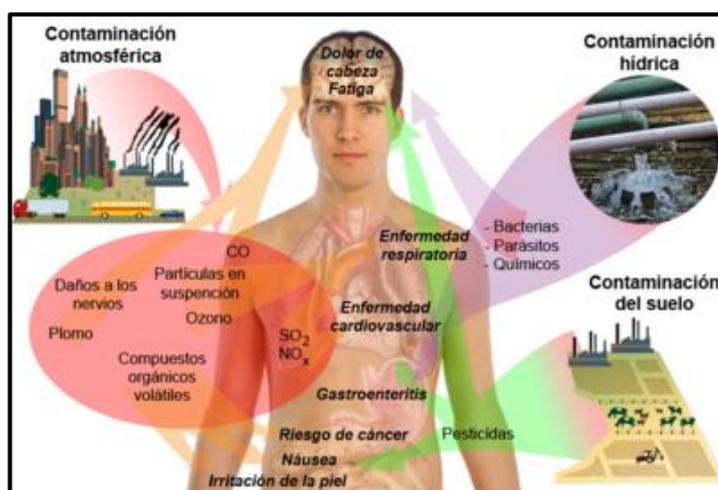
Tabla 1. *Focos contaminantes*

<b>FOCOS FIJOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INDUSTRIALES</li> <li>• DOMESTICOS</li> </ul>
<b>FOCOS MOVILES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AUTOMOVILES</li> <li>• AERONAVES</li> <li>• BUQUES</li> </ul>
<b>FOCOS COMPUESTOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AGLOMERACIONES INDUSTRIALES</li> <li>• AREAS URBANAS</li> </ul>

Fuente: (Díaz, 2003)

### 1.8.2. Muertes por contaminación ambiental

Casi 7 millones de muertes cada año debidas a la contaminación atmosférica. Una de cada ocho del total de muertes en el planeta- como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica. Este análisis duplica con creces las estimaciones pasadas y confirma que la contaminación atmosférica constituye en la actualidad, por sí sola, el riesgo ambiental para la salud más importante del planeta. Si se controlara la contaminación atmosférica en el planeta podrían salvarse millones de vidas.

Figura 2. *Efectos de la contaminación en la salud*

Fuente: Licencia de YouTube estándar

### **1.8.3. Enfermedades causada por la contaminación**

En lo conocido, las nuevas informaciones revelan una relación más precisa entre la exposición a la contaminación atmosférica en general y la del aire de interiores y las enfermedades cardiovasculares, como los accidentes cerebrovasculares y las cardiopatías isquémicas, así como entre la contaminación atmosférica y el cáncer. Esto es además de la función que desempeña la contaminación atmosférica en el desarrollo de enfermedades respiratorias, como las infecciones respiratorias agudas y las neuropatías obstructivas crónicas.

Las nuevas consideraciones no solo se deben a un conocimiento más extenso de las enfermedades provocadas por la contaminación atmosférica, sino también a una mejor evaluación de la exposición humana a los contaminantes atmosféricos gracias a mediciones y tecnología más avanzadas. Ello ha permitido a los científicos analizar más pormenorizadamente los riesgos para la salud a partir de una distribución demográfica más amplia que incluye ahora las zonas rurales, además de las urbanas. Por regiones, los países de ingresos bajos y medianos en las Regiones de Asia Sudoriental y del Pacífico Occidental de la OMS soportaron la mayor carga relacionada con la contaminación en 2012, con un total de 3,3 millones de muertes vinculadas con la contaminación del aire de interiores y 2,6 millones de muertes relacionadas con la contaminación atmosférica.

### **1.8.4. Causas y efectos de la contaminación del suelo**

Los aumento de la población y sus grandes concentraciones, el trabajo industrial y agrícola días a días contamina el ambiente donde vivimos.

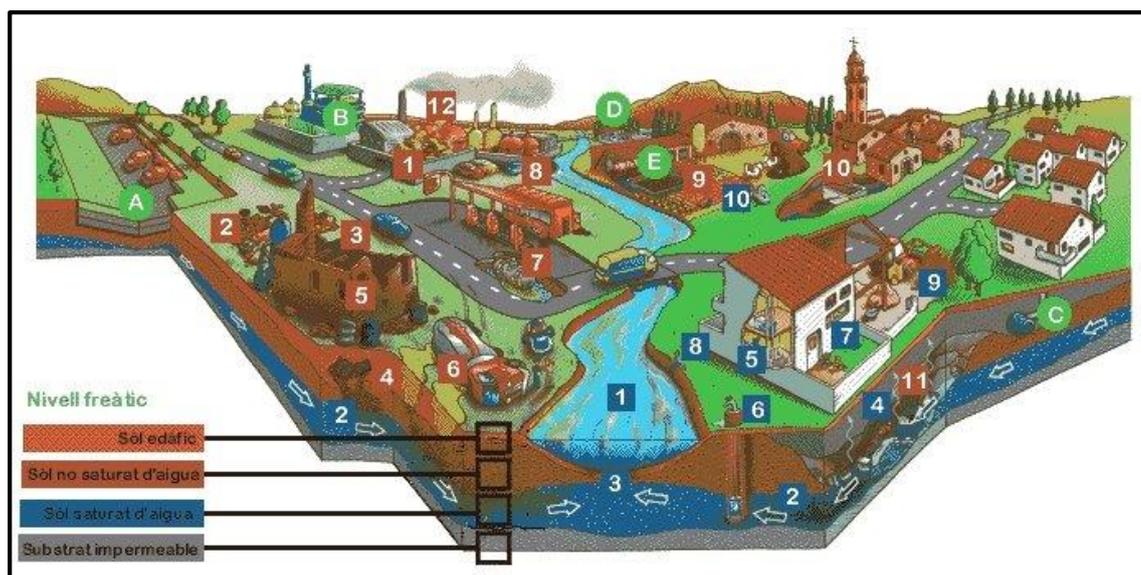


Figura 3. *Impacto ambiental en el suelo*

Fuente: (MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2013)

Tabla 2. *Causas de la contaminación ambiental*

<b>CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO</b>	
1	Almacenamiento incorrecto de productos y/o residuos en actividades industriales
2	Vertidos de residuos incontrolados
3	Escombros industriales
4	Bidones enterrados
5	Almacenamiento incorrecto de productos o residuos
6	Accidentes en el transporte de mercancías
7	Fugas en tanques u operaciones deficientes
8	Vertidos incontrolados de aguas residuales
9	Uso incorrecto de pesticidas y/o abonos
10	Alcantarillado antiguo en mal estado
11	Antiguos entierros de residuos
12	Deposición de contaminantes atmosféricos

Fuente: (Díaz, 2003)

Tabla 3. *Efectos de la contaminación del suelo*

<b>EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO</b>	
1	Contaminación de las aguas superficiales
2	Contaminación de las aguas subterráneas
3	Contaminación de los sedimentos del río
4	Evaporación de compuestos volátiles

5	Contaminación del aire interior de viviendas
6	Utilización de agua contaminada para el abastecimiento
7	Ingestión de tierra contaminada
8	Uso recreativo de aguas superficiales contaminadas
9	Peligros en excavaciones
10	Contaminación de hortalizas y animales de granja a causa de la utilización de aguas subterráneas

Fuente: (Díaz, 2003)

### 1.8.5. Causas y efectos de la contaminación del aire

Se produce mayormente por la quema de combustible fósiles como son el gas, el petróleo que es usada en los producción industriales y por los transporte como por ejemplos los vehículos.



Figura 4. *Contaminación del aire*

Fuente: (Calvo M. S., 1998)

Tabla 4. *Contaminantes y los síntomas*

<b>CONTAMINANTES</b>	<b>SÍNTOMAS O ENFERMEDAD</b>
Monóxido de carbono	Agrava síntomas de enfermedades cardiovasculares, disminuye funciones del cerebro.
Humo de cigarrillos	Cáncer
Dióxido sulfuroso.	Bronquitis
Óxido de nitrógeno	Debilitan el sistema inmunológico e intensifican los problemas del asma.
Ozono y partículas suspendidas	Daño grave a los pulmones,

Fuente: (Brañez, 2001)

### 1.8.6. Causas y efectos de la contaminación del agua

Son muchas las causas de la contaminación en el agua unas de ellas es el desperdicio que se arroja en el mar, como botellas plásticas, desecho de hospitales, basuras, animales muertos, etc.



Figura 5. *Contaminación del agua*

Fuente: eluniverso.com

Tabla 4. *Sustancias en el agua*

<b>SUSTANCIAS</b>	<b>CONCENT. MÁXIMA (MG/L)</b>
Sales totales	2000
Nitritos	No debe haber
Amoníaco	0,5
Mercurio	0,001
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	0,0002
Arsénico	0,05
Plomo	0,1
Cloruros	600
Selenio	0,01

Fuente: (Calvo M. S., 1998)

## CAPÍTULO 2

### CONTAMINACIÓN EN EL ECUADOR

#### 2.1. Problemas ambientales del Ecuador por zonas geográficas

Las ciudades ecuatorianas siguen creciendo y a la par los sistemas de producción de energía, las industrias y el transporte, los cuales son los promotores mayoritarios de la contaminación del aire. La contaminación de nuestro país proviene de diversas fuentes. El siguiente gráfico muestra los porcentajes de aporte de cada una. (Guadamud, 2012).

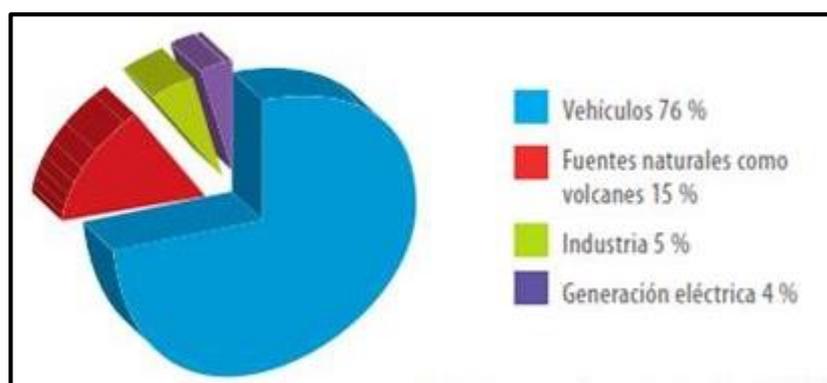


Figura 6. *Mapa regional del Ecuador*  
Fuente: (Díaz, 2005)

#### 2.2. Vehículos

La mayor contaminación atmosférica es causada por los vehículos que utilizan hidrocarburos de baja calidad, según la Dirección Nacional de Hidrocarburos de Ecuador. Por ejemplo, la cantidad de azufre que tiene el diésel en nuestro país es diez veces mayor a la que toleran las normas en Estados Unidos. Aunque al menos estos combustibles ya no contienen plomo.

### 2.3. Erupciones volcánicas

Las cenizas volcánicas contienen plomo, cadmio y arsénico. Además, las partículas grandes causan problemas respiratorios, conjuntivitis, alergias en la piel, entre otros. Afecciones que influyen sobre todo en los niños, las niñas y ancianos, el segmento más vulnerable de la población.

### 2.4. Industrias

Muchas ciudades del país conviven junto a fábricas y otras industrias que eliminan gases nocivos. Esta cercanía ha ocurrido debido al incumplimiento de leyes que prohíben a las industrias su instalación próxima a los centros poblados y al crecimiento de las ciudades, lo cual trae como resultado que los sitios antes

### 2.5. Generación de electricidad

Las plantas hidroeléctricas emiten material particulado producto de los motores de combustión, además de los gases arriba ya citados.



Figura 7. Mapa regional del Ecuador  
Fuente: (Mora, 2011)

## 2.6. Región costa

### 2.6.1. Problemas ambientales

El uso de productos químicos en la industria camaronera ha afectado gravemente la calidad del agua y del suelo. Según un informe de Greenpeace de 1998 en la cría de camarones en piscinas se utiliza una larga lista de sustancias terapéuticas e insumos:

- Antibióticos utilizados para prevenir enfermedades del camarón.
- Plaguicidas que afectan a los cuerpos de agua y sedimentos, además de afectar a los seres que ingieren estos alimentos.
- Otras sustancias químicas. Contaminación de esteros y cuerpos hídricos para eliminar desechos durante los procesos de fertilización, alimentación con y excreción de biomasa, provocando eutrofización. Salinización por los filtros utilizados en la camaronera, que van hacia las aguas subterráneas. (Guadamud, 2012).

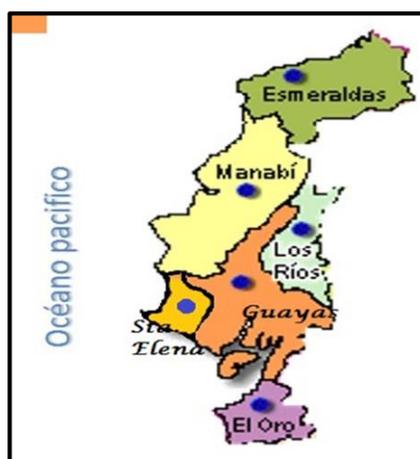


Figura 8. Mapa región costa  
Fuente: (Mora, 2011)

## **2.7. Región sierra**

### **2.7.1. Problemas ambientales**

Los impactos principales son causados por los agroquímicos utilizados en la industria, causando problemas en la salud de los trabajadores, entre los daños al ambiente que se encuentra cercano al punto en donde se utilizan los agroquímicos, Las florícolas hacen control de enfermedades a base de nebulizaciones con productos azufrados. Estas actividades se hacen regularmente durante las noches y se expanden más allá de los límites de la plantación. Los gases se expanden a la atmósfera provocando lluvia ácida en los alrededores.

Las florícolas desechan un promedio de 30 millones de metros cuadrados de plásticos contaminados en los botaderos de las ciudades circundantes. Algunos botaderos, como los de Tabacundo y Cayambe, en Pichincha, han colapsado por esta razón.

El vertido y la descarga de desechos líquidos, que tienen alto contenido de sustancias químicas, van en forma directa a los sistemas hídricos y por ende a los terrenos de cultivo.





Figura 10. *Mapa región sierra*

Fuente: (Mora, 2011)

## 2.9. La peor contaminación ambiental en el Ecuador

Una compañía petrolera basada en Houston Texas, EEUU. La compañía está al número 4 en la lista Fortune 500 de 2006 (una lista publicada cada año de las empresas más rentables de EEUU) y es la segunda petrolera más rentable de EEUU con \$US189.5 mil millones de ingresos en 2005. Está activa en más de 180 países alrededor del mundo.

Empezó a explorar los campos de petróleo en el norte del Oriente de Ecuador (alrededor de la ciudad Lago Agrio) a partir de 1964. Entre 1972 y 1992 la empresa extrajo 1.5 mil millones de barriles de petróleo de Ecuador; durante el proceso intencionadamente vertió 19 mil millones galones de residuos en la región y derramó 17 millones de galones de petróleo (para referencia, la catástrofe Exxon-Valdez derramó 11 millones.) Algunas organizaciones ecologistas han llamado la situación el peor desastre petrolero del mundo. La compañía está acusada de no limpiar suficientemente la región a su salida en 1992 y de ignorar sus responsabilidades a las comunidades afectadas por sus actividades.



Figura 11. *Contaminación petrolera*  
Fuente: (vida, s.f.)

## **CAPÍTULO 3**

### **PROCESOS AUTOMATIZABLES**

#### **3.1. Automatización aplicada en procesos automatizables**

Todo proceso puede llevarse a cabo por métodos manuales y automáticos, sin embargo hay ciertos procesos que exigen la precisión de las computadoras para evitar errar en los cálculos, dado que los sistemas automáticos brindan la confiabilidad y seguridad necesarias para mantener ciertos parámetros (correspondientes a mediciones de agentes contaminantes) en valores estándares, se puede afirmar que los sistemas automatizados ayudan al hombre en la lucha a favor de la defensa de la naturaleza. (Calvo M. S., Ecología industrial: Ingeniería medio ambiental aplicada a la industria, 1997).

#### **3.2. Procesos contaminantes automatizables**

Toda actividad desempeñada por el hombre genera residuos contaminantes, pero hay ciertas actividades inmersas en la industrialización de los procesos productivos que son más perjudiciales que otras. A continuación se enumera una serie de ítems, correspondientes a las actividades industriales contaminantes del medio ambiente o en todo caso actividades que ayudan a la limpieza y conservación del mismo, con sus correspondientes subprocesos, y cuyas labores pueden ser automatizadas, con siguiendo de este modo menores afecciones al medio; esta lista no es exclusiva, absoluta, ni excluyente. Actividades de la Industria de la Construcción:

- Fabricación de cales: clasificación, calcinación, molienda.
- Fabricación de yesos: hornos rotativos, fabricación de  $\text{SO}_4\text{Na}$ , fabricación de magnesio.
- Fabricación de productos cerámicos: cerámica blanca, azulejos, ladrillos, refractarios, esmaltes.

- Fabricación de cementos: procesos de vía seca y húmeda, trituración, molinos, hornos, enfriadoras, homogeneización, cocción, almacenaje, envasado, ensacado, carga, descarga, transporte, distribución, etc.
- Fabricación de productos a base de amianto: cartón con asbestos, recuperación de disolventes, procesado textil, laminado de planchas, combustión, purificación de gases, producción de amianto, fabricación de placas y tubos de fibra cemento, fabricación de planchas poliéster, fabricación de asbestos con polivinilo, fraguado, etc.
- Fabricación de vidrio: producción de vidrio de uso común, vidrios de seguridad, vidrio óptico, espejos, lana y seda de vidrio, soplado de vidrio, tallado de lentes, lavado de vidrio, lavado de humos, rociado de vidrio, hornos de recuperación, mezcla de materias primas, inyección, esterilizado, polimerización, deslustrado, plateado, fabricación de fibra óptica.

### **3.3. Actividades de las industrias agrícolas, pesqueras, y ganaderas**

- Fabricación de harinas: limpieza de trigo, molienda, lavado, mojado, ablandamiento, almacenaje, obtención de pastas y sémolas, fabricación de harinas de origen animal como la harina de pescado.
- Fabricación de azúcar: secaderos, jugos con expulsión de CO<sub>2</sub>, fermentación, destilación, transporte.
- Fabricación de conservas: selección de productos, pelado físico y químico, deshuesado, de salado, remojo de legumbres, fermentación de sal muera, cocido de productos, lavado posterior al cocido, secado, lavado de latas y contenedores, empaquetado, salazón, esterilización, molturación de aceituna, procesado de pescado, procesado de frutas y verduras, procesado de carnes.
- Fermentación: fabricación de alcohol etílico, fabricación de alcohol butílico y acetona, fabricación de ácido acético y vinagre, fabricación de ácido cítrico, fabricación de ácido láctico.

- Fabricación de cerveza: lavado y limpieza de la malta, cebada, selección, refrigeración, generación de frío, transformado de materias primas, remojo, cocimiento, malteado, fermentación, envasado, limpieza de envases, etiquetado, transporte.

### **3.4. Actividades de la industria eléctrica**

- Galvanizado: de chapado de hierro con ácido clorhídrico, curado, tu filado, es maltaje.
- Fabricación de pilas y baterías: producción de pilas y baterías con ánodo de cadmio, calcio, plomo, cinc, litio, magnesio, transporte, destrucción luego determinado su ciclo de vida.
- Fabricación de componentes eléctricos y electrónicos: fabricación de semiconductores, cristales electrónicos, tubos electrónicos, recubrimientos fosforescentes, capacitancias, productos de carbón y grafito, papel de mica, lámparas, grupos electrógenos, recubrimientos magnéticos, resistencias, transformadores con dieléctrico, aislantes plásticos y cerámicos, cables aislados no férreos, piezas electrónicas con ferrita, motores, generadores, calentadores de resistencia, interruptores, aparatos para el control y protección de equipos, etc.
- Procesado del carbón: actividad minera, explotación y recolección del carbón (atajo abierto y subterráneo), lavado del carbón, drenaje de minas subterráneas y atajo abierto, aglomerado del carbón, tratamiento y preparación, restauración de espacios mineros, combustión del carbón.
- Destilación seca del carbón: Obtención de coque, breas, alquitrán, aceites ligeros, gas de carbón.
- Centrales térmicas: combustible sólido en circuito abierto y cerrado, combustible líquido en circuito abierto y cerrado, limpieza de sistemas de refrigeración, transporte de cenizas, limpieza de la caldera, lavado de gases.

- Industria Química Orgánica: producción de derivados del benceno, tolueno, naftaleno, producción de tintas orgánicas sintéticas, producción de pigmentos y colorantes orgánicos, producción de disolventes, producción de alcohol es poli hídricos, fabricación de perfumes y saborizantes sintéticos, producción y transformación del caucho, entre otros.
- Industria petroquímica: secado, lavado, transporte, saneamiento, polinización, absorción, catálisis, destilación, oxidación, incineración, filtración, producción de licor de reservas, sales fundadas, sulfato amónico ,ácido nítrico, alcoholes .Industria carbón química: producción de carbono amorfo, carbono activo, carbono de sodio, carbono cálcico.
- Fabricación de plásticos: producción de urea, me lamina, fabricación de resinas fenólicas resinas de acetato, resinas acrílicas, resinas alquídicas, resinas epoxi, resinas de poliamida, resinas de hidrocarburos del petróleo, resinas de alcohol, resinas de poliéster común y no saturados, entre otros.
- Fabricación de fibras sintéticas: fabricación de fibras vinílicas, fibras de poliéster, rayón, nylon, fibras acrílicas, fibras acetato celulosa, fibras de polipropileno, entre otras.
- Industria Farmacéutica: productos biológicos y de extracción natural, productos de síntesis química, incineración, fermentación de antibióticos y enzimas, filtración de antibióticos, refinado de antibióticos y enzimas, preparación y dosificación de soluciones y emulsiones, síntesis, envasado y lavado, fabricación de jarabes, pomadas, inyectables, líquidos, fraccionamiento de plasma humano, granulado, precipitación de geles, extracción, descalcificados, recuperación de disolventes, producción de agua osmótica, reutilización y/o eliminación de productos caducados.
- Fabricación de plaguicidas: obtención, producción y envasado de pesticidas, herbicidas, fungicidas, insecticidas, arácnidas, molusquicidas, plaguicidas, pesticidas órgano-fosfóricos, carbonatados, benzoicos, hidrocarburos, nítricos, entre otros.
- Actividades de la Industria Para química: Procesos para químicos: secado, molienda, purificación, lavado, limpieza, dispersión, cristalización,

disolución, envasado, mezclado, incineración, calcinación, nitración, limación, fusión.

- Fabricación de productos fotográficos: fabricación de superficies sensibles, fabricación de productos químicos para el revelado. (Dorf, 1974)

### **3.5. Automatización del tratamiento de residuos industriales**

La automatización puede aplicarse sobre diversas fases del proceso de tratamiento de los residuos, así tenemos: Selección de Partículas: Se puede implementar un sistema que detecte las partículas sólidas de tamaño considerablemente del resto, luego de detectadas serán separadas; esta labor se puede llevar a cabo por medio físicos como son el cribado, desarenado, filtrado, etc. Desechos sólidos: Lo común someterá los desechos sólidos aun proceso de reciclaje, pero ciertos no pueden ser reutilizados, entonces se necesitará un sistema que guíe los desechos hacia campos de almacenamiento, luego, dependiendo de la naturaleza del material se transportará hacia rellenos sanitarios, donde se controlará las principales variables del suelo (humedad, temperatura, pH, presencia de gases) para no afectarlo. (Calvo M. S., Ecología industrial: Ingeniería medio ambiental aplicada a la industria, 1997).

Una zona usada como relleno sanitario puede reutilizarse para instalar campos de golf, parques, etc. Pero siempre que se monitoreen las condiciones existentes por debajo de la superficie, para que no se dé el caso de que se emitan líquidos o gases que puedan afectar los seres vivos (animales, plantas, y seres humanos) que transiten por su superficie.



Figura 12. *Tratamiento de Residuos Industriales*

Fuente: (vida, s.f.)

### **3.6. Automatización del tratamiento de aguas residuales**

#### **3.6.1. Tratamiento biológico**

Este tipo de tratamiento se trata de descomponer las sustancias orgánicas del agua residual utilizando microorganismos. Los tratamientos biológicos se dividen en aeróbicos y anaeróbicos.

##### **3.6.1.1. Tratamiento aeróbico**

Este es una forma de descomposición de las sustancias orgánicas de las aguas residuales mediante el uso de bacterias aerobias o anaerobias facultativas, a lo que también se le llama oxidación biológica, las sustancias orgánicas se oxidan y descomponen por la acción de reacciones enzimáticas de los microorganismos para producir energía y reproducirse como parte de sus funciones vitales.

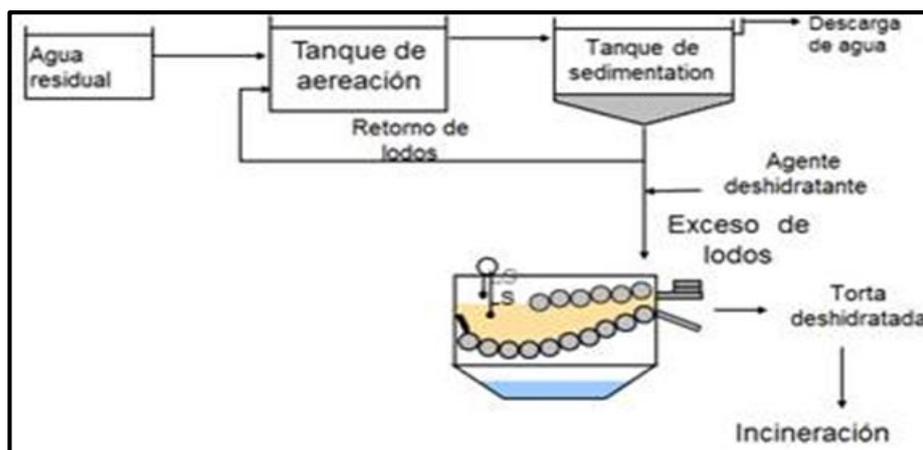


Figura 13. *Tratamiento aeróbico*  
Fuente: (Ogata, 1998)

### 3.6.1.2. Tratamiento anaeróbico

Este método es llamado digestión anaerobia o fermentación por metano, utiliza bacterias anaerobias para descomponer sustancias orgánicas. El agua residual es introducida en un tanque cerrado bajo condiciones anaerobias y a veces calientes para mejorar la digestión, el tiempo de retención en el tanque es de varios días a varias decenas de días. El tratamiento anaerobio es adecuado para aguas residuales que contienen altas concentraciones de sustancias orgánicas.

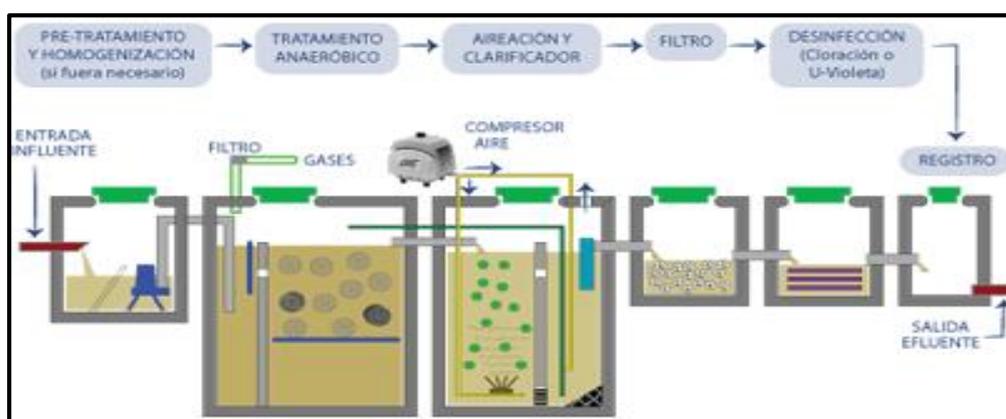


Figura 14. *Tratamiento anaeróbico*  
Fuente: (Kiely, 1999)

Antes de diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, hay que conocer el tipo de contaminante que arrastra dicha agua, lo cuales es clarecido al conocerse el trayecto que sigue el agua, así como al conocerse quienes son los afluentes que alimentan el curso de dicha agua; además es necesario conocer la utilidad final que se le va a dar a dicha agua, es decir, determinar si el tratamiento va a permitir la total recirculación de las aguas, o si las aguas van a ser utilizadas en el riego de campos de cultivo, o si se van a utilizar como materia prima en algún proceso productivo, o si simplemente se busca disminuir los niveles de contaminación para su posterior arrojado al mar o ríos.

Hay que tener en cuenta que a mayor grado de pureza, los costos de inversión, operación, y mantenimiento de la planta también serán mayores. Otro aspecto a tener en cuenta en el diseño de la planta, es la cantidad de líquido que puede recibir, procesar, y evacuar por unidad de tiempo, lo cual implica relacionar la envergadura de la planta con las dimensiones de la ciudad o fábrica en la cual se desea implementar. Este costo puede convertirse en una inversión, puesto que los lodos generados por el conjunto de desechos orgánicos, son en realidad un fértil abono que puede ser comercializado; del mismo modo se puede comercializar el agua a medio tratar para la irrigación de campos de cultivo, puesto que estos no necesitan el grado de pureza que necesita el agua para consumo humano; otro recurso económico que puede comercializarse es el biogás generado en el proceso, el cual puede usarse de manera similar al gas natural. Por otro lado se obtiene beneficios económicos sin directos, puesto que las redes de desagüe no serán tan complicadas ni tan diversificadas, puesto que todas deberán conducir a una tubería central conectada con la planta de tratamiento.

Será necesario tomar muestras del agua y analizar las para determinar el grado de purificación que se requerirá, este análisis se puede llevar a cabo en un laboratorio, o puede hacerse en tiempo real en un proceso de tratamiento continuo y automatizado (no con la precisión del análisis de laboratorio, pero si con la información suficiente

para obtener agua de buena calidad), obteniendo un grado de pureza acorde con las especificaciones del diseño de la planta de tratamiento. Finalmente habrá que decidir el método más apropiado para llevar a cabo el proceso de tratamiento, se cuenta con métodos biológicos, físicos, químicos, y físico-químicos, cuya utilización va a estar condicionada por el tipo y cantidad de agentes contaminantes presentes en el líquido, y por el grado de pureza deseado. (Ogata, 1998).

Las plantas de tratamiento de aguas residuales son comúnmente utilizadas para devolver dicha agua a las ciudades, mediante la potabilización del agua, es decir, convertir una agua rica en contaminantes en una agua apta para el consumo humano; esta transformación sigue una serie de etapas, las cuales son muy similares a las que sigue una planta de potabilización de agua que toma dicha agua directamente de un río, lago, o reservorio; estas etapas expuestas continuación:

- Toma de agua: Consiste en encauzar el agua de un río, lago, laguna, o tomar el agua desde una represa o pozo, para luego ser trasladadas hacia la planta de tratamiento. En el curso del transporte se puede instalar filtros que atrapen los material es sólidos grandes que se encuentren flotando en la superficie o que son arrastrados por la corriente (ramas, hojas, plásticos, etc.).
- Cribado: Consiste en eliminar las partículas sólidas de menor tamaño que no fueron detenidas por lo filtros anteriores. Es preferible que estos filtros cuenten con una limpieza automática.
- procesos automatizables Pre desinfección: Consiste en eliminar algunos de los gérmenes patógenos, además de oxidar los residuos orgánicos (mediante cloro, dióxido de cloro, ozono).
- Micro tamizado: Consiste en retirar las partículas sólidas en suspensión.
- Coagulación: Consiste en desestabilizar las partículas en suspensión, con el fin de que estas formen un coágulo.
- Floculación: Consiste en conglomerar las partículas sólidas para permitir la formación del coágulo.
- Decantación: Permite la eliminación de las partículas y a coaguladas.

- Filtrado: Permite retirar las últimas y más pequeñas partículas coaguladas que quedan.
- Desinfección: Luego de retirado todos los sólidos, se procede a atacar y eliminar los organismos patógenos (gérmenes y bacterias), se hace uso de cloro, dióxido de cloro, y ozono, aunque el tratamiento con rayos ultra violeta también es una buena opción para volúmenes reducidos de agua.
- Fluorización: Permite añadir iones F-al agua tratada.[F-]1.2mg/1.
- Reserva: Consiste en almacenar el agua purificada en tanques especiales, para la utilización posterior de la misma, en el momento que los consumidores la requieran.

### 3.7. Automatización del tratamiento de gases tóxicos

Cuando se trabaja en el tratamiento de gases tóxicos, se debe poner mucho mayor cuidado en el sistema de control de la seguridad del gas, puesto que muchos compuestos son altamente volátiles o altamente nocivos, una pequeña fuga puede originar una tragedia. Se recomienda la implementación de instrumentos de medida que detecten la presencia de estos gases en caso de existir alguna fuga, de modo que se pueda activar una alarma y un sistema de contingencia ante estas eventualidades.

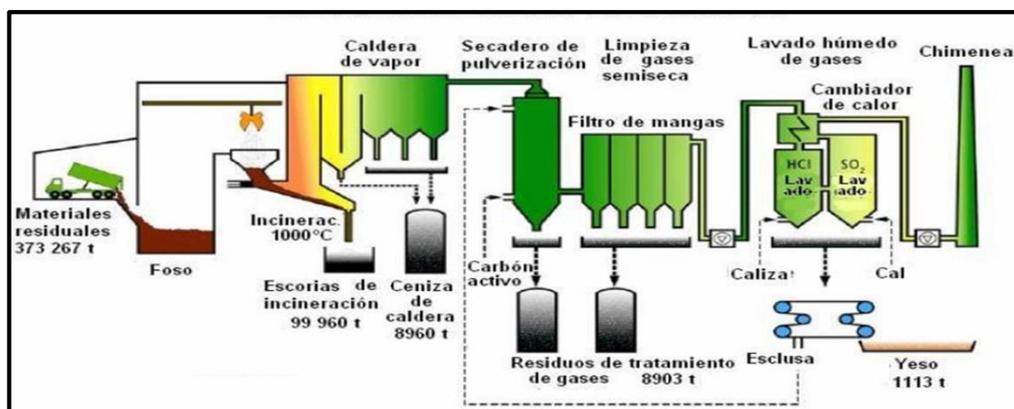


Figura 15. Gases Tóxicos  
Fuente: (Díaz, 2003)

Entre los procesos de purificación de gases se puede citar los siguientes:

- Lavado con agua: Consiste en inyectar una corriente de agua aun gas, el flujo de agua va a permitir separarlos agentes contaminantes, y la purificación del ambiente (cuando el gas limpiado es el aire).
- Lavado de Gases: Tiene lugar cuando se desea eliminar cargas residual es provenientes de elementos orgánicos volátiles transportadas por el aire. Este método consiste en inyectar un gas por la corriente residual, de manera que sea éste gas el que arrastre los elementos orgánicos volátiles y no el aire. Luego este gas debe ser transportado hacia otra cámara donde recibirá un tratamiento de purificación antes de ser soltado a la atmósfera. A continuación se muestra la ilustración de un lavador Venturi, y posteriormente una Torre de Rociado.

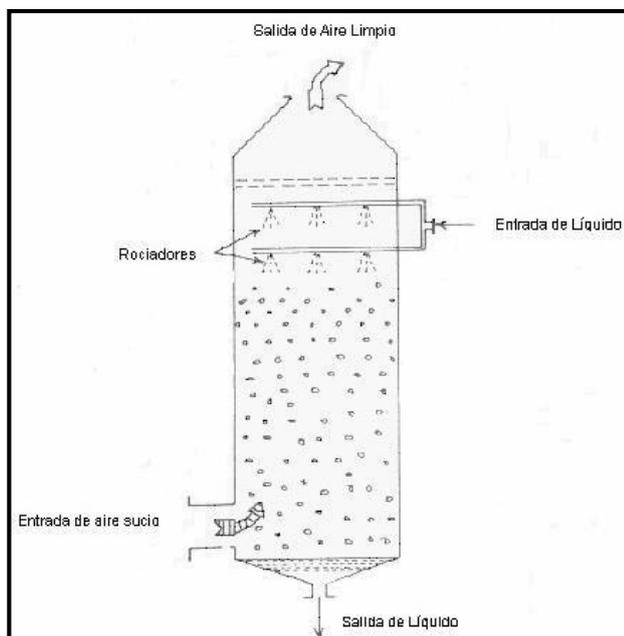


Figura 16. *Gases Tóxicos*.  
Fuente: (Ogata, 1998)

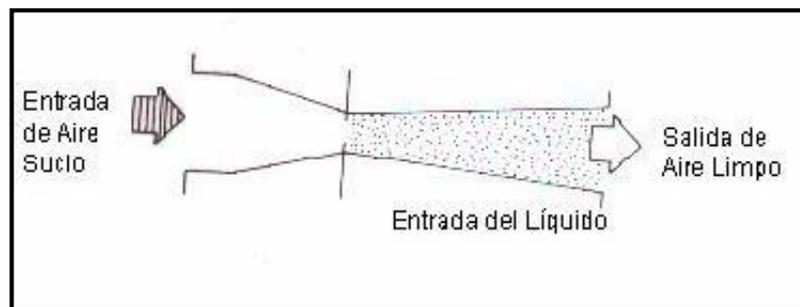


Figura 17. *Gases Tóxicos*  
Fuente: (Michel, 1997)

- Filtros de tejido: Estos filtros se constituyen por capas de material poroso; cuando un flujo gaseoso atraviesa el filtro, las partículas que se encontraban suspendidas en el gas, quedan retenidas. El tipo de material poroso va a depender del tipo de partícula que se desea contener, y de la temperatura a la que fluye el gas.
- Filtros de adsorción: Estos equipos permiten retener los gases sobre la superficie de un medio poroso, que puede ser carbón activo, silicagel, y alúmina activa.

Muchas veces la construcción de chimeneas altas, aliviando el daño ocasionado por los gases a las zonas sensibles a la planta, sin embargo la sola presencia de la chimenea no garantiza la pureza del gas, por lo que es recomendable el uso de filtros de limpieza automática para atrapar sustancias tóxicas. Tecnologías de control de las emisiones gaseosas en el aire:

- Tratamiento de vapores orgánicos: incineración, adsorción, condensación, absorción.
- Tratamiento de vapores inorgánicos: filtración, absorción, lavadores.
- Tratamiento de vapores formados por materia pulverizada: filtración, lavadores, dispositivos de separación y recolección de partículas.

### 3.8. Métodos de tratamiento

Los tratamientos biológicos consisten en buscar la manera de biodegradar naturalmente los materiales disueltos o en suspensión en una mezcla. El factor de diseño más importante está en determinar el tratamiento que permita la biodegradación más rápidamente, este factor depende del tipo de microorganismo empleado, los nutrientes que le van a permitir desarrollarse a dicho microorganismo, y el lugar físico donde se va a desarrollar el tratamiento (tipo de suelo, pH, temperatura del ambiente, condiciones climáticas, oxigenación natural, etc.). Dado que estos micro-organismos son sensibles a cambios en su ecosistema, se debe mantener dichos parámetros en niveles constantes, además se debe asegurar que no ingresen sustancias que resulten tóxicas a los microorganismos. Los principales métodos son los siguientes:

- Filtros biológicos: Estos filtros están compuestos por zoogreas fijadas a una superficie, al pasar los vertidos a través del filtro, muchos de los residuos orgánicos son eliminados mediante su oxidación aerobia.
- Lodos activos: Los vertidos son mezclados con el caldo de cultivo de los microorganismos, lo que produce la oxidación aerobia de las sustancias contaminantes. Los lodos se depositan en el fondo, y el agua tratada sube a la superficie ya descontaminada, luego una bomba puede succionar el agua limpia y conducirla hacia otra zona. Opcionalmente la mezcla puede ser revuelta mediante paletas, para asegurar una aireación uniforme y homogénea.
- Lagunas de estabilización: Consisten de lagunas de gran superficie pero poca profundidad. Tienen como objetivo atacar las sustancias contaminantes mediante la simbiosis entre algas y bacterias, esta simbiosis produce oxígeno lo cuales aprovechado. Estas lagunas necesitan mantener ciertas condiciones ambientales para impedir la destrucción de las algas y la carencia de oxígeno, por lo que un sistema de monitoreo constante implementado con sensores puede informar al controlador cuales la cantidad apropiada de relaves que puede soportar la laguna.

- **Lagunas de aireación:** Consiste en depositar los relaves en depósitos en el suelo a manera de lagunas, luego son sometidos a inyecciones de oxígeno por difusión, produciéndose una degradación aerobia (en la superficie) y otra anaerobia (en el fondo). Los sólidos en suspensión más pesados caen y se sedimentan en el fondo. Se utiliza para tratar grandes volúmenes de relaves, tiene como desventaja la lentitud del proceso y la dificultad para succionar las aguas limpias.

### **3.9. Tratamientos físicos**

Estos tratamientos aprovechan las propiedades físicas de los agentes contaminantes, para lograr su separación. Los principales métodos son los siguientes:

- **Adsorción:** El carbón activado tiene la propiedad de captar determinadas sustancias orgánicas al entablar contacto con estas, este fenómeno se denomina absorción. El carbón tiene un tiempo de vida, al término de esta puede ser incinerado o enterrado, pero manteniendo ciertos cuidados.
- **Centrifugado:** Estos procesos hacen uso de las leyes físicas del movimiento por acción de una fuerza centrífuga, lo cual permite separar sustancias sólidas presentes en soluciones líquidas, y viceversa, obteniéndose un material sólido y un material líquido, ambos por separado.
- **Destilación:** El proceso de destilado permite mediante la evaporación de un líquido, dejar partículas sólidas en reposo y aisladas. Puede llevarse a cabo a pequeña, mediana, y gran escala, pero teniendo en cuenta las medidas de seguridad para no exceder los índices de calor requeridos para cada tipo de líquido.
- **Electrodialisis:** Es un método que permite la separación del disolvente de una disolución de electrolitos, haciendo uso de membranas semipermeables selectivas de aniones y cationes; requiere el previo filtrado de partículas sólidas.

- **Filtración:** Consiste en el uso de filtros para colar y luego eliminar sólidos y partículas.
- **Flotación:** Tiene lugar cuando una disoluciones sometida a presión, lográndose que el aire emerja a la superficie arrastrando consigo materiales en suspensión, los cuales una vez en la superficie pueden ser retirados.
- **Incineración:** La incineración es un fenómeno de combustión, utilizado para destruir grandes cantidades de material, se pone en práctica siempre que el gas que se produzca con la combustión no sea más contaminante que el residuo sólido o líquido original. Se debe llevar acabo en hornos crematorios bajo condiciones de operación medidas y controladas. Bajo condiciones controladas la combustión puede ser aprovechada para calentar calderas, generar vapor, generar energía eléctrica, producir calor, etc.
- **Separación de aceites:** Este proceso se lleva acabo insertando placas inclinadas paralelas en el medio acuoso para permitir arrastrar las capas superficiales formadas por aceites y grasas.
- **Sedimentación:** Consiste en la acción de sedimentar (precipitar) residuos en forma de lodos, para luego trasportar los hacia otra fase de tratamiento.

### **3.10. Tratamientos químicos**

Esta clase de tratamientos van a permitir la limpieza de los relaves por medio del uso de sustancias y reactivos químicos. Los principales métodos son los siguientes:

- **Ajuste de pH:** Existe técnicas que van a permitirá justar el nivel de pH en una disolución, llevándolo hasta un valor óptimo según el requerimiento deseado. Estas técnicas son conocidas como procesos de neutralización. Hacen uso de reactivos químicos que permiten la sedimentación de los sólidos, estos pueden ser fuertemente ácidos o fuertemente básicos, dependiendo del efecto final que se desee conseguir. Los reactivos más comunes son el hidróxido sódico y el hidróxido cálcico, como agentes

cáusticos; y el ácido sulfúrico y el ácido clorhídrico, como agentes acidificantes.

- **Precipitación y coagulación:** Permiten la precipitación de sustancias en forma sólida, se puede hacer uso de reactivos que reaccionen directamente sobre determinado tipo de sustancia, para lograr su eliminación en forma individual o particular. Es necesario tener bajo control la temperatura de la mezcla.
- **Oxidación:** La oxidación de una sustancia requiere la existencia de una agente oxidante (el más común es el oxígeno, pero también puede usarse cloro u ozono), de manera que el agente oxidante capta los electrones cedidos por la sustancia oxidada. Un ejemplo de oxidaciones la transformación de los cianuros en dióxido de carbono y nitrógeno, es decir, se pasa de una sustancia altamente contaminante a otras de menor riesgo.

### **3.11. Tratamientos físico químicos**

Estos métodos permiten la separación y el aislamiento de dos sustancias peligrosas, sin alterar sus características físicas o químicas. Los principales métodos son los siguientes:

- **Ósmosis Inversa:** Este método hace uso de una membrana semi-permeable, consiste en hacer pasar las moléculas de un disolvente a través de la membrana, para esto se tiene dos disolventes con distintas concentraciones, donde al vencer la presión osmótica se consigue que pasen las moléculas.
- **Intercambio iónico:** Consiste en hacer pasar un relave por medio de unas resinas (especiales para cada compuesto), al pasar el relave, se produce un intercambio de iones con igual carga, entre el relave y la resina.
- **Electro filtros:** Son dispositivos que permiten la precipitación de partículas en suspensión (sólidas y líquidas) luego de cargar las eléctricamente, por medio de un campo eléctrico creado entre electrodos de distinta polaridad.

## **3.12. Diseño de plantas**

### **3.12.1. Consideraciones de diseño**

El diseño de la planta debe ser dejado a un grupo de profesionales de múltiples disciplinas, capaces de integrarse a fin de correlacionar sus conocimientos, puesto que en el diseño también se integra múltiples conceptos de diversas áreas de la ciencia e ingeniería. Se debe enfocar el diseño para lograr implementar toda la planta en un espacio y tiempo determinado, requiriendo del menor costo posible, ofreciendo calidad y duración en las instalaciones. El diseño se centra mayormente en dos puntos: el edificio que va a albergar los elementos de la planta industrial, y los equipos y maquinaria que van a desarrollar la actividad industrial. La fábrica se basa en estos dos componentes, los cuales no pueden competir entre ellos sin o más bien interrelacionarse puesto que uno depende directamente del otro, y los dos dependen del criterio de diseño empleado.

En cuanto a la ingeniería de instrumentación, que va a ser la encargada de seleccionar los equipos y maquinarias que van a conformar el proceso productivo, se debe tener en cuenta que las especificaciones van a depender del proceso en sí, por cuanto existirá variables que se desea medir, otras que se desea controlar, y otras que van a perturbar el proceso; el diseño del sistema de control va a permitir eliminar los errores y mantener el sistema productivo en una posición estable. Pero esta ingeniería sólo va a decidir que componentes se necesitan para llevar a cabo el control y la supervisión del proceso, por tanto no nos indica en que forma y donde se deben colocar para que no ocurran desperfectos, y no corra peligro la seguridad de los trabajadores. El diseño de la estructura civil de una planta debe seguir las siguientes consideraciones:

- **Tamaño:** El tamaño que se le asigne a la fábrica va a depender de la cantidad de equipos y maquinarias que se desee instalar, además está directamente relacionado con el número de trabajadores que albergará la fábrica, puesto

que hay que incluir consideraciones que mejoren la calidad de vida de los trabajadores mientras estos se encuentren laborando, comiendo, o descansando (pasadizos anchos, comedores, áreas recreativas, salones de reuniones, oficinas, etc.). Es recomendable no excederse en pisos, y también independizar los procesos, de modo que se creen sub áreas encargadas de determinados procesos, con sus correspondientes operaciones especializadas.

- **Altura de los pisos:** En las plantas industriales se suele considerar la altura de los pisos como dos alturas: por un lado la altura del suelo al techo, y por otro lado del techo al suelo. Esto quiere decir, que si bien la presencia de muchos equipos como torres y grandes tanques requerirán pisos muy elevados, estos también pueden subdividirse, construyendo plataformas y Mezanine que alberguen tableros de control, registrador es gráficos, o también oficinas. Algunos expertos recomiendan que la altura libre hacia el techo puede estar en el orden de 6 o 7m, otra consideración dice que esta debe duplicar la altura de los equipos, a fin de tener zonas amplias que permitan la recirculación del oxígeno y la desconcentración de los ruidos molestos. Así mismo la altura dependerá del número de pisos con que contará la planta, ya que la instalación de los equipos en los pisos superiores requerirá de grúas y en otros casos plataformas de ascenso, las cuales no pueden llegar muy alto.
- **Número de pisos:** La fábrica se puede construir de uno, dos, o más pisos, a continuación se denotan las ventajas de contar con un piso o con más de un piso según Lockyer.

Ventajas de los edificios de un solo piso:

- Menor plazo de construcción
- Menores costos de construcción
- Utilización máxima de la luz natural
- Ventilación más fácil
- Aislamiento más fácil
- Pérdida mínima por proporcionar medios de circulación

- Transporte interno más simple
- Mayor flexibilidad
- Máximo espacio libre(hacia el techo)
- Supervisión general más fácil(vigilar la planta desde un punto central)
- Ventajas de los edificios de varios pisos:
- Menor costo del terreno
- Ubicación más fácil de los departamentos de servicio
- Recorridos más cortos para los servicios
- Menos costos de calefacción y aire acondicionado
- Tiempo de circulación menor(uso de elevadores)
- Posibilidad de usar la gravedad
- Mejor supervisión a nivel de departamentos
- Peso a soportar: El peso que debe soportar la estructura no se limita solamente al peso de los equipos y maquinarias, sino también al peso producido por la materia prima que se encuentra dentro de los tanques de procesado y en los alrededores esperando ser cargada. Entonces una consideración de diseño será condicionada por el tipo, cantidad, y peso de la materia prima que se va a emplear en el proceso.

En forma adicional también se debe considerar el peso que otorgan los medios de transporte de la materia prima, puede ser un camión, o un contenedor, etc. En la fase de instalación los pasillos deberán ser capaces de soportar la carga que ofrecen la maquinaria de transporte de los equipos. La presión en un piso diferente al piso inicial se ve adicionada por una serie de equipos (focos, cables, grúas, fajas, poleas, canaletas, etc.) que cuelgan del techo del piso inferior.

**Iluminación:** Se debe diferenciar la zona en donde se realiza el proceso y la zona donde se ubican las oficinas. Por un lado la iluminación en la zona de proceso está dentro de requerimientos propios del proceso, por ejemplo se puede considerar

mucha luz en una zona y poca luz en otra, un proceso puede bastarse con la luz natural mientras que en otro la luz natural puede dañar la materia prima. Por el lado de la zona de oficinas es frecuente colocar ventanas para no inducir efectos claustrofóbicos, por lo que sea provecha la luz natural. La iluminación puede afectar el desarrollo de las actividades de los trabajadores, la falta de iluminación, los contrastes, o los destellos luminosos, puede llevar a accidentes y errores. Es importante entonces determinar la ubicación y potencia de las lámparas, para que la luz sea uniforme, no se presenten zonas oscuras, sombras, reflejo sin deseados, etc.

**Colores:** El color con que se pinta las paredes, techos, tuberías, maquinarias, etc. Van a favorecer o perjudicar la efectividad de la iluminación, además de contribuirá brindar seguridad y la rápida identificación de peligros. Los colores de las paredes y techos deben ser claros, mientras que los equipos y maquinarias deben contrastara los anteriores; en cambio para las tuberías será necesario guiarse por las normas ISA para fijar el color dependiendo del material transportado en su interior.

**Accesibilidad y desplazamiento:** Estos conceptos están relacionados tanto a las personas como a las materias primas. En una planta es necesario que las personas se puedan desplazar de un lugar a otro sin dar excesivas vueltas y sin verse aprisionados por pasadizos angostos, así mismo requieren tener acceso rápido a los sistemas de control de la planta ya los mismos equipos y maquinarias para llevar a cabo las labores de mantenimiento. Del mismo modo en una planta la materia prima debe estar al alcance del proceso, es decir que no deben existir dificultades ni demoras para llevar la materia prima desde los contenedores hasta las máquinas procesadoras. Entonces será necesario considerar pasadizos anchos, elevadores, grúas, escaleras, puertas de interconexión, sótanos, etc.

**Ventilación y calefacción:** Debe existir un punto de equilibrio entre la ventilación natural proveniente del exterior y la ventilación dado por el aire acondicionado. La

naturaleza del proceso va a determinar qué tipo de ventilación será necesaria, puesto que el aire que respiran los trabajadores suelen ser muchas veces purificado, no se puede permitir fugas al exterior mediante ventanas abiertas; en cambio en procesos donde no se liberen contaminante sal aire, puede bastar con la ventilación natural. También dependiendo del proceso productivo puede ser necesario someter al aire a procesos de filtración, humidificación, secado, construir chimeneas, etc.; así mismo se debe determinar los mejores puntos de entrada y salida del aire tratado. Otra consideración es el desempeño de los equipos, el calor que producen, y la temperatura a la cual deben operar. Por otro lado las condiciones climáticas de la zona donde se instale la planta condicionarán la utilización de calefacción o refrigeración del aire. El sobre dimensionamiento en la capacidad y en la necesidad de estos equipos puede traer costos muy altos por consumo de electricidad, resultando anti económica su operación.

Instalación de servicios: Los servicios básicos con que cuenta una planta son electricidad, agua, desagüe, teléfono; adicionalmente puede contar con servicios de gas, Internet, televisión por cable, etc.; y dependiendo del empresario puede instalarse redes industriales, redes de computadoras, centrales telefónicas internas, circuitos cerrado de televisión, sistemas contraincendios, sistemas de alarma conectado sala estación de bomberos, hospitales, policía, etc. Todos estos servicios requieren de cables y /o tubos, los cuales no pueden estar ubicados en cualquier lugar, por lo que el diseño debe prever canales por donde deben ingresar, distribuirse, y luego salir.

### **3.13. Ubicación y distribución**

La ubicación consiste en la locación geográfica donde radican y se encuentran instalados los equipos y maquinarias que van a realizar el proceso industrial; la planta requerirá de un área para conformar su centro de operaciones, la cual se ve condicionada por factores sociales y económicos. Por un lado la sociedad sea grupa

por locaciones urbanas y locaciones industriales, por lo que se acostumbra ubicarlas fábricas en las afueras de las ciudades, o en zonas denominadas parques industriales, los cuales agrupan a un conjunto de fábricas y centros de producción. Por otro lado los costos de transporte de las materia primas de terminan que no se puede ubicarla planta en lugar es muy alejados, a no ser que dicho punto alejado sea cercano al sitio de extracción de la materia prima. Los trabajadores también deben desplazarse hacia donde está ubicada la planta, por lo que esta ubicación condiciona directamente la economía y el tiempo de los trabajadores.

Los condicionamientos sociales y económicos se pueden dividir y a la vez ser complementados por condicionamientos y factores más específicos y menos globales, los cuales se exponen a continuación:

La disponibilidad el terreno donde se ubicará la planta, el tamaño y el costo del mismo. La conveniencia estratégica de la zona para fines de construcción, es decir, si el terreno permite construir edificio saltos, o si el suelo no presenta excesiva humedad, etc. Consideración respecto si el terreno colinda con terrenos desocupados, en caso de requerir se ampliaciones.

### **3.14. La distribución**

Consiste en la disposición, ordenación, organización, clasificación, y sistematización de los componentes integradores de la planta a los largo de la ubicación escogida para la instalación de la misma. Está relacionado con la colocación y posicionamiento físico de dichos componentes integrados; incluye tanto la distribución de los equipos según el proceso y actividad que van a desempeñar, la ubicación dentro de los departamentos, así como la distribución y ubicación de los diferentes departamentos y zonas de servicio a los largo del terreno de la planta.

La distribución afecta directamente la organización industrial de la planta, además en un futuro puede cambiar la tecnología y los cálculos de ingeniería previstos en el diseño de control, por lo que podría ser necesario incorporar nuevos equipos, nuevos procesos, o tal vez eliminar procesos y maquinarias. Tiene repercusiones sobre la velocidad del trabajo y la forma como se lleva a cabo las actividades, desde la actividad de respirar, caminar, observar, hasta la forma y calidad de los productos finales. Existen dos formas de considerar la distribución dentro de una planta, desde el punto de vista de producción:

- Distribución orientada al producto: Cuando se trata de satisfacer las necesidades exigidas por el producto final fabricado, como son las necesidades de calidad, buen desempeño, rendimiento, durabilidad, etc.
- Distribución orientada al proceso: Cuando se trata de satisfacer las necesidades exigidas por el proceso, como son control de variables, supervisión de operaciones a distancia, almacenamiento y procesamiento de datos, etc.

Las plantas pequeñas o aquellas que recién se inician, tienden a orientar su distribución hacia el producto final; a medida que la planta crece en producción, en actividades, y que el proceso se hace más complicado, la distribución buscará adecuarse enfocándose hacia el proceso. En cambio las plantas grandes y complejas buscan en primera opción enfocar su distribución a sus procesos, para que de esta manera se pueda favorecer el ordenamiento de los mismos, así como el ordenamiento de los departamentos con sus respectivos subprocesos.

### **3.15. Modernización de plantas**

El concepto de modernización de una planta está referido a la mejora en las instalaciones, tecnología, capacitación de personal, condiciones de trabajo, seguridad, entorno de fabricación, tiempo de operación, rendimiento de la materia prima, innovación en el mismo proceso físico y/o químico, etc. Estos conceptos

pueden ser absueltos mediante el uso de procesos automatizados, los cuales sobrepasan los sistemas de producción manuales y mecanizados.

El proceso de modernización de las plantas denominado revamping es un proceso que permite un crecimiento y escalamiento de la actividad industrial de una planta industrial, dado que cada empresa debe innovar en sus procesos para poder ser competitivo en el mercado y asegurar la calidad ambiental, se ve en la necesidad continua de mejorar su tecnología instalada, puesto que de otro modo se arriesga a perder prestigio y calidad, y por ende clientes. Existe similitud en el diseño de una planta nueva con el diseño de la remodelación de una planta antigua, la diferencia principal está dado en el hecho que una planta antigua es aquella que está operando en una cadena productiva, la implicancia de parar el proceso afecta la producción. Puesto que la necesidad de parar la fábrica es inmutable, los ingenieros tendrán que planificar el desarrollo de los cambios para épocas de baja producción, aunque es ineluctable que la empresa tenga que asumir los costos de no producción.

Entre los temas abarca dos por la modernización dentro del contexto de la automatización de procesos, podemos citar como ejemplos los siguientes: Instalación de una sala de control y supervisión, equipada con paneles de control y computadoras con sistemas Scada. Implementación de lazos de control mediante algoritmos de control que usen métodos esto casticos y/o recursivos. Cambio de los sensores tradicional es por sensores inteligentes, los cuales van a permitir tomar acciones correctivas, cuando la complejidad del proceso no tenga la necesidad de implementar lazos complejos de control. Cambios en la estructura y procedimientos para llevar acabo la elaboración de un producto. Reemplazar equipos viejos, por equipos y maquinaria nueva (en la medida que el presupuesto lo permita), lo cual va a permitir tener un modelamiento más exacto de la planta. Utilización de redes industriales, a donde se van a conectarlos equipos, para permitir un control remoto. Empleo de maquinaria gobernada por dispositivos electrónicos, en reemplazo de mandos mecánicos. Graficadores electrónicos para visualizar variables importantes.

El objetivo de la automatización en la modernización industrial es permitir un mejor aprovechamiento de los recursos para así lograr una mejor calidad y cantidad de bienes finales, para luego entrar a competir en el mercado. Así mismo se debe planificar fases para llevar a cabo el desarrollo de la modernización, las cuales deben ser proyectadas bajo los siguientes criterios.

Realizar la transformación en el mínimo tiempo posible, pero siempre que estos plazos no afecten los resultados finales esperados. El personal profesional y técnico a cargo de la transformación, debe ser en lo posible personal que labora en forma permanente en la planta, o en todo caso son los que van a laborar en un futuro. La dirección del proyecto de modernización debe dejarse a cargo de terceros especializados en el tema y con experiencia. Los proveedores de equipos deben ser seleccionados en base a los productos requeridos por la nueva planta, y no en base a cual es mejor, o cual es más económico, puesto que lo más importante es respetarlos parámetros diseñados en ingeniería. Los parámetros diseñados en ingeniería deben buscar simular la mejor performance de la planta, en base a equipos reales en el mercado sin sobredimensionar las características de estos, o solicitar mayores prestaciones que los requerimientos reales del sistema técnico. Los equipos deben ser almacenados en una zona cercana a la nueva planta, para permitir un costo de transporte menor, y una más rápida implementación. Otras consideraciones respecto a la instrumentación y equipamiento de maquinaria en la planta consisten en lo siguiente.

Se debe realizar un análisis previo referido a las condiciones vigentes de rendimiento y funcionamiento en que se encuentran los actuales equipos instalados. Mediante esta evaluación se estimará que equipos son esenciales de ser cambiados.

Se debe sustituir los equipos e instrumentos que hayan dejado de fabricarse, puesto que estos no tendrán repuestos si llegan a malograrse. En lo posible utilizar

equipos cuyos fabricantes ofrezcan compatibilidad con otros fabricantes. De no ser posible, se debe buscar la estandarización mediante la reducción de la diversidad de proveedores. La heterogeneidad en los proveedores de equipos constituye un problema desde el punto de vista del mantenimiento individualizado que requieren ciertos equipos; el acondicionamiento y reemplazo de piezas; la capacitación y especialización del personal técnico; la integración de equipos bajo buses de datos de redes industriales. Muchas veces una diversificación de marcas requiere una diversificación en las características de operación de la planta: suministro de energía, tipo de conectores, temperatura de operación, aislamiento térmico, aislamiento sonoro, etc. Además la gestión se ve afectada al volverse más compleja la labor de inventariado, fijación de costos por depreciación, presupuesto para repuestos, etc.

Todas estas afecciones pueden ser minimizadas si se cuenta con equipos de la misma marca, pero la mejor recomendación en adaptar la planta, para que esta pueda emplear marcas compatibles entre sí, es decir, productos homogéneos pero provenientes de distintos fabricantes, lo cual traería ventajas como por ejemplo si se requiere un repuesto, y este no se encuentra en el mercado local, podrá ser reemplazado por otro compatible de otro fabricante, obteniéndose el mismo resultado final. La capacitación del personal es importante llevarla a cabo antes de empezar el proceso de modernización, para permitir su pronto acondicionamiento al nuevo ambiente de trabajo; debemos recordar que los pocos problemas que presenta un sistema automatizado, tienen su origen en el factor humano, puesto que serán los supervisores los encargados de mantener la planta dentro de los parámetros de operación adecuados para el momento dado, lo cual implica que el operario debe conocer el funcionamiento del proceso y de los equipos instalados individualmente.

Una ventaja de la capacitación del personal que ya labora en la planta está dada en la posibilidad de mandar a la planta a funcionamiento manual, cuando una urgencia afecte el normal desarrollo automático. El personal a cargo de la automatización debe procurar en lo posible, evitar el reemplazo de equipos, puesto

que debe procurar mantener la economía de la empresa. Para muchos de los aparatos sólo se requerirá un buen mantenimiento y la sustitución de algunos de sus componentes. Aunque hay que considerar que para otros casos el costo de reparar el equipo sería mayor al valor de uno nuevo.

Se debe considerar también la nueva infraestructura civil que de mandará la instalación de las modificaciones a la planta; cuando sea necesario instalarlos dispositivos de instrumentación será preferible sacar toda maquinaria antigua (que no forme parte del nuevo diseño) para que no estorbe los trabajos de acoplamiento de las partes del sistema. Del mismo modo la construcción de la sala de control de mandará la construcción paralela de canaletas o canales para el cableado que va dirigido al lugar. La tarea de controlar los nuevos procesos implica modelar los nuevos equipos, es decir, desarrollar un algoritmo matemático equivalente a las funciones que desempeñan los equipos. Luego de contar con el modelo matemático se debe elegir el tipo de control a utilizar, lo cual servirá de base para adquirir las unidades de control respectivas.

Los equipos de instrumentación, también exigirán ser calibrados para operar en forma uniforme de acuerdo a la especificación del diseño de ingeniería, especialmente los dispositivos de medida y transmisores. Frecuentemente los instrumentos se des calibran por el uso mismo, en las plantas no automatizadas, el operador se acostumbra a trabajar con dicho margen de imprecisión en los instrumentos, y gracias a su pericia y su criterio puede mantener un control adecuado. En cambio en los sistemas automáticos, los controladores carecen de ese criterio por lo que es necesario mantener el nivel de precisión correcto en el funcionamiento de los instrumentos.

### 3.16. Sistemas de emisión cero

El gran desafío que enfrentan las industrias modernas, están concentradas en el hecho de buscar soluciones, para lograr que los procesos productivos actuales se conviertan en "sistemas de emisión cero". Estos sistemas son denominados de esta manera debido a que no emiten ninguna sustancia tóxica a la naturaleza. Puede sonar a fantasía, pero en el mundo real es posible diseñar e implementar una fábrica tal que pueda llevar a cabo sus proceso productivos inafectar las condiciones ecosistémicas de su entorno.

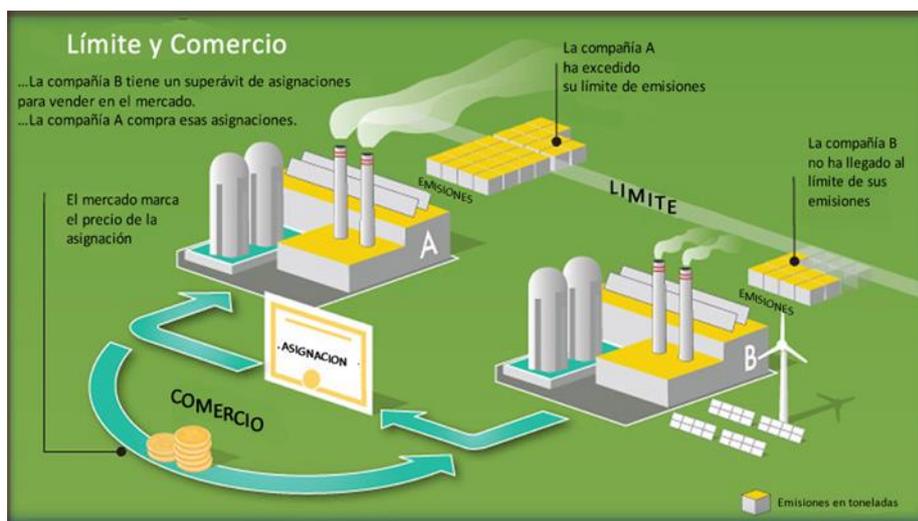


Figura 18. *Sistemas de Emisión Cero.*

Fuente: (Moreno, Ingeniería de la automatización industrial, 2000)

Cada industria, cada proceso, y cada fábrica es un caso particular y único en su género, no se puede implementar un sistema en un lugar y esperar que brinde los mismos resultados en otro lugar, este solo puede brindar pautas basadas en las experiencias logradas. Para poder llevar a cabo la ingeniería de un sistema sin emisiones es necesario realizar un estudio de investigación previo, el cual deberá ser minucioso y pormenorizado; gracias al desarrollo tecnológico muchos de los problemas antes imposibles de corregir, pueden ser resueltos, solo bastará invertir capitales, contar con el conocimiento y la tecnología adecuada, y sobre todo tomar

conciencia que el cambio es posible, y con el tiempo se convertirá en algo común y corriente. La producción sin emisiones se basa en la reutilización de los materiales que son desechados, por parte de la misma empresa, o puede ser vendida a un tercer o como materia prima para otro proceso; así mismo está basada en la purificación de aquellos desechos que no pueden ser reutilizados, de este modo no se arroja ninguna gente contaminante, y el ciclo de producción se vuelve más ágil y más económico.

La implementación de estos sistemas deberá seguir una serie de pautas, las cuales se exponen a continuación: Implementación de sistemas de análisis de riesgo y vulnerabilidad ambiental. Modelos integrales de predicción que permitan determinar el grado de contaminación en una locación o región Modelos de propagación y transformación química de contaminantes en un medio (agua, aire y suelo). Utilización de sistemas de información virtual e inteligente que permitan simular el tipo y cantidad de contaminantes que generaría el desarrollo de un proceso, así como su evaluación temporal y espacial (se puede hacer uso de imágenes satelitales). Implementación de sistemas de prevención y control de emisiones y descarga de contaminantes. Desarrollo de sistemas de control, inteligentes y automatizados que permitan identificar y controlar a los agentes contaminantes, además de brindar una corrección a los problemas. Desarrollo de sistemas integrales de minimización de contaminantes emitidos, luego de una cadena productiva, para lo cual se puede implementar políticas de reciclamiento y/o reutilización de materiales y residuos.

Instrumentación a través de sensores y dispositivos electrónicos, que permitan conocer ciertos parámetros de interés en materia medio ambiental. Fijar indicadores de desempeño ambiental, e indicadores para medir el resultado de las políticas de gestión ambiental. Implementación de sistemas de medición del impacto provocado sobre un ecosistema, debido a la presencia de una actividad industrial o social-urbana.

- Implementación de sistemas de prevención y recuperación de las zonas afectadas por las actividades humanas.
- Implementación de sistemas que permitan la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, para ello se hace uso de la automatización de los procesos de limpieza de emisiones gaseosas.
- Desarrollo de sistemas que permitan conocer la magnitud de la presencia de los gases emitidos; estos datos deberán ser recogidos desde sensores ubicados en puntos estratégicos.
- Desarrollo de sistemas que permitan conocer la dinámica del comportamiento de las emisiones sólidas, líquidas y gaseosas dentro del entorno de desarrollo humano.
- Implementación de sistemas que permitan liberar nutrientes en los campos de cultivo, cuando estos se vean afectados por agentes externos, o por la sobre producción o sobre utilización de los mismos.
- Implementación de sistemas que permitan liberar nutrientes en los campos de cultivo, cuando estos se vean afectados por agentes externos, o por la sobre producción o sobre utilización de los mismos.
- Implementación de sistemas que permitan el uso de energías renovables, denominadas energías limpias, favoreciendo de este modo a la industria de sistemas sin emisiones; como por ejemplo subsidios tributarios por parte del Estado.
- Desarrollo de sistemas de análisis económico de los costos y beneficios de implantar nueva tecnología sobre una industria o un proceso determinado.
- Utilización de sistemas computacional es para lograr mantener a la mano, la información concerniente a materias medio ambientales.
- Implementación de sistemas de control en lazo abierto que permitan conocer (censar) el flujo y tipo de sustancias arrojadas por cada actividad industrial, para luego alimentar bases de datos con esta información.
- Aplicar la automatización e instrumentación para el análisis de muestras y detección de compuestos tóxicos. Implementar sistemas remotos para la medición de contaminantes en zonas de alto riesgo o de difícil acceso.

- Implementar sistemas que brinden seguridad a los trabajadores de la planta, y que protejan a la población aledaña frente a accidentes.

### **3.17. Operaciones de mantenimiento**

#### **3.17.1. Generalidades**

Las operaciones de mantenimiento tienen lugar frente a la constante amenaza que implica la ocurrencia de una falla o error en un sistema, maquinaria, o equipo. Existe además una necesidad de optimizar el rendimiento de los unidades y componentes industriales (mecánicos, eléctricos, y electrónicos) de los procesos dentro de las instalaciones de una planta industrial. El objetivo buscado por el mantenimiento es contar con instalaciones en óptimas condiciones en todo momento, para asegurar una disponibilidad total del sistema en todo su rango de performance, lo cual está basado en la carencia de errores y fallas. El mantenimiento debe procurar un desempeño continuo y operando bajo las mejores condiciones técnica, sin importar las condiciones externas (ruido, polvo, humedad, calor, etc.) del ambiente al cuales se somete el sistema. El mantenimiento además debe estar destinado a:

- Optimizar la producción del sistema
- Reducir los costos por averías
- Disminuir el gasto por nuevos equipos
- Maximizar la vida útil de los equipos

Los procedimientos de mantenimiento deben evitar las fallas, por cuanto una falla se define como la incapacidad para desarrollar un trabajo en forma adecuada o simplemente no desarrollarlo. Un equipo puede estar fallando pero no estar malogrado, puesto que sigue realizando sus tareas productivas, pero no las realiza

con la misma performance que un equipo en óptimas condiciones. En cambio un equipo malogrado o averiado no podrá desarrollar faenas bajo ninguna circunstancia.

Además el costo que implica la gestión y el desarrollo del mantenimiento no debe ser exagera, más bien debe estar acorde con los objetivos propios el mantenimiento, pero sin denotar por ejemplo, un costo superior al que implicaría el reemplazo por maquinaria nueva. Entre los factores de costo tendríamos: mano de obra, costo de materiales, repuestos, piezas nuevas, energía, combustibles, pérdidas por la no producción.

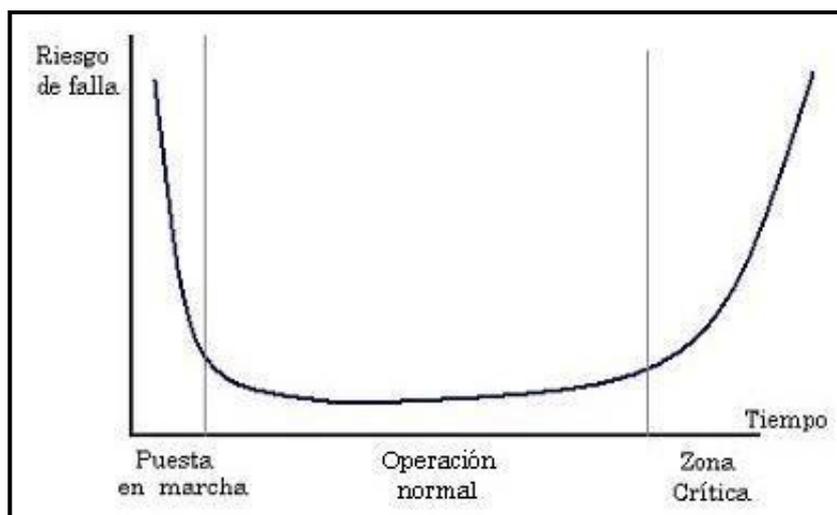


Figura 19. *Gases Tóxicos*  
Fuente: (Diaz, 2005)

### 3.18. Tipos de mantenimiento

Existen cuatro tipos reconocidos de operaciones de mantenimiento, los cuales están en función del momento en el tiempo en que se realizan, el objetivo particular para el cual son puestos en marcha, y en función a los recursos utilizados, así tenemos

### **3.18.1. Mantenimiento correctivo**

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento reactivo, tiene lugar luego que ocurre una falla o avería, es decir, solo actuará cuando se presenta un error en el sistema. En este caso sino se produce ninguna falla, el mantenimiento será nulo, por lo que se tendrá que esperar hasta que se presente el desperfecto para recién tomar medidas de corrección de errores. Este mantenimiento trae consigo las siguientes consecuencias:

- Paradas no previstas en el proceso productivo, disminuyendo las horas operativas.
- Afecta las cadenas productivas, es decir, que los ciclos productivos posteriores se verán parados a la espera de la corrección de la etapa anterior.
- Presenta costos por reparación y repuestos no presupuestados, por lo que se dará el caso que por falta de recursos económicos no se podrán comprarlos repuestos en el momento deseado
- La planificación del tiempo que estará el sistema fuera de operación no es predecible.

### **3.18.2. Mantenimiento preventivo**

Este mantenimiento también es denominado mantenimiento planificado, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar el momento necesario para llevar acabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos. Presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovecha las horas ociosas de la planta.

- Se lleva a cabo siguiendo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios a la mano.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y determinación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular ya ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.

### **3.18.3. Mantenimiento predictivo**

Consiste en determinar en todo instante la condición técnica (mecánica y eléctrica) real de la máquina examinada, mientras esta se encuentre en pleno funcionamiento, para ello se hace uso de un programa sistemático de medición es de los parámetros más importantes del equipo. El sustento tecnológico de este mantenimiento consiste en la aplicación de algoritmos matemáticos agregados a las operaciones de diagnóstico, que juntos pueden brindar información referente a las condiciones del equipo. Tiene como objetivo disminuir las paradas por mantenimientos preventivos, y de esta manera minimizar los costos por mantenimiento y por no producción. La implementación de este tipo de métodos requiere de inversión en equipos, en instrumentos, y en contratación de personal calificado. Técnicas utilizadas para la estimación del mantenimiento predictivo:

- Analizadores de Fourier (para análisis de vibraciones)
- Endoscopia (para poder ver lugares ocultos)
- Ensayos no destructivos (a través de líquidos penetrantes no corrosivos, ultrasonido, radiografías, partículas magnéticas, entre otros)
- Termovisión (detección de condiciones a través del calor desplegado)

- Medición de parámetros de operación (viscosidad, voltaje, corriente, potencia, presión, temperatura, etc.)

#### **3.18.4. Mantenimiento proactivo**

Este mantenimiento tiene como fundamento los principios de solidaridad, colaboración, iniciativa propia, sensibilización, trabajo en equipo, de modo tal que todos los involucrados directa o indirectamente en la gestión del mantenimiento deben conocer la problemática del mantenimiento, es decir, que tanto técnicos, profesionales, ejecutivos, y directivos deben estar conscientes de las actividades que se llevan a cabo para desarrollar las labores de mantenimiento. Cada individuo desde su cargo o función dentro de la organización, actuará de acuerdo a este cargo, asumiendo un rol en las operaciones de mantenimiento, bajo la premisa de que se debe atender las prioridades del mantenimiento en forma oportuna y eficiente.

El mantenimiento proactivo implica contar con una planificación de operaciones, la cual debe estar incluida en el Plan Estratégico de la Organización. Este mantenimiento a su vez debe brindar indicadores (informes) hacia la gerencia, respecto del progreso de las actividades, los logros, aciertos, y también errores.

#### **3.19. Políticas de mantenimiento**

Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programada en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y horario conocido. A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo. Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo. Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.

La señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos. Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas. Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo. Planos, diagramas, información técnica de equipos. Plan de seguridad frente a imprevistos. Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un Informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:

- Los equipos que han sido objeto de mantenimiento
- El resultado de la evaluación de dichos equipos
- Tiempo real que duró la labor
- Personal que estuvo a cargo
- Inventario de piezas y repuestos utilizados
- Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento
- Conclusiones

En una empresa existen áreas, una de las cuales se encarga de llevar a cabo las operaciones de planeamiento y realización del mantenimiento, esta área es denominada comúnmente como departamento, y tiene como deber principal instalar,

supervisar, mantener, y cuidar las instalaciones y equipos que conforman la fábrica. El departamento de mantenimiento a su vez divide sus responsabilidades en varias secciones, así tenemos por ejemplo:

- Sección Mecánica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar las maquinarias y equipos mecánicos.
- Sección Eléctrica: conformada por aquellos encargados de instalar, mantener, y reparar los mandos eléctricos, generadores, subestaciones, y demás dispositivos de potencia.
- Sección Electrónica: conformada por aquellos en cargados de la instalación y mantenimiento de los diversos dispositivos electrónicos. Sección Informática: tienen a su cargo el mantener en un normal desarrollo las aplicaciones de software.
- Sección Civil: conformada por aquellos en cargados del mantenimiento de las construcciones, edificaciones y obras civiles necesarias para albergar a los equipos.

### **3.20. Vida útil y depreciación**

Los equipos pueden permanecer en una planta todo el tiempo que sea necesario y que los mismos equipos lo permitan, por tanto la vida útil de los equipos va a depender del factor de utilidad que estos aporten en el proceso al desempeñar una función durante un período de tiempo. Los equipos pueden tener varios tipos o períodos de utilización, a los que se les denomina lapso de vida. Así tenemos:

- Vida Física: Es el lapso de tiempo en que el equipo puede utilizarse en la planta como componentes de esta, desarrollando sus funciones con total normalidad siempre que reciba el mantenimiento adecuado.
- Vida en el Mercado: Está dado por el tiempo que pasa el equipo como un producto disponible en el mercado, a ofrecimiento de los fabricantes. Cuando los modelos se vuelven obsoletos y ya no se fabrican más se considera que su vida en el mercado ha terminado.

- Vida Tecnológica: Se denomina de esta forma al tiempo que pasa antes de que aparezca una tecnología mejor que exija el recambio de un equipo.
- Vida Económica: Es el lapso de tiempo durante el cual el equipo es considerado un bien sujeto a depreciación.

Una vez instalados y puestos en marcha, los equipos se convierten en bienes de segunda mano y pierden valor, además el continuo uso hace que estos se deterioren por lo que su valor monetario en el mercado tiende a bajar en función al uso y al tiempo. La depreciación es la disminución en el valor intrínseco de un bien (activo fijo) debido al uso y al tiempo de uso o tiempo transcurrido. Es decir, mediante la depreciación el empresario puede calcular en cuanto disminuye el valor de sus equipos, y proyectar este cálculo hasta llegar a un punto en que el bien pierde su valor. Por tanto el empresario tendrá que separar una suma de sus ingresos y destinarlo a un fondo de depreciación, en donde a manera de ahorro podrá completar el monto del costo de un equipo nuevo al término de la vida útil del equipo o antes, no afectando de esta manera, los presupuestos futuros.

### **3.21. Diseño de equipos procesos y sistemas**

Los Sistemas de Compostaje consisten de un proceso aerobio, en donde los microorganismos descomponen los sólidos orgánicos alimenticios, dentro de un medio oxigenado. Los parámetros del proceso son los siguientes: temperatura, contenido de humedad, oxígeno, nivel de pH, relación bioquímica carbono nitrógeno (C/N), composición bioquímica, y textura.

El Sistema de Digestión Anaerobia, Un sistema de digestión anaerobia de sólidos bajos:

- Pre tratamiento
- Lodos biológicos y/o químicos

- Residuos
- Orgánicos
- filtrado urbanos
- Separación metales
- Proceso de mezclado
- Deshidratado de lodos
- Triturador
- Digestor anaerobio 38°o60°c
- Torta de filtro
- Separador de gas  $co_2$   $ch_4+co_2$
- Biogás

Un sistema digestor para producción de combustibles derivados de los residuos (CDR):

- Residuos orgánicos
- Lodos biológicos
- Urbanos y/o químicos
- Mezclador
- Tanque/
- Reactor aerobio
- Reactor
- Digestor aerobio
- Compost
- Desecador
- Cdr de flujo de alta carga
- Aerobio presión aire
- Biogás
- Humus
- Energía térmica

### **3.22. Incinerador de residuos**

Los incineradores de residuos son usados para reducir el volumen de elementos residual es antes de ser almacenados en rellenos sanitarios; se lleva a cabo siempre que las emisión es gaseosas que se generen, no otorguen un mayor grado de contaminación que el residuo inicial. Elementos que conforman una planta de incineración de residuos:

- Báscula (control del peso)
- Muelle de descarga
- Tolva de almacenamiento
- Grúa transportadora
- Chancadora

Sistema de alimentación (permite almacenarlos residuos en una tolva a la entrada del horno, de modo que no se atasquen). Horno de calcinación (consta de parrillas que mueven los residuos para que estos combustionen con los gases en el interior, además consta de una cámara de combustión principal y otra secundaria).

### **3.23. Sistema automático para contenedores**

El siguiente es un sistema de vaciado automático de un contenedor de residuos urbanos:

- Compuerta
- Anti-nitrógeno
- Elevador
- Trituradora
- Entrada de residuos de nitrógeno
- Mezclador
- Tamiz

- Vibrador
- Baño de líquidos sólidos
- Lavado
- Alcalino
- Lodos bombeados para incineración
- Separador
- Magnético
- Plásticos
- Metales

Se introduce los residuos en una compuerta de nitrógeno y luego se le pasa por un juego de trituradoras de nitrógeno, con el objetivo de evitar la ignición de los compuestos orgánicos. Luego de ser desintegrados, los residuos son mezclados, para combinar los diferentes tipos de residuos. Después se procede a separar los líquidos de los sólidos, mediante una acción vibratoria. Los líquidos pueden ser llevados para su incineración, o también pueden alimentar digestores anaeróbicos. Los residuos sólidos reciben un baño alcalino que los libera de residuos orgánicos. Luego un separador magnético aparta los metales de los plásticos.

### **3.24. Sistema de tratamiento de residuos inorgánicos**

El siguiente proceso que se sigue para el tratamiento de los residuos de naturaleza inorgánica, provenientes de una industria de galvanizado.

- Agentes
- Contaminantes
- Agentes destoxificadores
- Residuos de cromo ácido
- Residuos de  $\text{NaOCl}$
- Cianuro alcalino

- Reactor
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Residuos de ácido ferroso
- Filtro-prensa

### 3.25. Proceso de tratamiento de aceites usados

El siguiente es un proceso de tratamiento de aceites usados:

- Aceites
- Tratamiento térmico usados
- Agua contaminada
- Aceite
- Lodo con aceite
- Filtro mecánico
- Torta de agua
- Fueloil
- Filtro residual

El aceite usado que ingresa al proceso, es separado mediante un tratamiento térmico en tres sustancias: aceite residual, agua contaminada con aceite, y lodo. Tanto el agua contaminada como el lodo son desechados o conducidos hacia una planta de incineración en el caso del lodo, o hacia una planta de purificación en el caso del agua contaminada. En cambio el aceite residual es procesado para reutilizarlo como fueloil, es decir, un aceite combustible, el cual puede servir para calentar el horno del incinerador para la combustión de desechos.

### 3.26. Proceso de oxidación con aire húmedo

El proceso de oxidación con aire húmedo consiste en someter a los materiales orgánicos e inorgánicos en suspensión, en emulsión, o disueltos en agua, a un tratamiento a base de oxígeno. Luego del tratamiento se obtiene agua, CO<sub>2</sub>, y compuestos orgánicos debajo peso molecular. A continuación se muestra un esquema de este proceso.

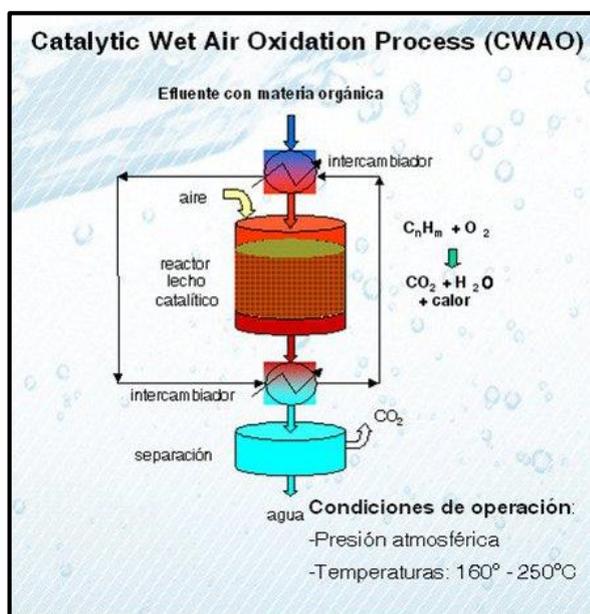


Figura 20. *Proceso de Oxidación con Aire Húmedo*  
Fuente: (Fernández, 1997)

### 3.27. Lavador venturi para gases

Los lavadores ventura son utilizados para separar partículas en las corrientes de gases de combustión, en base a un lavado con chorro de agua. A continuación se muestra un esquema de este dispositivo:

- Rociador de agua
- Chimenea
- Entrada de gases

- Agua
- Suplementaria
- Hidróxido de sodio
- Bomba de recirculación
- Descarga

El agua utilizada para la limpieza a chorro, sufre la contaminación de los tóxicos, metales, compuestos químicos, y demás agentes presentes en el gas, por lo que esta agua requerirá de un nuevo tratamiento de purificación.

### 3.28. Condensador de gases

Los condensadores son equipos que transmiten calor desde un flujo de vapor caliente hacia un flujo o corriente de refrigeración; es utilizado para la separación de materiales orgánicos disueltos en los gases. Principio de operación: Estos sistemas se basan en la siguiente ecuación:

$$Q = U \cdot A \cdot T$$

Dónde:

Q = Calor transferido [kW]

U = Coeficiente de transferencia de calor [kW/m<sup>2</sup>. °C]

A = Área de transferencia de calor [m<sup>2</sup>]

T = Diferencial de temperatura entre el flujo caliente y el frío [°C]

Pueden existir de diversas formas físicas: horizontal y vertical, de diversas modalidades de inyectar los flujos, y de diversas maneras de hacer que se entrelacen los flujos. A continuación se muestra la gráfica de un condensador horizontal con inyección de fluido a los extremos:

- Vapor de refrigerante

- Entrada de salida refrigerante
- Vapor de entrada

### 3.29. Torres de absorción de gases

Una torre de absorción consiste de una chimenea alta y estrecha, por cuya parte inferior ingresa el gas deseado y de la parte superior se libera un líquido (el cual cae en forma descendente). El líquido usado es especial para cada tipo de sustancia que se desea tratar, puesto que este líquido atraparán a los agentes contaminantes, liberando al gas de estos agentes. A continuación se muestra el esquema de una torre de absorción simple:

- Salida gas limpio
- Separador de nieblas
- Entrada líquido de absorción
- Sección de relleno
- Entrada gas contaminado
- Salida líquido contaminado

### 3.30. Filtración de gases

Estos equipos constan de un filtro compuesto por un material sólido poroso, que permite el paso del gas, atrapando a las partículas sólidas de otras sustancias. El desempeño del trabajo del filtro depende de dos parámetros: la eficiencia en la separación, y la caída de presión. Cuando el filtro está en funcionamiento, se forma una fina capa de polvo, la cual aumenta la caída de presión en el filtro (hasta en 10 veces), dicha caída se puede determinar en base a la siguiente ecuación:

$$P = k_1 \cdot V_f + k_2 \cdot W \cdot V_f$$

Dónde:

P = Es el diferencial de caída de presión

$k_1$  = Constante del medio del filtro

$k_2$  = Constante de los residuos sólidos

$W$  = Sólidos por unidad de área

$V_f$  = Velocidad de filtración

El precipitador electrostático se utiliza para separar partículas muy pequeñas tanto líquidas como sólidas, de los gases. Crean un campo eléctrico, cuando las partículas lo atraviesan son ionizadas, este fenómeno produce que dichas partículas se desvíen hacia el electrodo colector, el cual se convierte en un acumulador de residuos. Es quema de un Precipitador electrostático:

- Electrodo emisor
- Suministro de energía
- Salida de gas
- Entrada de gas
- Electrodo colector
- Residuos

### **3.31. Lavadores de gas**

Son equipos que emplean una corriente líquida para limpiar un gas separando las partículas sólidas del gas, o también se puede verter el líquido sobre un relleno poroso de modo que las partículas son recogidas tanto por el líquido como por el relleno. El relleno con que cuentan en su interior, permite que la torre se haga más pequeña, mientras que la presión es mayor.

## CONCLUSIONES

Los cambios originados en la naturaleza así como los factores ambientales que influyen en el comportamiento humano también influyen sobre el comportamiento de los demás seres vivos del planeta y sobre todo tiene consecuencias sobre la naturaleza, los procesos evolutivos, y ciclos de vida que engloban el conjunto de ecosistemas.

El progreso de la tecnología, el crecimiento de la población y la urbanización, han alterado la capacidad natural de adaptación del ser humano al medio natural que lo rodea, este deterioro de la adaptación del ser humano es expresado en estilos de vida y costumbres, no es igual la vida en la ciudad que la vida en el campo, no es igual la vida hace 100 años de lo que es la vida en la actualidad; y este es un ciclo continuado, el ser humano posee capacidad de adaptación al cambio y al medio que lo rodea, pero esta capacidad de adaptación supone el dominio y control de los elementos que conforman el nuevo ambiente, lo que genera la destrucción de un equilibrio natural de un ecosistema, por intervención de la creación del ecosistema humano.

Tal es el grado de dominio humano sobre los equilibrios naturales de los ecosistemas, que muchas actividades y agentes ofrecidos por el ser humano forman parte del esquema natural del planeta en el ámbito físico, biológico y químico. La conservación del medio ambiente es una necesidad que involucra a todos los seres humanos, actuantes directos e indirectos, pero las decisiones de cambio y acción está en manos de los dueños y dirigentes de la sociedad y de las industrias que son los principales agentes causantes de la destrucción medio ambiental. La protección del medio ambiente, ya no es más un asunto concerniente entre la administración del gobierno y el mundo empresarial, ahora se ha convertido en un asunto de todos los ciudadanos, representados por los dirigentes de organizaciones no gubernamentales, políticos, ecologistas, asociaciones técnicas, comunidad científica.

## RECOMENDACIONES

- Controlar el desecho industrial que son lanzados al ecosistema.
- Establecer normas tanto internas como externas en la industria para disminuir el impacto ambiental.
- Sanciones y penalizaciones contra las empresas que contamine el medio ambiente.
- Tener buen proceso automatizado para tratamiento de las aguas contaminante.
- Colaborar y ayudar a la disminución del impacto ambiental mediante conciencia ecológica.

## **DISCUSIÓN**

Los ambientalistas piensan que la solución de los problemas de la contaminación ambiental es la radicalización de los seres humanos, por culpa de los hombres el planeta se ha destruido por sus egoístas ambiciones de poder.

Los grandes empresarios dedican más a su producción en grandes masas si tienen en cuenta las normas de seguridad ambiental una lucha de qué lado ganaría: dinero vs ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ambiental, S. D. (s.f.). Obtenido de [http://ar.dir.yahoo.com/Sociedad/Medio\\_ambiente\\_y\\_naturaleza/Conservacion/](http://ar.dir.yahoo.com/Sociedad/Medio_ambiente_y_naturaleza/Conservacion/)
- AMBIENTAL.NET. (2013). ambiental. *AMBIENTE Y DESARROLLO DE AMERICA LATINA*, <http://www.ambiental.net/>. Obtenido de <http://www.ambiental.net/>
- automatas. (s.f.). Obtenido de <http://www.automatas.org/>
- Automatizacion y control*. (s.f.). Obtenido de <http://www.automatizacionycontrol.com/descargar.htm>
- Biodiversidadla*. (s.f.). Obtenido de <http://www.biodiversidadla.org/>
- Bioetica*. (s.f.). Obtenido de <http://www.bioetica.org/>
- Bioeticaweb*. (s.f.). Obtenido de <http://www.bioeticaweb.com/>
- Brañez, R. (2001). *Informe sobre el desarrollo del derecho ambiental Latinoamericano*. PNUMA-ORPAL-ONU.
- Cadiac*. (s.f.). Obtenido de <http://www.cadiac.com.ar/>
- Calvo, M. S. (1997). *Ecología industrial: Ingeniería medio ambiental aplicada a la industria*. España: Mundi-Prensa.
- Calvo, M. S. (1997). *Ingeniería medio ambiental aplicada: Casos prácticos*. España: Mundi-Prensa.
- Calvo, M. S. (1998). *Ecología Industrial*. España: Mundi-Prensa.
- Carbajo, J. A. (1992). *Evaluación y Corrección de Impactos Ambientales*. España: ITGME.
- Center, L. W. (1998). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental*. España: Mc. Grawhill.
- Chanlett, E. T. (1975). *La protección del medio ambiente*. Estados Unidos: Mc Grawhill.
- Chen, C. t. (1999). *Linear System Theory and Desing*. Estados Unidos: OXFORD UNIVERSITY.
- Comwell, M. D. (1991). *Introducción a la Ingeniería Ambiental*. New York: Mc. Grawhill.
- Díaz, H. A. (2003). AUTOMATIZACIÓN MEDIO AMBIENTAL. En *Aplicación de la automatización industrial y el control de procesos, en la protección y conservación del medio ambiente* (pág. <http://hamd.galeon.com>). Lima, Perú: Asiento 01, Expediente N° 00576-2003. Obtenido de [http://iaci.unq.edu.ar/materias/Inst\\_avanz/web/Apuntes.html](http://iaci.unq.edu.ar/materias/Inst_avanz/web/Apuntes.html)

Díaz, H. M. (FEBRERO de 2005). *procesos virtuales*. Obtenido de [http://www.procesosvirtuales.com/Procesos\\_Industriales.asp](http://www.procesosvirtuales.com/Procesos_Industriales.asp)

Dicat. (s.f.). Obtenido de <http://www.dicat.csic.es/rdcsic/rdcsciesp.htm>

Directindustry. (s.f.). Obtenido de <http://www.directindustry.com/>

Domoticaviva. (s.f.). Obtenido de <http://www.domoticaviva.com/ilumi2.html>

Dorf, R. C. (1974). *Sistemas Automaticos de Control*. Mexico: F E INTERAMERICANO.

ECO PORTAL. (2009). Ecoportal. *PROBLEMAS AMBIENTALES*, (pág. <http://www.ecoportel.net/>). Obtenido de <http://www.ecoportel.net/>

Espanhol. (s.f.). Obtenido de <http://domotica.jgcomponentes.com/Espanhol/Iluminacion.htm>

Fernández, V. C. (1997). *Auditorías Medioambientales. Guía Metodológica*. España: Mundi-Presa.

García, A. C. (s.f.). *Control de motor CC mediante PC*. Obtenido de <http://eya.swin.net/>

Grain. (s.f.). Obtenido de <http://www.grain.org/sp/biodiversidad/>

Group, L. G. (1920). *aga*. Argentina. Obtenido de <http://www.aga.com.ar>

Guadamud, P. F. (2012). *Lección de Ciencias Naturales*. Quito.

Heinke, J. G. (1999). *Ingeniería Ambiental*. (P. Hall, Ed.) Mexico.

Hunt, D. (1975). *Sistemas de gestión medio ambiental*. Estados Unidos: Mc. Grawill.

I.T.A. (s.f.). Máster en Gestión de la Innovación. *La innovación*. Obtenido de <http://innovacion.ita.es/>

Kalfrisa. (s.f.). Obtenido de <http://www.kalfrisa.com/esp/teinc.html>

Kiely, G. (1999). *Ingeniería Ambiental (Tomo I, II y III)*. España: Mc. Grawill.

Kuo, B. C. (1991). *Automatic Control Systems*. Estados Unidos: PRENTICE HALL .

Lenntech. (s.f.). Obtenido de <http://www.lenntech.com>

Lockyer. (1990). *Control de Calidad y Producción Industrial*. Colombia: ALFAOMEGA.

Michel, G. (1997). *Autómatas programables industriales*. España: Marcombo.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2013). ECUADOR ECOLOGICO. *ECUADOR AMA LA VIDA*, [http://ecuadorecologico.com/directorio\\_empresas\\_ambientales\\_ecuador/](http://ecuadorecologico.com/directorio_empresas_ambientales_ecuador/).

Mora, E. A. (2011). *ESTUDIOS SOCIALES*. QUITO: Jorge Ortega, Grace Sigüenza.

Moreno, P. (1994). *Curso de automatización industrial*. España: Universidad de Zaragoza.

Moreno, P. (2000). *Ingeniería de la automatización industrial*. México.

Ogata, k. (1998). *Ingeniería De Control Moderna*. Mexico: PRENTICE HALL.

Orea, D. G. (1999). *Evaluación del Impacto Ambiental*. España: Mundi-Presa.

PRENSA . (2012). *Unizar*. Obtenido de [http://wzar.unizar.es/invest/sai/ins\\_ele/ins\\_ele.html](http://wzar.unizar.es/invest/sai/ins_ele/ins_ele.html)

*Puntolog*. (s.f.). Obtenido de <http://www.puntolog.com/document/document/index.html>

Romeral, J. B. (1997). *Autómatas Programables*. España: Marcombo .

*Security and services*. (s.f.). Obtenido de <http://www.securityandservices.com/essessa.html>

Silva, M. C. (1994). *Historia y Cultura a del Peru*. Peru: U de Lima.

*Tecmes*. (s.f.). Obtenido de <http://tecmes.com/home.htm>

vida, E. a. (s.f.). *Ministerio del Ambiente*. Obtenido de [www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)

*webaruba*. (s.f.). Obtenido de <http://www.webaruba.com/AUTOM.htm>

Whittaker, R. (1978). *Comunidades y ecosistemas*. New York: Mc. Millan.

Woodside, J. C. (1997). *Guia Iso 14000*. Mexico: Ms GRAWHILL .

## FIGURAS

Figura 1. <i>Contaminación ambiental producida</i> .....	6
Figura 2. <i>Efectos de la contaminación en la salud</i> .....	7
Figura 3. <i>Impacto ambiental en el suelo</i> .....	9
Figura 4. <i>Contaminación del aire</i> .....	10
Figura 5. <i>Contaminación del agua</i> .....	11
Figura 6. <i>Mapa regional del Ecuador</i> .....	13
Figura 7. <i>Mapa regional del ecuador</i> .....	14
Figura 8. <i>Mapa región costa</i> .....	15
Figura 9. <i>Mapa región sierra</i> .....	17
Figura 10. <i>Mapa región sierra</i> .....	18
Figura 11. <i>Contaminación petrolera</i> .....	19
Figura 12. <i>Tratamiento de Residuos Industriales</i> .....	25
Figura 13. <i>Tratamiento aeróbico</i> .....	26
Figura 14. <i>Tratamiento anaeróbico</i> .....	26
Figura 15. <i>Gases Tóxicos</i> .....	29
Figura 16. <i>Gases Tóxicos.</i> .....	30
Figura 17. <i>Gases Tóxicos</i> .....	31
Figura 18. <i>Sistemas de Emisión Cero.</i> .....	47
Figura 19. <i>Gases Tóxicos</i> .....	51
Figura 20. <i>Proceso de Oxidación con Aire Húmedo</i> .....	62

## TABLAS

Tabla 1. <i>Focos contaminantes</i> .....	7
Tabla 2. <i>Causas de la contaminación ambiental</i> .....	9
Tabla 3. <i>Efectos de la contaminación del suelo</i> .....	9
Tabla 4. <i>Sustancias en el agua</i> .....	12

## ANEXOS



Eléctrica.

El valor de las multas originadas en el incumplimiento de las disposiciones del presente reglamento, pasarán a integrar los recursos para financiar las actividades del CONELEC, relacionadas con la protección del ambiente, de conformidad con el literal c) del artículo 19 de la ley.

### DISPOSICION GENERAL

Unica.- Todos los estudios, informes y anexos en materia ambiental, que se remitan al CONELEC para su análisis y aprobación, serán presentados en idioma español, en forma impresa original y copia, así como en forma electrónica.

### DISPOSICIONES TRANSITORIAS

Primera.- Para las instalaciones u obras existentes al momento de la promulgación del presente reglamento, relacionadas con generación, transmisión o distribución de energía eléctrica y con las características a que se refiere el Art. 19, literal a) de este reglamento, se llevará a cabo un Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Expost, EIAD Expost, cuyo contenido corresponderá a lo establecido en los artículos 24 y 25.

El Plan de Manejo Ambiental respectivo establecerá las actividades y plazos para la adecuación ambiental de las instalaciones u obras existentes, en sus etapas de operación - mantenimiento y retiro.

Una vez cumplida la disposición anterior, las instalaciones u obras existentes durante las fases de operación - mantenimiento y retiro, se sujetarán al presente reglamento, en lo que fuere aplicable.

Segunda.- Las normas mencionadas en los artículos 15 y 16 del presente reglamento servirán de referencia, y su exigencia continuará vigente en la medida en que dichas disposiciones legales o reglamentarias no sean actualizadas o sustituidas.

### DISPOSICION FINAL

De la ejecución del presente decreto, que entrará en vigencia a partir de su publicación en el Registro Oficial, encárguense el señor Ministro de Energía y Minas y la señora Ministra del Ambiente.



natural o jurídica podrá denunciar ante el CONELEC sobre la contaminación o degradación del ambiente que ocurra como resultado de las actividades eléctricas, aún cuando no se vea directamente afectada por la acción u omisión. Asimismo, podrá denunciar ante el CONELEC el incumplimiento de los planes de manejo ambiental durante la construcción, operación - mantenimiento o retiro de las instalaciones de generación, transmisión y distribución, organismo que tendrá la potestad de efectuar inspecciones y/o auditorías ambientales de estimarlo necesario.

Para que la denuncia sea considerada deberá contar con el respaldo de un informe técnico elaborado por personal calificado. Cuando el denunciante no cuente con recursos económicos para la realización de dicho informe, deberá presentar una solicitud de inspección al CONELEC. Este será responsable de tomar las medidas necesarias para determinar la veracidad de los hechos denunciados.

Ante la denuncia, el CONELEC verificará su validez mediante una inspección, cuando corresponda, luego de la cual preparará el informe respectivo, dentro del plazo de quince (15) días calendario, y comunicará al concesionario o titular del permiso o licencia y a la persona denunciante sobre el particular.

De existir fundamento en la denuncia, el CONELEC aplicará la normativa prevista en el artículo 44 del presente reglamento, y/o remitirá todo lo actuado al Ministerio del Ambiente, para que inicie el proceso respectivo, conforme al artículo 45 de la Ley de Gestión Ambiental.

### Sección III Infracciones y sanciones

#### **Art. 47.-** Consideraciones generales.

La violación o incumplimiento a las normas de este reglamento constituyen infracciones administrativas y su sanción corresponde al Director Ejecutivo del CONELEC, de conformidad con lo dispuesto en el literal b) del artículo 18 de la ley. De ningún modo esta competencia abarca a las infracciones que por su gravedad o su contenido corresponda resolverlas a otras autoridades.

El procedimiento para aplicar la sanción originada en infracciones a este reglamento será el mismo que consta en el artículo 104 del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica.

#### **Art. 48.-** Infracciones y sanciones.

A más de las sanciones previstas en el Código Penal y en la Ley de Gestión Ambiental, los contratos de concesión, permiso o licencia, deberán contemplar necesariamente una cláusula penal para casos de incumplimiento de las obligaciones ambientales.

Sin que obste al ejercicio de las acciones civiles o penales a que hubiere lugar, el incumplimiento de las normas señaladas en el capítulo referente a los EIA y respectivos PMA, podrá constituir causa de revocatoria de la concesión, permiso o licencia. Cuando se detectare dicho incumplimiento, el CONELEC comunicará al concesionario o titular la situación y dará un plazo máximo de 180 días para que el mismo se atenga a las normas mencionadas.

Si el concesionario o titular no adoptare las medidas necesarias o no lo hiciere en el plazo establecido, se dará inicio al proceso de ejecución de la garantía de cumplimiento de obligaciones y/o a la revocatoria de la concesión, permiso o licencia.

#### **Art. 49.-** Del pago de las sanciones económicas.

Para el pago de sanciones económicas se observarán las disposiciones contenidas en el artículo 106 del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía



del Estado o de los bosques y vegetación protectores, aquellos deberán ser declarados por el Directorio del Conelec, a pedido de su Director Ejecutivo, como obra pública prioritaria para el sector eléctrico y contar con la licencia ambiental otorgada por el Ministerio del Ambiente, según lo establecido en el artículo 10 de este reglamento.

Nota: Artículo sustituido por Decreto Ejecutivo No. 655, publicado en Registro Oficial 192 de 17 de Octubre del 2007 .

**Art. 43.-** Manejo de cuencas hidrográficas.

Las personas naturales o jurídicas, que cuenten con una concesión, permiso o licencia otorgada por el CONELEC para la generación hidroeléctrica, observarán las disposiciones establecidas en el Plan de Manejo de la Cuenca Hidrográfica aportante, con el fin de preservar la calidad y cantidad del recurso hídrico, cuyo estudio y/o ejecución le corresponderá coordinar e impulsar con las entidades competentes, a través de un proceso participativo.

En igual forma, los interesados observarán las disposiciones establecidas en los planes de manejo de cada una de las zonas localizadas dentro del Patrimonio Nacional de Areas Naturales Protegidas, del Patrimonio Forestal del Estado o de los bosques y vegetación protectores.

**CAPITULO VI**  
**DEL CONTROL Y VIGILANCIA**

**Sección I**  
**De la vigilancia y la responsabilidad**

**Art. 44.-** Vigilancia.

El CONELEC vigilará el cumplimiento y efectividad de los planes de manejo ambiental que deberán ejecutar los concesionarios y titulares de permisos o licencias, así como el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas en el respectivo contrato, la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reglamentos, según corresponda.

El CONELEC ejercerá su facultad por sí mismo o a través de terceros, a quienes encargue la realización de auditoría ambiental externa, inspección, monitoreo o cualquier actividad de control y vigilancia.

**Art. 45.-** Responsabilidad.

En caso de accidentes o hechos fortuitos que ocasionen afectaciones negativas en el ambiente, el concesionario o titular de permiso o licencia adoptará todas las medidas previstas en el Programa de Contingencias y Riesgos que debe formar parte del Plan de Manejo Ambiental, e informará inmediatamente al CONELEC y al Ministerio del Ambiente.

El concesionario o titular de permiso o licencia, deberá tener al día los procedimientos, personal, equipamiento y apoyo externo, para atender eficientemente las contingencias.

El cumplimiento de las normas de este reglamento, no les exime a los concesionarios y titulares de permisos o licencias del acatamiento de las normas contenidas en la Ley de Gestión Ambiental.

**Sección II**  
**De las denuncias**

**Art. 46.-** Denuncias ante el CONELEC.

Sin perjuicio de lo señalado en el artículo 45 de la Ley de Gestión Ambiental cualquier persona



terceros, entre ellos el Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP) y Definitivo (EIAD) y sus respectivos Planes de Manejo Ambiental (PMA), de los proyectos objeto de concesión genérica, de conformidad con lo establecido en el artículo 23 del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica.

Los EIAP y EIAD se prepararán sobre la base de lo establecido en el presente reglamento.

**Art. 39.-** Aprobación.

Corresponde al Ministerio del Ambiente el análisis del EIAP y del EIAD para los proyectos objeto de una concesión genérica y la emisión de la licencia ambiental correspondiente.

El procedimiento se sujetará a lo que establezca dicho Ministerio; sin embargo, el plazo desde la fecha de presentación del EIAD, por parte del CONELEC, hasta que el Ministerio emita su resolución y comunique al CONELEC al respecto, no superará los sesenta (60) días calendario. Si en ese plazo no se pronunciara por escrito ante CONELEC, se asumirá que el EIAD ha sido aprobado.

El CONELEC deberá contar con la licencia otorgada por el Ministerio del Ambiente, antes de la fecha prevista para la convocatoria, para el proceso público de selección de la concesión genérica.

**Art. 40.-** Ejecución de la concesión genérica.

El titular de la concesión genérica estará obligado a cumplir; en lo que corresponda, las obligaciones establecidas en este reglamento y los compromisos asumidos en el PMA.

El CONELEC realizará inspecciones y auditorías externas, para lo cual aplicará, en lo que corresponda, la Sección III - De la Auditoría Ambiental - del Capítulo IV de este reglamento.

Sección IV

De los permisos previos para realizar actividades en áreas especiales

**Art. 41.-** Actividades eléctricas en zonas de Patrimonio Nacional de Areas Naturales Protegidas.

Los interesados en obtener una concesión, permiso o licencia, para desarrollar un proyecto de generación, transmisión o distribución eléctrica, ubicados total o parcialmente dentro de las zonas de Patrimonio Nacional de Areas Naturales Protegidas, del Patrimonio Forestal del Estado o de Bosques y Vegetación Protectoras, deberán obtener, previamente a la presentación del EIAP ante el CONELEC, la correspondiente autorización del Ministerio del Ambiente, y además:

- a) Ser declarados de alta prioridad para el sector eléctrico por parte del Directorio del CONELEC, a pedido del Director Ejecutivo;
- b) Contar con el Estudio de Impacto Ambiental y el correspondiente Plan de Manejo Ambiental, los cuales serán sometidos a evaluación exhaustiva por parte del Ministerio del Ambiente;
- c) Mantener conformidad con los planes de manejo del Area Natural Protegida en la cual vaya a desarrollarse el proyecto, obra o instalación eléctrica; y,
- d) Contar con los permisos o licencias previas de otros organismos que tengan competencia en el manejo del respectivo recurso.

Nota: Literal a) sustituido por Decreto Ejecutivo No. 655, publicado en Registro Oficial 192 de 17 de Octubre del 2007 .

**Art. 42.-** Actividades eléctricas en áreas del Patrimonio Forestal del Estado o de los Bosques y Vegetación Protectores.

Para la realización de proyectos, obras o instalaciones eléctricas en las áreas del Patrimonio Forestal



Para el análisis y aprobación por parte del CONELEC, del EIAP y el respectivo, PMA del proyecto objeto de la concesión específica, permiso o licencia, se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) Una vez recibido el EIAP por parte del CONELEC, procederá al análisis del mismo y se emitirá la resolución que corresponda dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la fecha de admisión de la solicitud, o de la entrega de la documentación faltante, según el caso, lo que comunicará al solicitante por escrito. Si el CONELEC no se pronunciara de alguna forma en el plazo antes indicado, se considerará que el EIAP ha sido aprobado;
- b) En caso de que la resolución sobre el EIAP y la documentación exigida para la presentación de la solicitud, no fuere favorable, se le comunicará por escrito al solicitante, indicándole las razones de la negativa. La impugnación de esta negativa se hará en la forma prevista en el artículo 35 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley; y,
- c) En caso de que la resolución fuere favorable, el CONELEC comunicará al solicitante la aprobación del EIAP.

**Art. 36.-** Procedimiento para la aprobación del EIAD.

Para la aprobación del EIAD y el respectivo PMA del proyecto objeto de la concesión específica, permiso o licencia, por parte del CONELEC, se seguirá el siguiente procedimiento:

- a) El titular de la concesión, permiso o licencia deberá presentar al CONELEC el EIAD y el correspondiente PMA;
- b) El CONELEC, una vez que cuente con la documentación completa, procederá al análisis del EIAD y emitirá la resolución que corresponda dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la fecha de admisión de la solicitud con la documentación completa, lo que comunicará al interesado por escrito. Si el CONELEC no se pronunciara en el plazo antes indicado, se considerará que el EIAD ha sido aprobado;
- c) En casos que la resolución sobre el EIAD no fuere favorable, se le comunicará por escrito al interesado, indicándole las razones de la negativa. La impugnación de esta negativa se hará en la forma prevista en el artículo 35 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley; y;
- d) Además de la resolución favorable, relacionada con la aprobación del EIAD y comunicada al titular de la concesión específica, permiso o licencia, éste recibirá del CONELEC la aprobación del EIAD y presentará el mismo al Ministerio del Ambiente emitirá la Licencia Ambiental correspondiente dentro de los treinta (30) días calendario siguientes a la fecha de admisión de la solicitud con la documentación completa, incluyendo la aprobación del CONELEC, lo que comunicará al interesado por escrito. Si el Ministerio no se pronunciara en el plazo antes indicado, se considerará que el EIAD ha sido autorizado.

**Art. 37.-** Ejecución de la concesión, permiso o licencia.

El titular de la concesión específica, permiso o licencia, tendrá las siguientes obligaciones relacionadas con la protección del ambiente, durante la ejecución de la concesión específica, permiso o licencia del proyecto, en las etapas de construcción, operación - mantenimiento y retiro:

- a) Ejecutará el Plan de Manejo Ambiental que forma parte del EIAD y lo previsto en el contrato de concesión, permiso o licencia en materia ambiental, observará el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en el país y la establecida en el presente reglamento; y,
- b) Realizará auditorías ambientales internas integrales con una periodicidad de por lo menos una vez al año.

**Sección III**

Para concesiones genéricas

**Art. 38.-** Preparación del EIA.

Corresponde al CONELEC la preparación de bases y estudios técnicos, por sí mismo o a través de



**Art. 30.- Ejecución.**

La AAI será realizada por personal idóneo y calificado, sea por personal dependiente de la empresa o a través de consultoría. En ambos casos los auditores deberán estar inscritos en el registro al que hace referencia el artículo 7, literal h), del presente reglamento. Para la AAE el CONELEC seleccionará el personal idóneo, calificado e independiente. Las auditorías ambientales se llevarán a cabo, teniendo como base la guía para la preparación de auditorías ambientales, que el CONELEC establecerá mediante regulaciones.

CAPITULO V  
DE LOS PROCEDIMIENTOS Y REQUISITOS  
AMBIENTALES PARA CONCESIONES, PERMISOS O  
LICENCIAS

Sección I  
Normas complementarias

**Art. 31.- Normas.**

Las normas de este capítulo son complementarias a las del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica.

Sección II  
Concesiones específicas, permisos y licencias

**Art. 32.- Requisitos para instalaciones nuevas.**

La persona natural o jurídica que presente una solicitud de concesión específica para obras, proyectos o instalaciones nuevas o una solicitud de permiso o licencia, está obligada a entregar al CONELEC la documentación que se exige en el artículo 35 del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica.

**Art. 33.- Requisitos complementarios.**

Para el otorgamiento del contrato de concesión específica, permiso o licencia de proyectos nuevos, el titular del certificado de concesión, permiso o licencia deberá, además de cumplir con los requisitos indicados en el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica, con los siguientes:

- a) La obligación para presentar al CONELEC el EIAD para su análisis y aprobación, con los plazos indicados en el artículo 36 del presente reglamento; y,
- b) Entregar al CONELEC copia certificada de las autorizaciones, permisos o licencias, que haya obtenido y sean requeridas de cualquier otra entidad gubernamental con jurisdicción para autorizar el uso y explotación de los recursos naturales, y entre las licencias, la que debe otorgar el Ministerio del Ambiente de conformidad con lo establecido en el artículo 10 del presente reglamento.

**Art. 34.- Carta de Compromiso.**

El solicitante que presente el EIAP deberá entregar también una carta de compromiso, mediante la cual se obliga a presentar al CONELEC el EIAD, su alcance, cronograma y su respectivo Plan de Manejo Ambiental; por lo menos con 60 días calendario de anticipación al inicio de la construcción del proyecto.

**Art. 35.- Procedimiento para el análisis y aprobación del EIAP.**



g) El Plan de Manejo Ambiental detallado.

El EIAD se preparará sobre la base de las regulaciones que el CONELEC establezca.

Para la presentación y aprobación del EIAD, los titulares de los proyectos se sujetarán al procedimiento establecido en este reglamento.

**Art. 25.-** El Plan de Manejo Ambiental.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) será parte integrante del EIAP y del EIAD. Para el primer caso tendrá un nivel básico, en tanto que para el segundo su nivel será detallado.

El PMA contendrá:

- a) Los programas y acciones destinados a prevenir, mitigar, remediar y/o compensar los posibles impactos ambientales negativos, así como también para potenciar aquellos positivos de un proyecto, durante sus fases de construcción, operación-mantenimiento y retiro;
- b) Los programas sobre ambiente y seguridad laboral, contingencias y riesgos, y manejo de desechos, incluyendo los peligrosos;
- c) El programa de capacitación y entrenamiento ambientales aplicables al proyecto;
- d) El programa de participación ciudadana;
- e) El programa de monitoreo, control y seguimiento que permita evaluar el cumplimiento y efectividad del PMA; y,
- f) El presupuesto, cronograma y costos de cada programa, y el responsable de la ejecución del PMA.

Sección III  
De la Auditoría Ambiental

**Art. 26.-** Alcance.

La Auditoría Ambiental (AA) será la herramienta para evaluar el cumplimiento y efectividad del Plan de Manejo Ambiental, verificar, la conformidad con la normativa ambiental aplicable, y proponer las recomendaciones pertinentes, durante las fases de construcción, operación - mantenimiento y retiro de los sistemas de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

**Art. 27.-** Tipos de auditorías.

Se practicarán dos tipos de auditorías ambientales: interna y externa.

**Art. 28.-** Auditoría Ambiental Interna.

La Auditoría Ambiental Interna (AAI), será practicada por los concesionarios y titulares de permisos o licencias. Se realizará con la periodicidad prevista en el Plan de Manejo Ambiental, y de acuerdo a lo establecido en el artículo 37, literal b) del presente reglamento.

Los resultados de la AAI serán comunicados al CONELEC, dentro de los 30 días calendario después de concluida la AAI.

**Art. 29.-** Auditoría Ambiental Externa.

La Auditoría Ambiental Externa (AAE), será practicada por el CONELEC directamente o a través de terceros calificados. Se realizará cuando lo estime conveniente o a solicitud del Ministerio del Ambiente, para lo cual comunicará a los concesionarios o titulares de permisos o licencias con la debida anticipación. El costo que genere la AAE, cuando se efectúe a través de terceros, seleccionados por el CONELEC, correrá por cuenta del concesionario o titular de permiso o licencia. Los informes resultantes de la AAE estarán a disposición de la ciudadanía.

literal h) del presente reglamento.

**Art. 21.-**Nota: Artículo derogado por Disposición Final Tercera de Decreto Ejecutivo No. 1040, publicado en Registro Oficial 332 de 8 de Mayo del 2008 .

**Art. 22.-** Niveles para la preparación del EIA.

El EIA se preparará en dos niveles: Preliminar y Definitivo. En caso de que el interesado cuente con el EIA Definitivo, no requerirá preparar el EIA Preliminar, siempre y cuando el mismo contenga el análisis detallado de alternativas que justifique técnica y ambientalmente la opción seleccionada.

**Art. 23.-** El Estudio de Impacto Ambiental Preliminar.

El Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP) se preparará en las fases iniciales de los estudios del proyecto eléctrico, proporcionará la evaluación inicial y básica de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto y se constituirá en una herramienta fundamental para la toma de decisiones en lo referente a la selección de alternativas, tanto de emplazamiento como tecnológicas.

El EIAP contendrá:

- a) Descripción general técnica del proyecto eléctrico;
- b) Línea de base: descripción general de los medios antrópico y natural (biótico y abiótico), destacando las áreas sensibles, los ecosistemas frágiles que pudieran verse afectados directa o indirectamente;
- c) Un análisis detallado de alternativas para el emplazamiento o trazado y caracterización de los elementos principales del proyecto, con vistas a reducir los impactos ambientales;
- d) La identificación y descripción básica de los impactos ambientales significativos que ocasionará el proyecto para las distintas alternativas propuestas; y,
- e) La descripción general del Plan de Manejo Ambiental para el proyecto.

Para la preparación del EIAP, el interesado seguirá en lo pertinente, los lineamientos que el CONELEC establezca mediante regulaciones.

Para la presentación y aprobación del EIAP, los titulares de los proyectos se sujetarán al procedimiento establecido en este reglamento.

**Art. 24.-** El Estudio de Impacto Ambiental Definitivo.

El Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD) se preparará en la fase avanzada de los estudios del proyecto eléctrico. Proporcionará la evaluación detallada de los impactos ambientales que ocasionará el proyecto y se constituirá en una herramienta para la toma de decisiones que permita prevenir, mitigar y/o compensar los impactos significativos negativos y potenciar los positivos que se identifiquen.

El EIAD contendrá:

- a) Un resumen ejecutivo del EIAD;
- b) La descripción técnica detallada del proyecto eléctrico;
- c) La justificación detallada ambiental de la alternativa para el emplazamiento o trazado que haya sido seleccionada con vistas a reducir los impactos ambientales;
- d) Línea de base: descripción detallada de los medios antrópico y natural (biótico y abiótico), de los ecosistemas afectados;
- e) La definición de las áreas de influencia directa e indirecta a base de los lineamientos que el CONELEC establezca;
- f) La identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales negativos y positivos y la descripción detallada de los impactos determinados como significativos; y,



Con el fin de evitar los impactos ambientales negativos, debidos a las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica se observarán las medidas técnicas que el CONELEC establezca mediante regulaciones. La aplicación de las mismas dependerá de las características del proyecto, obra o instalación, y de las condiciones naturales de los ecosistemas y áreas afectadas. Aquellas que no puedan ser adoptadas deberán justificarse en el PMA.

#### CAPITULO IV DE LOS INSTRUMENTOS TECNICOS DE CONTROL AMBIENTAL

Sección I  
De los instrumentos ambientales para  
desarrollo de actividades eléctricas

**Art. 17.** - Los instrumentos.

Para los efectos de aplicación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y del presente reglamento, son aplicables a las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, los siguientes instrumentos técnicos:

- a) Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que incluye el Plan de Manejo Ambiental (PMA); y,
- b) Auditoría Ambiental (AA).

Sección II  
Del Estudio de Impacto Ambiental

**Art. 18.** - Alcance.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA), y su correspondiente Plan de Manejo Ambiental (PMA), se preparará con el propósito de evaluar en forma anticipada los posibles impactos ambientales que ocasionará un proyecto, obra o instalación eléctrica proponiendo las medidas para prevenir, atenuar y/o compensar los impactos negativos y potenciar los positivos.

**Art. 19.** - Clasificación de los proyectos y obras eléctricas.

Para efectos de la aplicación y presentación del EIA en el sector eléctrico, los proyectos y obras se clasifican en:

- a) Los que requieren EIA: proyectos u obras de generación de energía eléctrica, cuya capacidad total sea igual, o mayor a 1 MW, y las líneas de transmisión y distribución, en los niveles de voltaje y longitud aprobados por el CONELEC a través de regulación, así como los proyectos u obras a que se refiere el Art. 41; y,
- b) Los que no requieren EIA: proyectos que no se contemplan en el literal anterior.

**Art. 20.** - Obligatoriedad.

Todo nuevo proyecto, obra o instalación destinada a la generación, transmisión o distribución de energía eléctrica, cuyas capacidades o dimensiones sean iguales o mayores a las indicadas en el literal a) del artículo anterior, deberá contar con un EIA. La aprobación previa de dicho estudio por parte del CONELEC, y la obtención de la Licencia Ambiental del Ministerio del Ambiente, son condiciones necesarias y obligatorias para iniciar la construcción del indicado proyecto.

Será obligación del titular del proyecto la presentación del EIA de acuerdo con los requisitos establecidos por el CONELEC. El estudio deberá ser preparado por empresas o consultores independientes que se encuentren inscritos en el registro al que se hace referencia en el artículo 7,



vigentes en el país. La sujeción a la normativa vigente deberá constar expresamente en los contratos de concesión, permiso o licencia del sector eléctrico, sin perjuicio de lo dispuesto por el artículo 26 de la Ley de Gestión Ambiental.

**Art. 15.- Límites permisibles y otros parámetros.**

Las personas naturales o jurídicas autorizadas por el CONELEC para realizar actividades de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica están obligadas a tomar medidas técnicas y operativas, con el fin de que el contenido contaminante de las emisiones y descargas provenientes de sus actividades no superen los límites permisibles establecidos en las normas nacionales y seccionales de protección ambiental y de control de la contaminación, tales como:

- a) Emisiones a la atmósfera: Las emisiones se mantendrán por debajo de los límites permisibles establecidos en el reglamento que determina las normas generales de emisión para fuentes fijas de combustión y los métodos generales de medición, publicado en el Registro Oficial Suplemento 303 del 25 de octubre de 1993 . La dispersión que se produzca y correspondiente concentración de contaminantes se mantendrán por debajo de los límites establecidos en el Reglamento Sobre Normas de Calidad del Aire, publicado en el Registro Oficial 726 del 15 de julio de 1991 , y su método de predicción será a través de modelación matemática;
- b) Niveles de ruido: Los niveles de exposición y emisión de ruido no superarán los límites previstos en el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental por la Emisión de Ruidos, publicado en el Registro Oficial 560 del 12 de noviembre de 1990 ;
- c) Descargas al agua: Las descargas de residuos líquidos deberán cumplir con las normas contempladas en el reglamento para la prevención y control de la contaminación ambiental en lo relativo al recurso agua, publicado en el Registro Oficial 204 del 5 de junio de 1989 ;
- d) Prevención y control de la contaminación del suelo: Las medidas para la prevención y control de la contaminación de los suelos observarán los criterios y normativas del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación del Recurso Suelo, publicado en el Registro Oficial 989 del 30 de julio de 1992 ;
- e) Desechos sólidos: El manejo de los desechos sólidos observará los criterios y normativas técnicas del Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos, publicado en el Registro Oficial 991 del 3 de agosto de 1992 ;
- f) Normas sobre plaguicidas de uso agrícola prohibidos en el Ecuador: Se sujetará a la normativa publicada en el Registro Oficial 623 del 31 de enero de 1995 ;
- g) Normas para el almacenamiento, transporte y comercialización de petróleo y sus derivados: Según las normas que constan en el Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, publicado en el Registro Oficial 265 del 13 de febrero del 2001 ;
- h) Normas establecidas por los municipios en sus áreas de jurisdicción; e,
- i) Ordenanzas de protección ambiental emitidas por los gobiernos seccionales.

Con relación al derecho de tender líneas de transmisión y distribución y/o realizar otras instalaciones propias del servicio eléctrico, por parte de los concesionarios y titulares de permisos y licencias, los mismos observarán las disposiciones contempladas en la Ley para la Constitución de Gravámenes y Derechos Tendientes a Obras de Electrificación, publicada en el Registro Oficial 472 del 28 de noviembre de 1977 .

Las normas anteriores serán aplicadas en tanto no sean expedidos los reglamentos técnicos concernientes a la Ley de Gestión Ambiental. Esto no obstará para que el CONELEC ejerza su facultad normativa ambiental para el sector eléctrico de acuerdo con su Ley Especial y en concordancia con el marco del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

Sección II

De las medidas técnicas de prevención

**Art. 16.- Medidas técnicas de prevención.**

**Art. 12.-** Entidades del Régimen Seccional Autónomo.

De conformidad con lo previsto en el artículo 13 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley, el CONELEC coordinará con las entidades del Régimen Seccional Autónomo, en el ámbito de sus jurisdicciones geográficas, el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, especialmente, en lo referente a parámetros técnicos, límites de tolerancia y normas de calidad ambiental, así como la aplicación de los procedimientos necesarios para su efectiva ejecución.

Sin perjuicio de lo previsto en la Ley de Gestión Ambiental ni de las funciones establecidas para el CONELEC, éste podrá tercerizar a las entidades nacionales o seccionales, en el ámbito de su competencia, el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental.

Sección III

De las obligaciones de los concesionarios y titulares de permisos y licencias del sector eléctrico

**Art. 13.-** Los concesionarios y titulares de permisos y licencias.

Los concesionarios y titulares de permisos y licencias para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, serán responsables de la aplicación de las normas legales, reglamentos, regulaciones e instructivos impartidos por el CONELEC, dentro del marco general del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental.

En especial les corresponde:

- a) Presentar a consideración y calificación del CONELEC el EIA y su correspondiente PMA; de todo nuevo proyecto, obra o instalación a que se refiere el Art. 19, literal a); el Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD), estudio que, luego de aprobado por dicha institución, será remitido por el interesado al Ministerio del Ambiente para que se le conceda la Licencia Ambiental respectiva;
- b) Utilizar en las operaciones, procesos y actividades, tecnologías y métodos que atenúen, y en la medida de lo posible prevengan, la magnitud de los impactos negativos en el ambiente;
- c) Desarrollar programas de capacitación e información ambiental, así como de seguridad laboral en beneficio de su personal en todos los niveles. Las empresas de distribución de energía eléctrica deberán establecer y mantener programas permanentes de capacitación y comunicación dirigidos a los usuarios, con el fin de promover el uso eficiente y conservación de la energía;
- d) Efectuar el monitoreo ambiental previsto en el plan de Manejo Ambiental, realizar la auditoría ambiental interna respectiva y presentar sus resultados a consideración del CONELEC y cuando el Ministerio del Ambiente lo requiera;
- e) Facilitar el acceso a la información necesaria para las auditorías externas que serán practicadas por el CONELEC, directamente o a través de terceros; permitir y colaborar con las inspecciones que sean necesarias para verificar el cumplimiento de las normas ambientales;
- f) Presentar la información que sea requerida por el Ministerio del Ambiente; y,
- g) Presentar cualquier otra información o documentación requerida por el CONELEC en aplicación de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reglamentos.

CAPITULO III  
DE LA PROTECCION AMBIENTAL

Sección I

De la Normativa aplicable a la protección ambiental

**Art. 14.-** Sujeción expresa.

Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, autorizadas para realizar actividades eléctricas están obligadas a observar las disposiciones de las leyes y reglamentos ambientales



Ley de Gestión Ambiental. Quienes soliciten dicha información serán responsables de su uso y respetarán la propiedad intelectual.

El CONELEC cumplirá estas obligaciones a través de la Dirección o Unidad Administrativa que estructurará para el efecto.

El otorgamiento por parte del CONELEC de concesiones, permisos y licencias señalado en el reglamento de la materia se halla condicionado al cumplimiento previo de las normas ambientales contenidas en el presente reglamento y en los instructivos que al efecto emita el Directorio del CONELEC.

Para la aplicación del presente reglamento, el CONELEC en uso de sus facultades, emitirá las regulaciones que considere necesarias.

**Art. 8.-** Informes previos de ley.

El CONELEC suscribirá los contratos de concesión, permiso o licencia para realizar las actividades de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica, una vez que verifique la presentación por parte de los interesados, de los informes de carácter ambiental que deban ser otorgados por las autoridades competentes, según proceda en cada caso; en concordancia con el artículo 44 del Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica.

Sección II  
De la Coordinación Administrativa

**Art. 9.-** Coordinación interinstitucional.

El CONELEC mantendrá una estrecha coordinación y cooperación con el Ministerio del Ambiente y las entidades de supervisión, regulación y control en materia de protección ambiental, a fin de fortalecer la gestión, agilizar los trámites, prevenir y solucionar los conflictos ambientales, con sujeción al Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental previsto en la Ley de Gestión Ambiental. Para el efecto podrá convocar a reuniones, audiencias públicas y utilizar otros mecanismos de cooperación y colaboración interinstitucional, tanto a nivel público como privado.

**Art. 10.-** Ministerio del Ambiente.

Al Ministerio del Ambiente le compete:

- a) Supervisar y evaluar el cumplimiento de la política y normativa ambiental nacional en el sector eléctrico;
- b) Coordinar con el CONELEC la gestión ambiental eléctrica a fin de impulsar su eficiencia y desarrollar capacidades institucionales en los diferentes procesos administrativos y técnicos ambientales;
- c) Otorgar las licencias ambientales de los proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica que le sean presentados por los interesados y cuyos EIAD hayan sido calificados y aprobados previamente por el CONELEC; y,
- d) Analizar los Estudios de Impacto Ambiental y otorgar las licencias ambientales de los proyectos objeto de concesiones genéricas.

**Art. 11.-** Ministerio de Energía y Minas.

De conformidad con lo previsto en el artículo 12 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley, el Ministerio de Energía y Minas, a través de la Subsecretaría de Protección Ambiental, dentro del ámbito de su competencia, coordinará con el CONELEC, la aplicación de las políticas ambientales en el sector eléctrico.



eléctrico. Dicho subsistema formará parte del sistema de información para la planificación general del sector. Los concesionarios y titulares de permisos y licencias proporcionarán la información requerida por el subsistema.

## CAPITULO II ATRIBUCIONES ADMINISTRATIVAS AMBIENTALES EN EL SECTOR ELECTRICO

### Sección I Del CONELEC

#### **Art. 7.- CONELEC.**

A fin de ejecutar las funciones atribuidas por la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas, el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley y los demás reglamentos aplicables al sector eléctrico en el área de protección ambiental, le compete al CONELEC:

- a) Cumplir y hacer cumplir la legislación ambiental aplicable a las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica así como las disposiciones que se deriven de este reglamento;
- b) Aprobar los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y sus correspondientes Planes de Manejo Ambiental (PMA) de los proyectos u obras de generación, transmisión y distribución, excepto para los casos contemplados en el artículo 10, literal d) de este reglamento;
- c) Incorporar en el Plan de Electrificación las políticas ambientales del Estado, evaluar conjuntamente con el Ministerio de Energía y Minas el cumplimiento y efectividad de las mismas y, sobre esta base, proponer las modificaciones que permitan alcanzar el desarrollo sustentable del sector;
- d) Dictar instructivos de aplicación de la ley y sus reglamentos, en materia de protección del ambiente, los cuales se emitirán mediante regulaciones;
- e) Dictar, de acuerdo con la ley, las regulaciones referentes a parámetros técnicos de tolerancia y límites permisibles, a los cuales deben sujetarse las actividades eléctricas, a fin de atenuar los efectos negativos en el ambiente. Para el efecto observará las directrices impuestas por el Consejo Nacional de Desarrollo Sustentable de acuerdo con la Ley de Gestión Ambiental y coordinará el respecto con el Ministerio del Ambiente en función del artículo 9, literal d) de la indicada Ley de Gestión Ambiental;
- f) Controlar la realización de los Planes de Manejo Ambiental de las empresas autorizadas que se encuentren operando en actividades de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica, sobre la base de las auditorías ambientales que deberán practicarse;
- g) Diseñar y aplicar, en coordinación con los organismos públicos competentes, incentivos para estimular la protección y manejo sustentable de los recursos naturales que son aprovechados por los proyectos eléctricos, así como fomentar el desarrollo y uso de tecnologías limpias y el uso de recursos energéticos no convencionales;
- h) Llevar el registro de empresas y consultores individuales calificados por el Ministerio del Ambiente, para realizar los estudios y auditorías ambientales en el sector eléctrico;
- i) Aplicar las sanciones por incumplimiento de las disposiciones ambientales previstas en este reglamento, las cuales deberán incluirse en los respectivos contratos de concesión, permiso o licencia;
- j) Requerir de los agentes, generadores, el transmisor y los distribuidores, los documentos e información necesaria para verificar el cumplimiento de las normas y regulaciones ambientales, estando facultado para realizar las inspecciones y verificaciones que al efecto resulten necesarias;
- k) Asegurar la publicidad de las decisiones de aplicación general e instructivos en materia ambiental, incluyendo los antecedentes sobre la base de los cuales fueron expedidos;
- l) Receptar y analizar el informe anual que le corresponde presentar al Director Ejecutivo del CONELEC, en el cual necesariamente se incorporará la parte inherente al cumplimiento de las políticas y normas ambientales aplicables al sector eléctrico; y,
- m) Permitir el acceso de la ciudadanía a la información ambiental de acuerdo a lo estipulado por la



**Normas de Emisión:** Valores que establecen la cantidad máxima permitida de eliminación de un contaminante a la atmósfera, medida en la fuente emisora.

**Obra:** Resultado de la ejecución, emplazamiento, instalación, construcción, montaje, ensamblaje y terminación de una infraestructura.

**Plan de Manejo Ambiental:** Conjunto de programas que contienen las acciones que se requieren para prevenir, mitigar y/o compensar los efectos o impactos ambientales negativos, y potenciar los impactos positivos, causados en el desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

**Política Ambiental:** Definición de principios rectores y objetivos básicos que la sociedad o sus organizaciones se proponen alcanzar en materia de protección ambiental.

**Proyecto:** Conjunto de actividades que incluye la planificación, estudios y diseños relacionados con el desarrollo de obras de infraestructura eléctrica.

**Recursos Naturales:** Elementos de la naturaleza susceptibles de ser utilizados por el hombre para la satisfacción de sus necesidades.

**Ruido:** Conjunto desordenado de sonidos que puede provocar pérdida de audición o ser nocivo para la salud psicofísica, así como producir impactos negativos sobre el ambiente.

#### **Art. 3.- Actores del Sistema Eléctrico.**

Los actores del sistema son las personas naturales o jurídicas, del sector público o privado, que realicen actividades de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica, los grandes consumidores y usuarios del servicio.

#### **Art. 4.- Política Ambiental.**

El CONELEC, sujetará sus actuaciones a la política ambiental nacional expedida por el Presidente de la República. De conformidad con la Ley y el Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley, al formular las políticas ambientales aplicables al sector eléctrico, se considerará obligatoriamente la identificación y estimación de los impactos ambientales que ocasionará la aplicación del Plan de Electrificación del Ecuador, sus programas y proyectos; y las estrategias para atenuar los impactos negativos y potenciar los positivos. Además, incorporará las estrategias efectivas para la protección de la calidad y cantidad de los recursos naturales.

#### **Art. 5.- Proyectos e instalaciones.**

Todo proyecto u obra para la generación, transmisión o distribución de energía eléctrica será planificado, diseñado, construido, operado y retirado, observando las disposiciones legales relativas a la protección del ambiente.

Sin perjuicio de lo señalado en el artículo 22 de la Ley de Gestión Ambiental, el CONELEC controlará el cumplimiento y efectividad de los Planes de Manejo Ambiental de las empresas autorizadas para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

#### **Art. 6.- Medios e instrumentos de gestión ambiental.**

El CONELEC vigilará que las empresas autorizadas para la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, ejecuten programas de capacitación a todo nivel, en los diferentes aspectos relacionados con la protección ambiental en el ámbito de su competencia.

En concordancia con el literal h) del artículo 9 de la Ley de Gestión Ambiental, el CONELEC, mantendrá un subsistema de información relacionado con la protección ambiental del sector



**Efluente:** Vertido líquido constituido por sustancias o productos perjudiciales para el ambiente.

**Estudio de Impacto Ambiental:** Es un documento científico - técnico de carácter interdisciplinario que incluye el diagnóstico ambiental e implica la predicción de efectos sobre el sistema ambiental, su ponderación o valoración cualitativa o cuantitativa, la formulación de acciones para atenuar los impactos negativos y optimizar los positivos y para el monitoreo y control ambiental.

**Estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP):** Documento que se prepara en las fases iniciales de los estudios del proyecto eléctrico, y que contiene la descripción general de: el proyecto o acción propuestos, la línea base ambiental, la identificación de los impactos ambientales significativos, el análisis de alternativas para mitigar dichos impactos (detallado), y el Plan de Manejo Ambiental.

**Estudio de Impacto Ambiental Definitivo (EIAD):** Documento que se prepara en las fases avanzadas del estudio del proyecto eléctrico y que contiene la descripción detallada de: el proyecto o acción propuestos, la línea base ambiental, la identificación de los impactos ambientales significativos, y el Plan de Manejo Ambiental.

**Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Expost (EIAD Expost):** Documento que se prepara para determinar las condiciones ambientales de las instalaciones u obras actualmente en operación, que contiene la descripción detallada de: la infraestructura eléctrica, la línea base existente, la identificación de los impactos ambientales significativos y el Plan de Manejo Ambiental.

**Evaluación de Impacto Ambiental:** El procedimiento destinado a identificar e interpretar, así como a prevenir las consecuencias o efectos que acciones o proyectos públicos o privados, puedan causar al equilibrio ecológico, al mantenimiento de la calidad de vida y a la preservación de los recursos naturales existentes. Generalmente es realizada por la autoridad de regulación y control competente.

**Ley:** Ley de Régimen del Sector Eléctrico y sus reformas.

**Licencia Ambiental:** Es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente a una persona natural o jurídica, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad. En ella se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario debe cumplir para prevenir, mitigar o corregir los efectos indeseables que el proyecto, obra o actividad autorizada pueda causar en el ambiente.

**Medidas de Compensación:** Actividades mediante las cuales se propende restituir los efectos ambientales irreversibles generados por una acción o grupo de ellas en un lugar determinado, a través de consensos entre la comunidad, la autoridad y el titular de la concesión, permiso o licencia.

**Medidas de Mitigación:** Acciones dirigidas a atenuar los impactos y efectos negativos que un proyecto, obra o actividad pueda generar sobre el entorno humano y/o natural.

**Medidas de Prevención:** Diseño y ejecución de obras o actividades encaminadas a evitar los posibles impactos y efectos negativos que un proyecto, obra o actividad pueda generar sobre el entorno humano y/o natural.

**Monitoreo:** Obtención sistemática de datos e información específica sobre el estado de las variables ambientales, que contribuye a determinar el cumplimiento y efectividad del Plan de Manejo Ambiental.

**Normas de Calidad:** Valores que establecen las concentraciones y períodos máximos y mínimos permisibles de elementos, compuestos, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de éstos cuya permanencia o carencia en los elementos del ambiente pueden constituir riesgos para la vida o salud de la población o para el ambiente.



el ambiente con sujeción a las normas legales y reglamentarias vigentes y a los convenios internacionales;

Que el artículo 19 de la Ley de Gestión Ambiental establece que las obras públicas privadas o mixtas y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será precautelatorio;

Que el artículo 20 de la Ley de Gestión Ambiental establece que para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la Licencia Ambiental respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo; y,

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el número 5 del artículo 171 de la Constitución Política vigente.

Decreta:

El siguiente: "REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELECTRICAS".

## CAPITULO I PARTE GENERAL

### Sección I Ambito

#### **Art. 1.-** Ambito.

El presente reglamento establece los procedimientos y medidas aplicables al Sector Eléctrico en el Ecuador, para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, en todas sus etapas: construcción, operación - mantenimiento y retiro, se realicen de manera que se prevengan, controlen, mitiguen y/o compensen los impactos ambientales negativos y se potencien aquellos positivos.

#### **Art. 2.-** Definiciones.

Para los efectos de este reglamento, se establecen las definiciones que constan a continuación. El significado atribuido tendrá preferencia sobre cualquier otro.

Aquellos términos que no se encuentran definidos en forma expresa en este reglamento, tendrán el mismo significado que los establecidos en la Ley de Gestión Ambiental, Ley Forestal y de Conservación de Areas Naturales y Vida Silvestre, Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias para la Prestación del Servicio de Energía Eléctrica, y demás reglamentos relacionados y en las respectivas leyes.

**Ambiente:** Sistema global constituido por elementos artificiales, naturales (físicos, químicos, biológicos) y antrópicos y sus interacciones en permanente modificación por la naturaleza o la acción humana, que rige la existencia y desarrollo de la vida en sus diferentes manifestaciones.

**Auditoría Ambiental:** Proceso documentado y sistemático para verificar el cumplimiento de los Planes de Manejo Ambiental, la normativa ambiental vigente o cualquier otro criterio que se establezca, ya sea relativo al desempeño como a la gestión.

**CONELEC:** Consejo Nacional de Electricidad.

**Desecho:** Cualquier producto deficiente, inservible o inutilizado que su poseedor abandona y del cual quiere desprenderse.



## REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES ELECTRICAS

Decreto Ejecutivo 1761  
Registro Oficial 396 de 23-ago-2001  
Ultima modificación: 08-may-2008  
Estado: Vigente

Gustavo Noboa Bejarano  
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA  
REPUBLICA

Considerando:

Que de conformidad con el artículo 23 numeral 6 y los artículos 86 al 91 de la Constitución Política de la República del Ecuador, el Estado reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación que garantice un desarrollo sustentable;

Que la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, en el artículo 3, dispone que en todos los casos los generadores, transmisor y distribuidores de energía eléctrica, observarán las disposiciones legales relativas a la protección del ambiente; y, que el Reglamento de Orden Técnico que dicte el Presidente de la República, preparado por el CONELEC, determinará los parámetros para la aplicación de esta norma y el mismo prevalecerá sobre cualquier otra regulación secundaria;

Que de conformidad con el inciso segundo del mismo artículo 3 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, corresponde al CONELEC aprobar los estudios de impacto ambiental y verificar su cumplimiento;

Que el artículo 13 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley dispone que las personas naturales o jurídicas autorizadas por el Estado para generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica estarán obligadas a observar las disposiciones de la legislación ecuatoriana y las estipuladas en las normas internacionales relativas a la protección y conservación del ambiente que consten o se deriven de los convenios ratificados por el Ecuador;

Que el artículo 39 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico determina que corresponde al CONELEC, por delegación del Estado, suscribir los contratos de concesión, permiso o licencia, para la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica, en aplicación de la Ley y el Reglamento de Concesiones, Permisos y Licencias;

Que mediante Ley No. 99-37, publicada en el Registro Oficial 245 del 30 de julio de 1999, se promulgó la Ley de Gestión Ambiental, cuyo objetivo principal es el de establecer los principios y directrices que han de regir la política ambiental del país, determinar las obligaciones, responsabilidades y niveles de participación de los sectores público y privado, señalando los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia;

Que el artículo 8 de la Ley de Gestión Ambiental establece que la autoridad ambiental nacional será ejercida por el Ministerio del ramo, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado;

Que la Ley de Gestión Ambiental, en su artículo 12, literal d) dispone como obligación de las instituciones del Estado que conforman el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental coordinar con los organismos competentes para expedir y aplicar las normas técnicas necesarias para proteger