**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**

Secretaría Académica, de Investigación e innovación

Dirección de Docencia e innovación

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA Y BIOQUÍMICA**

**NOMBRE DE LA ASIGNATURA:** Ingeniería y Gestión Ambiental

**CLAVE DE LA ASIGNATURA:** BQF - 1016

**SATCA: 3 – 2 – 5**

**CARRERA:** Ingeniería Bioquímica

**LIBRO DE LA ASIGNATURA INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

**JAVIER RAMÍREZ DÍAZ**

JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA DE LA MATERIA: **INGENERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

Con la problemática ambiental que estamos viviendo esta asignatura le aporta al perfil del Ingeniero Bioquímico las bases para seleccionar, adaptar y optimizar tecnologías encaminadas a la prevención y control de problemas ambientales que involucren contaminación del agua, aire y residuos sólidos. Así como la capacidad para participar en el establecimiento de Sistemas de Gestión Ambiental que apoyen a la protección ambiental y la prevención de la contaminación en equilibrio con las necesidades socioeconómicas.

También se analiza la Legislación ambiental aplica para el control de la contaminación en dichos rubros, Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, Control de la Contaminación del aire, Gestión de Residuos Sólidos no-peligrosos, Gestión de materiales y Residuos Peligrosos (RP) y Sistemas de Gestión.

Considero que dicho proyecto permitirá contar con un material didáctico acorde vigente con el programa que se imparte en los tecnológicos del país, cada tópico es un tema de una materia en ambiental y que es necesario que los alumnos conozcan la problemática y sus posibles soluciones, los diferente tópicos están muy atomizados por lo que considero que al hacer este libro van a estar concentrados en lugar para el mejor desarrollo de los alumnos.

También considero que la materia está muy ligada con la materia de **Desarrollo Sustentable y las materias del área de Ingeniería aplicada.**

**ING. JAVIER RAMIREZ DIAZ**

**T E M A R I O**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. **INTRODUCCION A LA INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**. | 6 |
| 1.1 Importancia.  1.2 Conceptos básicos:  1.2.1. Aspectos ecológicos  1.2.2. Contaminación  1.2.3. Gestión Ambiental  1.2.4. Ingeniería Ambiental | 6  6  6  6  9  10 |
| 1. **SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES** | 11 |
| 2.1. Caracterización de aguas residuales.  2.1.1. Características físicas  2.1.2. Características químicas  2.1.3. Características Biológicas.  2.2 Tipos de Sistemas de tratamiento de Aguas Residuales.  2.2.1. Tratamiento preliminar  2.2.2. Tratamiento Primario  2.2.3. Tratamiento secundario  2.2.4. Tratamiento Terciario  2.2.5. Tratamiento con Sistemas Vegetales  2.2.6 Criterios de selección de sistemas de tratamiento de  aguas residuales  2.3. Alternativas actuales para la minimización del uso de agua y  generaciones de aguas residuales. | 11  11  11  11  12  12  12  13  15  16  16  16 |
| 3 **CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.** | 18 |
| 3.1 Química del aire.  3.1.1. Composición química del aire  3.1.2. Contaminantes atmosféricos más representativos: CO2  y CO, partículas sólidas y líquidas, ozono, compuestos:  azufrados, carbonados y nitrogenados.  3.2. Efectos en los seres vivos.  3.2.1. Efectos tóxicos de los contaminantes primarios sobre  los seres vivos.  3.2.2 Efectos tóxicos de los contaminantes secundarios  sobre los seres vivos  3.3 Índices e Indicadores de la calidad del aire.  3.4. Efectos globales en el planeta  3.5 Dispositivos de control de la Contaminación del aire  3.5.1. Dispositivos de control  3.5.2. Colectores  3.5.3. Filtros  3.5.4. Precipitación electrostática  3.5.5 Criterios para la selección de los dispositivos de control  de la contaminación  3,6 Alternativas para la minimización de la generación de los  contaminantes del Aire | 18  18  18  18  18  20  21  21  21  21  22  22  22 |
| 1. **GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NO-PELIGROSOS.** | 23 |
| 4.1 Principales contaminantes del suelo.  4.1.1. Contaminantes químicos  4.1.2. Residuos sólidos  4.1.3. Residuos especiales  4.2. Efecto biológico de la contaminación del suelo.  4.2.1. Métodos de Cuantificación de los contaminantes  4.2.2. Efecto sobre la producción primaria  4.2.3. Efecto sobre la producción industrial  4.3. Caracterización de los residuos sólidos  4.3.1. Clasificación de los Residuos Sólidos  4.3.2. Reúso y Reciclaje  4.3.3. Residuos orgánicos e inorgánicos  4.4. Control y disposición de los Residuos Sólidos  4.4.1. Reciclaje  4.4.2. Rellenos Sanitarios  4.4.3. Incineración  4.4.4. Tratamiento Biológico.  4.4.5. Tratamiento Físico, Químico de los Residuos Sólidos. | 23  23  24  24  25  25  26  27  27  27  28  29  29  29  30  31  33  33 |
| 1. **GESTIÓN DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS (RP).** | 35 |
| 5.1. Definiciones.  5.2. Métodos de clasificación y denominación  5.2.1. Denominación del código CRETIB (corrosivo, reactivo,  explosivo, tóxico ambiental, inflamable y biológico-  infeccioso)  5.2.2. Definiciones de cada característica del código CRETIB  5.2.3. Actividades riesgosas, Cantidad de reporte  5.3. Métodos de disposición y/o Tratamiento  5.3.1. Confinamientos controlados  5.3.2. Incineración  5.3.3. Biorremediación  5.4. Respuestas iniciales en caso de Emergencias por derrames de  Materiales y Residuos Peligrosos.  5.4.1. Guía de respuesta ante emergencias CANUTEC.  5.4.2. Carteles de identificación  5.4.3. Números de identificación  5.4.4. Guías de respuesta en caso de emergencias.  5.5. Planes de Manejo para Materiales y Residuos Peligrosos | 35  35  36  37  38  43  43  44  44  44  44  44  45  45  46 |
| 1. **SISTEMAS DE GESTIÓN.** | 47 |
| 6.1 Características  6.1.1Sistemas de Gestión Ambiental  6.1.1.1 Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos  6.1.1.2 Sistema de Gestión de Materiales y Residuos  Peligrosos  6.1.2 Sistemas de Gestión Integral  6.2 Impacto ambiental  6.2.1 Clasificación según su competencia (Federal o Estatal)  y procedimiento Administrativo.   * + 1. Características de un Informe preventivo de Impacto   Ambiental  6.2.3. Manifestación de impacto ambiental (MIA) en su  modalidad regional  6.2.4. Manifestación de impacto ambiental en su modalidad  particular  6.2.5 Factores Ambientales Significativos  6.2.6 Métodos para realizar Estudios o Evaluaciones de  Impacto Ambiental  6.3 Legislación ambiental.  6.3.1Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos  6.3.2. Ley Gral. De Equilibrio Ecológico y Protección al  Ambiente (LGEEPA)  6.3.3 Normatividad aplicable en materia ambiental a los  aspectos de agua, aire y sólidos  6.4 Auditorías ambientales.  6.4.1. Objetivo de la auditoría ambiental  6.4.2 Tipos de auditorías ambientales  6.4.3 Fases de la Auditoria  6.5 Certificaciones  6.5.1 Procedimientos de Certificaciones mexicanas avaladas  por PROFEPA (Cumplimiento Ambiental e Industria  Limpia y Certificaciones Internacionales (ISO, OHSA,  otras). | 47  47  49  49  51  52  53  54  54  55  56  57  58  58  59  59  60  61  62  62  63  63 |
| 1. BIBLIOGRAFIA. | 64 |
| 1. APENDICE.   8.1 AGUAS RESIDUALES.  8.2 CONTAMINACIÓN DEL AIRE.  8.3 RESIDUOS NO-PELIGROSOS.  8.4 RESIDUOS PELIGROSOS.  8.5 IMPACTO AMBIENTAL | 65 |
| 1. TABLAS |  |
| 3.1 Índice de la calidad del aire  4.1 Principales usos industriales de los metales  4.2 Composición Típica de los Residuos Sólidos Urbanos  4.3 Residuos Sólidos Generados en la Producción Industrial.  4.4 Principales procesos utilizados en plantas de recuperación y  Reciclado  4.5 Destrucción térmica de los Residuos Sólidos.  4.6 Atributos de los Tratamientos Físico Químico de los Residuos | 13  23  24  27  29  33  34 |

1. **INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

**1.1 Importancia.**

La actividad productiva es uno de los pilares fundamentales del desarrollo económico. Sin embargo, los residuos generados y el excesivo consumo de recursos naturales, pueden constituirse en agentes de deterioro del medio ambiente, restando sustentabilidad al crecimiento económico. Como consecuencia de ello, la dimensión ambiental ha adquirido mayor importancia en el diseño de procesos, en la toma de decisiones de inversión y en la gestión productiva.

Ello se suma a la especificación de estándares de calidad ambiental y normas de emisión para los residuos. Más aún, la globalización de los mercados y la fuerte competencia internacional, obligan a nuestro sector exportador a lograr niveles de desempeño ambiental compatibles con los requerimientos de las naciones líderes. Como consecuencia de ello, conceptos tales como: sistemas de gestión ambiental, auditorías ambientales, evaluación de desempeño ambiental, análisis de ciclo de vida y etiquetado ecológico, entre otros, adquieren cada vez mayor relevancia.

Las nuevas estrategias para reducir el impacto ambiental derivado de la actividad industrial, ***se basan en un enfoque integral preventivo***, que privilegia una mayor eficiencia de utilización de los recursos materiales y energéticos, incrementando simultáneamente la productividad y la competitividad. Ello involucra la introducción de medidas tecnológicas y de gestión que permiten reducir los consumos de materiales y energía, prevenir la generación de residuos en su fuente misma, y reducir los riesgos operacionales y otros posibles aspectos ambientales adversos, a través de todo el ciclo de producción.

**1.2 Conceptos básicos.**

**1.2.1 Aspectos Ecológicos.**

Hace referencia al papel de la diversidad biológica desde el punto de vista sistémico y funcional ([ecosistemas](http://es.wikipedia.org/wiki/Ecosistema)). Al ser indispensables a nuestra propia supervivencia, muchas de estas funciones suelen ser llamadas “servicios”:

Los elementos que constituyen la diversidad biológica de un área son los reguladores naturales de los flujos de [energía](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa) y de [materia](http://es.wikipedia.org/wiki/Materia). Cumplen una función importante en la regulación y estabilización de las tierras y zonas [litorales](http://es.wikipedia.org/wiki/Litoral_%28geograf%C3%ADa%29). Por ejemplo, en las laderas montañosas, la diversidad de especies en la capa vegetal conforma verdaderos tejidos que protegen las capas inertes subyacentes de la acción mecánica de los elementos como el [viento](http://es.wikipedia.org/wiki/Viento) y las [aguas](http://es.wikipedia.org/wiki/Agua) de escorrentía. La biodiversidad juega un papel determinante en procesos [atmosféricos](http://es.wikipedia.org/wiki/Atm%C3%B3sfera) y [climáticos](http://es.wikipedia.org/wiki/Clima). Muchos intercambios y efectos de las masas continentales y los océanos con la atmósfera son producto de los elementos vivos (efecto [albedo](http://es.wikipedia.org/wiki/Albedo), evapotranspiración, [ciclo del carbono](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciclo_del_carbono), etc.).

La diversidad biótica de un sistema natural es uno de los factores determinantes en los procesos de recuperación y reconversión de desechos y nutrientes. Además algunos ecosistemas presentan organismos o comunidades capaces de degradar [toxinas](http://es.wikipedia.org/wiki/Toxina), o de fijar y estabilizar compuestos peligrosos de manera natural.

***1.2.2 Contaminación.***

*L*a contaminación es **la introducción de sustancias en un medio que provocan que éste**

**sea inseguro o no apto** para su uso. El medio puede ser un ecosistema, un medio físico o un

ser vivo. El contaminante puede ser una sustancia química o energética (como sonido, calor, luz o radiactividad). Sea como sea, es siempre el resultado de una alteración negativa del estado natural del medio, y por lo general, se produce como consecuencia de la actividad humana considerándose una forma de impacto ambiental.

La contaminación puede ocurrir *en el suelo, en la tierra y en el aire* de diferentes modos y formas, a través de emisiones de gases nocivos, bocinas ensordecedoras, químicos en el agua. Existen **quince tipos distintos de contaminación** y se clasifican en función de tres criterios:

* **Según el Medio Afectado**
* **Según Método Contaminante**
* **Según la Extensión de la Fuente**

Esta degradación del **medio ambiente** por contaminantes externos puede *provocar daños* en la vida cotidiana del ser humano y *alterar* las condiciones de *supervivencia de la flora y la fauna*.

**Según el Medio Afectado**

***Atmosférica o Ambiental:*** Consiste en la liberación de sustancias químicas a la atmósfera, alterando su composición y poniendo en riesgo la salud de las personas y resto de seres vivos.

La contaminación Atmosférica o Ambiental es el resultado de los humos de los tubos de escape de los coches, de las chimeneas de las fábricas, de la quema de basura, de los incendios forestales, erupciones volcánicas y polvos industriales como pueden ser el cemento, yeso, concentrado de minerales, etc. Cada uno de estos contaminantes, expulsan gases contaminantes al aire, gases como el monóxido de carbono o el dióxido de azufre.

Este tipo de contaminación **puede tener un carácter global o local.** Si los efectos ligados al foco de *emisión afectan sólo a un área en las inmediaciones del mismo*, podemos estar hablado de ***contaminación local*,** pero cuando las características del contaminante *afectan al equilibrio del planeta o incluso a zonas muy distantes del foco* emisor, como puede ser la lluvia ácida o el calentamiento global, *hablamos de* ***contaminación global.***

***Hídrica o del Agua:*** La existencia de **desechos en el agua provocan la contaminación hídrica**. Las principales causas se deben al arrojo de residuos sólidos domésticos e industriales, derrames de petróleo y la descarga de aceites usados. *La contaminación de los espacios hídricos* ya sean mares, río o lagos, *se ha convertido en un foco de infecciones y enfermedades para los seres humanos.*

***Suelo:*** Ocurre cuando se introducen, ya sea por filtración u otras manera, productos químicos como el petróleo y sus derivados, los pesticidas, así como metales pesados frecuentes en las baterías. Los vertederos y cinturones ecológicos, que sirven para enterrar las grandes cantidades de basura que se generan en los campos, están comenzando a contribuir de forma alarmante a la **contaminación del suelo**. Al igual que el resto, esta contaminación entra en contacto directo con la personas.

**Según el Método Contaminante**

***Química:*** Como contaminantes químicos **se puede entender toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que tiene probabilidades de lesionar la salud de las personas** en alguna forma o causar otro efecto negativo en el medio ambiente. Los agentes químicos pueden aparecer en todos los estados físicos.  La contaminación se puede encontrar en materiales esenciales para la vida humana, como el agua, la tierra, los alimentos, el aire,etc.

***Radiactiva:*** Se refiere a la que **se deriva de la dispersión de materiales radiactivos, como el uranio enriquecido**, el cual se utiliza en instalaciones médicas o de investigación, reactores nucleares de centrales energéticas, munición blindada con metal aleado con uranio, submarinos, satélites artificiales, etc. Esta contaminación se puede producir por un accidente, como el de Chernobyl o Fukushima, o bien por el uso y por la disposición final deliberada de los residuos radiactivos.

***Térmica:*** Se produce debido a la **emisión de fluidos a elevada temperatura** y es causada por la influencia humana. Se ha demostrado que este aumento artificial de la temperatura es uno de los causantes del actual cambio climático que existe en la actualidad.

***Acústica:*** Se define por **la presencia de altos decibelios en algún lugar determinado**. La causa principal de la contaminación acústica es la actividad humana, como el transporte, la construcción de edificios y obras públicas, la industria, etc. Los efectos producidos por el ruido pueden ser fisiológicos, como la pérdida de audición, y psicológicos, como la irritabilidad exagerada, alteraciones del sueño o disminución de la capacidad mental de concentración.

***Visual:*** Es aquella que **destruye visualmente el paisaje natural** (ya sea rural o urbano), debido a la presencia de torres de transporte de energía eléctrica, vallas publicitarias en carreteras y avenidas, vertederos y minas a cielo abierto.

***Lumínica:*** Se refiere a la existencia de **una iluminación artificial excesiva**, la cual provoca una interferencia para el trabajo de los observatorios y astrónomos. Esta contaminación se da durante la noche en las cercanías de las ciudades. De ahí que los observatorios y centros de investigación de astronomía se construyan lejos de las grandes urbes.

***Electromagnética:*** La presencia de  diversas formas de energía electromagnética en el ambiente, que por su magnitud y tiempo de exposición pueden producir riesgo, daño o molestia a las personas, ecosistemas o bienes en determinadas circunstancias. Normalmente generadas por equipos electrónicos como móviles, ordenadores, televisión, etc., o bien otros productos utilizados para la actividad física como torres de alta tensión, transformadores, las antenas de telefonía móvil y electrodomésticos entre otros.

***Microbiológica:*** Producida principalmente por **aguas contaminadas**, como son las aguas servidas, subterráneas o superficiales, ocasionando enfermedades en los animales y en el ser humano.

***Genética:*** Es aquella que se refiere a la **transferencia incontrolada o no de material genético en las plantas.** Esta contaminación afecta al patrimonio genético de una población o de una especie y puede afectar gravemente a la biodiversidad genética.

**Según la Extensión de la Fuente.**

***Puntual***: La contaminación de fuente puntual es una **fuente concreta que se es localizada e identificada,** puede tratarse de contaminación acústica, térmica, del aire, lumínica o del agua, es decir. Este tipo de contaminación se le denomina como aquella que se puede localizar mediante un agente contaminante en un punto o en una zona determinada.

***Lineal***: Se puede definir como aquella que **se desarrolla o progresa a lo largo de una línea**, para entenderlo mejor, un ejemplo de contaminación de fuente lineal **podría ser la contaminación acústica o la contaminación química** que está producida por la emisión de partículas contaminantes que hay en el tráfico de las autopistas. **Cuando es posible localizar al agente contaminante en un punto determinado.**

**Difusa**: Para definir la contaminación de fuente difusa nos hemos de referir a **toda contaminación que emite partículas contaminantes en el aire o en un medio acuático** a través de diferentes puntos que están esparcidos por todos los lados. Este tipo de contaminación se da en una superficie muy grande en la cual es casi imposible tener control o detención de las partículas contaminantes.

**1.2.3 Gestión Ambiental.**

El desarrollo de procesos y tecnologías con menor impacto ambiental, ha ido acompañado de la generación de nuevos conceptos acerca de la gestión de procesos. La importancia de este aspecto ha sido ampliamente reconocida, ya que ninguna tecnología, por muy “limpia” que sea, podrá cumplir con su objetivo de diseño, si no existe una gestión adecuada, que:

• Asegure un alto grado de compromiso, motivación y entrenamiento de todo el personal, en todos los niveles de la empresa.

• Desarrolle e implemente una política integral, que incluya los requerimientos de respeto al

medio ambiente, aseguramiento de calidad, y altos estándares de seguridad y salud

ocupacional.

• Permita un mejoramiento continuo de su accionar, adaptándose en forma proactiva a los

cambios internos y externos.

Esto constituye un componente clave del control ambiental moderno, hay que conocer las herramientas básicas para evaluar el impacto ambiental de un proyecto, en el contexto del diseño de procesos limpios. También los diferentes tópicos sobre la implementación de sistemas de gestión ambiental, auditorías ambientales y análisis de ciclo de vida, respectivamente. Y finalmente, conocer las principales metodologías utilizadas en el análisis de riesgos operacionales.

Los instrumentos de política ofrecen un conjunto de opciones para responder a los problemas ambientales. Se puede considerar que los instrumentos son neutros y que, en últimas, los propósitos específicos perseguidos les otorgan su razón de ser.

La decisión sobre cuáles instrumentos o combinación de ellos pueden usarse para alcanzar los fines propuestos en las políticas nos conduce al tema de los planes. Un plan es la combinación de uno o más instrumentos, así como de otras actividades que pueden incluir obras físicas de conservación, prevención o restauración. Es decir, se definen aquí los instrumentos de política, como un medio para atacar y los planes como su combinación en diversas dosis, con el propósito de alcanzar los objetivos perseguidos por las políticas.

**1.2.4 *Ingeniería Ambiental***.

*El área de la ingeniería encargada de controlar y reducir el impacto ambiental de la actividad humana, a través del diseño y la aplicación de medidas tecnológicas y de gestión.* En rigor, esta definición es aplicable a todas las especialidades de la ingeniería, ya que las consideraciones ambientales constituyen una parte integral de dicha profesión.

A medida que ha ido aumentado el caudal de conocimientos y de sus aplicaciones se fueron multiplicando las especialidades.

La evolución de la era del desarrollo sostenible,en función de una utilización equilibrada de recursos naturales, demanda cambios profundos en las disciplinas profesionales, particularmente en la ingeniería. Ésta necesita incorporar a su saber conocimientos de ecología y contribuir a dar respuesta a seres humanos cada vez más afectados y sensibilizados por la problemática ambiental.

Es así que se forma al profesional que ejercerá la Ingeniería Ambiental.

Los Ingenieros Ambientales son los profesionales que colaboran en la tarea de evaluar y analizar los problemas ambientales presentados en los entornos aire, suelo y agua; disponen de las herramientas tecnológicas para aportar respuestas a dichos problemas teniendo en cuenta las consecuencias ambientales de las mismas soluciones propuestas; con capacitación para ejercer gestión ambiental (minimización de residuos, evaluación de impactos, y otros).

Una interesante  definición de Ingeniería Ambiental es la proporcionada por Peavy *et al* (citado por G. Kiely),en la que se la considera como “la rama de la ingeniería que se ocupa de la protección del ambiente de los efectos potencialmente dañinos de la actividad humana, proteger a las poblaciones humanas de los factores ambientales adversos y mejorar la calidad ambiental para la salud y el bienestar humanos”.

El ingeniero ambiental forma parte de equipos multidisciplinarios con ecólogos, sociólogos, planificadores, ambientalistas y ciudadanos sensibilizados, juristas, químicos, economistas, en la búsqueda de respuestas adecuadas a la problemática ambiental sufrida o padecida.

En esencia, se trata de minimizar las secuelas adversas que ha dejado y puede dejar  la aplicación indiscriminada y agresiva hacia el ambiente de la tecnología, en aras del desarrollo humano.

Su gestión permite optimizar la utilización de los recursos disponibles, previniendo problemas de contaminación, o minimizando su impacto a través de estrategias de reutilización e incorporación de nuevas tecnologías.

**2. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.**

**2.1 Caracterización de Aguas Residuales.**

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o rehúso.

Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

**2.1.1 Características físicas.**

Para determinar la calidad de un agua es necesario analizar los parámetros físicos:

a). Características organolépticas (olor, color y sabor)

 b). Temperatura (la temperatura óptima es de 8-15ºC)

c). Conductividad (gracias a las sales)

d).Turbidez

**2.1.2 Características químicas.**

Los parámetros químicos: incluyen a los orgánicos, los inorgánicos y los gases.

Parámetros orgánicos: miden la cantidad de materia orgánica que hay en el agua. A > cantidad de materia orgánica en el agua < calidad del agua.

**DBO** (demanda bioquímica del O2): Mide el oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia. El periodo de incubación tras el cual se realiza la medición suele ser de 5 días, comparándose el valor obtenido con el original presente en la muestra. Se determina así la cantidad aproximada de oxígeno utilizado que se requerirá para degradar biológicamente la materia orgánica.

**DQO** (demanda química de oxígeno): Mide el oxígeno disuelto requerido para oxidar la

materia mediante un agente químico. Mide la cantidad de materia orgánica total (la

biodegradable y la no biodegradable)

**Parámetros inorgánicos**: los más usuales son el pH y la concentración de sales.

**Gases**: los gases presentes habitualmente en las aguas naturales son el nitrógeno, oxígeno y dióxido de carbono, que son gases comunes en a atmósfera, mientras que en las aguas residuales hay sulfuro de hidrógeno, metano y amoniaco, que procede de la descomposición de la materia orgánica.

Por otro lado, en las aguas desinfectadas se puede encontrar cloro y ozono.

**2.1.3 Características Biológicas.**

Estos son los parámetros microbiológicos, este control es exclusivo para aguas de uso humano. Se basan en medir la presencia de microorganismos como son bacterias coliformes que producen la contaminación fecal y los microorganismos patógenos que producen cólera.

Además de estos parámetros existen organismos bioindicadores que nos puede informar sobre la calidad del agua. Éstos son larvas de algunos insectos, moluscos, que no pueden vivir en aguas contaminadas.

**2.2 Tipos de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.**

**2.2.1 Tratamiento Preliminar.**

En algunos casos las aguas residuales deben ser acondicionadas antes de procederse con ellos el proceso de lodos activados, esto es debido a que ciertos elementos inhiben el proceso biológico, algunos de estos casos son:

Sustancias dañinas a la activación microbiana (ej: Cl2).

Grandes cantidades sólidos --> Utilización de cribas o rejas, tanque de sedimentación primaria (sólidos fácilmente sedimentables).

Aguas residuales con valores anormales de pH --> Proceso de neutralización indispensable.

Desagües con grandes fluctuaciones de gasto y calidad de las aguas residuales incluyendo concentración de DBO --> Tanque de igualación

**2.2.2 Tratamiento Primario.**

El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí conocido también como tratamiento mecánico.

**a).Remoción de sólidos**

En el tratamiento mecánico, el afluente es filtrado en cámaras de rejas para eliminar todos los objetos grandes que son depositados en el sistema de alcantarillado, tales como trapos, barras, condones, compresas, tampones, latas, frutas, papel higiénico, etc. Éste es el usado más comúnmente mediante una pantalla rastrillada automatizada mecánicamente. Este tipo de basura se elimina porque esto puede dañar equipos sensibles en la planta de tratamiento de aguas residuales, además los tratamientos biológicos no están diseñados para tratar sólidos.

**b). Remoción de arena**

Esta etapa (también conocida como escaneo o maceración) típicamente incluye un canal de arena donde la velocidad de las aguas residuales es cuidadosamente controlada para permitir que la arena y las piedras de ésta tomen partículas, pero todavía se mantiene la mayoría del material orgánico con el flujo. Este equipo es llamado colector de arena. La arena y las piedras necesitan ser quitadas a tiempo en el proceso para prevenir daño en las bombas y otros equipos en las etapas restantes del tratamiento. Algunas veces hay baños de arena (clasificador de la arena) seguido por un transportador que transporta la arena a un contenedor para la deposición. El contenido del colector de arena podría ser alimentado en el incinerador en un procesamiento de planta de fangos, pero en muchos casos la arena es enviada a un terraplén.

**c). Sedimentación**

Muchas plantas tienen una etapa de sedimentación donde el agua residual se pasa a través de grandes tanques circulares o rectangulares. Estos tanques son comúnmente llamados clarificadores primarios o tanques de sedimentación primarios. Los tanques son lo suficientemente grandes, tal que los sólidos fecales pueden situarse y el material flotante como la grasa y plásticos pueden levantarse hacia la superficie y desnatarse. El propósito principal de la etapa primaria es producir generalmente un líquido homogéneo capaz de ser tratado biológicamente y unos fangos o lodos que puede ser tratado separadamente. Los tanques primarios de establecimiento se equipan generalmente con raspadores conducidos mecánicamente que llevan continuamente los fangos recogido hacia una tolva en la base del tanque donde mediante una bomba puede llevar a éste hacia otras etapas del tratamiento.

**2.2.3 Tratamiento Secundario.**

El tratamiento secundario es designado para substancialmente degradar el contenido biológico de las aguas residuales que se derivan de la basura humana, basura de comida, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales e industriales trata el licor de las aguas residuales usando procesos biológicos aeróbicos. Para que sea efectivo el proceso biótico, requiere oxígeno y un substrato en el cual vivir. Hay un número de maneras en la cual esto está hecho. En todos estos métodos, las bacterias y los protozoarios consumen contaminantes orgánicos solubles biodegradables (por ejemplo: azúcares, grasas, moléculas de carbón orgánico, etc.) y unen muchas de las pocas fracciones solubles en partículas de flóculo. Los sistemas de tratamiento secundario son clasificados como película fija o crecimiento suspendido. En los sistemas fijos de película (como los filtros de roca) la biomasa crece en el medio y el agua residual pasa a través de él. En el sistema de crecimiento suspendido –como fangos activos- la biomasa está bien combinada con las aguas residuales. Típicamente, los sistemas fijos de película requieren superficies más pequeñas que para un sistema suspendido equivalente del crecimiento, sin embargo, los sistemas de crecimiento suspendido son más capaces ante choques en el cargamento biológico y provee cantidades más altas del retiro para el DBO y los sólidos suspendidos que sistemas fijados de película.

**a). Filtros de desbaste**

Los filtros de desbaste son utilizados para tratar particularmente cargas orgánicas fuertes o variables, típicamente industriales, para permitirles ser tratados por procesos de tratamiento secundario. Son filtros típicamente altos, filtros circulares llenados con un filtro abierto sintético en el cual las aguas residuales son aplicadas en una cantidad relativamente alta. El diseño de los filtros permite una alta descarga hidráulica y un alto flujo de aire. En instalaciones más grandes, el aire es forzado a través del medio usando sopladores. El líquido resultante está usualmente con el rango normal para los procesos convencionales de tratamiento.

**b). Fangos activos**

Las plantas de fangos activos usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remueven substancialmente materia orgánica. También puede atrapar partículas de material y puede, bajo condiciones ideales, convertir amoniaco en nitrito y nitrato, y en última instancia a gas nitrógeno.

**c). Camas filtrantes (camas de oxidación)**

Se utiliza la capa filtrante de goteo utilizando plantas más viejas y plantas receptoras de

cargas más variables, las camas filtrantes son utilizadas donde el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coke (carbón, piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos). Tales medios deben tener altas superficies para soportar los biofilms que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central.

El licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio. Las películas biológicas de bacteria, protozoarios y hongos se forman en la superficie media y se comen o reducen los contenidos orgánicos. Este biofilm es alimentado a menudo por insectos y gusanos.

**d). Placas rotativas y espirales**

En algunas plantas pequeñas son usadas placas o espirales de revolvimiento lento que son parcialmente sumergidas en un licor. Se crea un flóculo biótico que proporciona el substrato requerido.

**e). Reactor biológico de cama móvil**

El reactor biológico de cama móvil (MBBR, por sus siglas en inglés) asume la adición de medios inertes en vasijas de fangos activos existentes para proveer sitios activos para que se adjunte la biomasa. Esta conversión hace como resultante un sistema de crecimiento. Las ventajas de los sistemas de crecimiento adjunto son:

Mantener una alta densidad de población de biomasa.

Incrementar la eficiencia del sistema sin la necesidad de incrementar la concentración

del licor mezclado de sólidos.

Eliminar el costo de operación de la línea de retorno de fangos activos.

**f). Filtros aireados biológicos**

Filtros aireados (o anóxicos) biológicos (BAF) combinan la filtración con reducción biológica de carbono, nitrificación o desnitrificación. BAF incluye usualmente un reactor lleno de medios de un filtro. Los medios están en la suspensión o apoyados por una capa en el pie del filtro. El propósito doble de este medio es soportar altamente la biomasa activa que se une a él y a los sólidos suspendidos del filtro. La reducción del carbón y la conversión del amoniaco ocurre en medio aerobio y alguna vez alcanzado en un sólo reactor mientras la conversión del nitrato ocurre en una manera anóxica. BAF es también operado en flujo alto o flujo bajo dependiendo del diseño especificado por el fabricante.

**g).Reactores biológicos de la membrana**

MBR es un sistema con una barrera de membrana semipermeable o en conjunto con un proceso de fangos. Esta tecnología garantiza la remoción de todos los contaminantes suspendidos y algunos disueltos. La limitación de los sistemas MBR es directamente proporcional a la eficaz reducción de nutrientes del proceso de fangos activos. El coste de construcción y operación de MBR es usualmente más alto que el de un tratamiento de aguas residuales convencional de esta clase de filtros.

**h). Sedimentación secundaria**

El paso final de la etapa secundaria del tratamiento es retirar los flóculos biológicos del

material de filtro y producir agua tratada con bajos niveles de materia orgánica y materia suspendida. En la figura 1.7 se muestra el tratamiento secundario.

**2.2.4 Tratamiento Terciario.**

El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.) Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

**a). Filtración**

La filtración de arena remueve gran parte de los residuos de materia suspendida. El carbón activado sobrante de la filtración remueve las toxinas residuales.

**b). Lagunaje**

El tratamiento de lagunas proporciona el establecimiento necesario y fomenta la mejora biológica de almacenaje en charcos o lagunas artificiales. Se trata de una imitación de los procesos de autodepuración que somete un río o un lago al agua residual de forma natural. Estas lagunas son altamente aerobias y la colonización por los macrophytes nativos, especialmente cañas, se dan a menudo. Los invertebrados de alimentación del filtro pequeño tales como Daphnia y especies de Rotífera asisten grandemente al tratamiento removiendo partículas finas. El sistema de lagunaje es barato y fácil de mantener pero presenta los inconvenientes de necesitar gran cantidad de espacio y de ser poco capaz para depurar las aguas de grandes núcleos.

**2.2.5 Tratamiento con sistemas Vegetales**.

La importancia de los [humedales](http://es.wikipedia.org/wiki/Humedal) ha variado con el tiempo. Los humedales son zonas de transición entre el medio ambiente terrestre y acuático y sirven como enlace dinámico entre los dos. El agua que se mueve arriba y abajo del gradiente de humedad, asimila una variedad de constituyentes químicos y físicos en solución, ya sea como detritus o sedimentos, estos a su vez se transforman y transportan a los alrededores del paisaje.

Los humedales proveen sumideros efectivos de nutrientes y sitios amortiguadores para contaminantes orgánicos e inorgánicos. Esta capacidad es el mecanismo detrás de los humedales artificiales, también denominados wetlands, para simular un humedal natural con el propósito de tratar las aguas residuales de empresas y municipios.

La solución [biotecnológica](http://www.monografias.com/trabajos14/biotecnologia/biotecnologia.shtml) consiste en la instalación de humedales artificiales que actúan como filtros naturales. Ubicados entre la planta y los recursos acuáticos (ríos, lagos, lagunas), estos sistemas, además de no necesitar mantenimiento ni consumir energía eléctrica, cuestan menos que la cuarta parte de un sistema de tratamiento tradicional. Los humedales se construyen utilizando diferentes especies de plantas que abundan en la zona: [totoras](http://es.wikipedia.org/wiki/Scirpus_californicus), [repollitos de agua](http://fichas.infojardin.com/acuaticas/pistia-stratiotes-lechuga-de-agua-repollo-agua.htm), [camalotes](http://es.wikipedia.org/wiki/Camalote) o [juncos](http://es.wikipedia.org/wiki/Juncus).

**2.2.6 Criterios de selección de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.**

A partir del conocimiento de la calidad del agua residual, variabilidad de la descarga y la calidad del efluente requerido es decir a la luz de la norma de vertimiento impuesta, se puede construir la base conceptual de la tecnología a implementar. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que siempre existe un límite inferior por debajo del cual es difícil mantener la actividad biológica y uno superior, por encima del cual el tratamiento biológico no está en posibilidad de metabolizar las sustancias resistentes a la actividad biológica.

Carga contaminante y población equivalente Diferentes son las concentraciones que se encuentran dentro de un agua residual. No solo dependen de su tipo sino también de la propia actividad. Enuncia la carga contaminante la cantidad de contaminación que se produce, genera o contiene un volumen da agua residual en un día. El producto de la concentración por el caudal, en un sitio específico, se denomina carga y generalmente se expresa en kg/d, es decir que usualmente se encuentra en unidades de peso/tiempo. Toda fuente receptora, o sistema de tratamiento, tiene una capacidad específica de asimilación de un contaminante. En el caso de un río, si se excede la capacidad de asimilación, el río pierde las condiciones exigidas para su mejor uso y se convierte en un río contaminado. En el caso de un sistema de tratamiento,

**2.3 Alternativas Actuales para la Minimización del Uso de Agua y Generación de**

**Aguas Residuales.**

El primer paso en cualquier plan de conservación del agua (PCA) es calcular en cuánto se puede reducir el consumo de agua. La función de un PCA es identificar y cuantificar la cantidad de agua que puede ahorrarse, y esta reducción en el agua utilizada es la base del programa. La cantidad de agua que puede ser ahorrada, es decir, la reducción de la cantidad de agua usada, puede ser expresada como un porcentaje o volumen diario (m3). Un plan de conservación también puede permitir la acumulación de otros beneficios para el individuo/comunidad/autoridad; se incluyen aquí tales beneficios como la reducción del impacto ambiental, el aumento de la participación de la comunidad en un PCA, o una reducción en los gastos de operación del sistema.

Para poder identificar exitosamente los objetivos, el marco temporal del programa debe quedar claramente establecido y definido. Ejemplos de marcos temporales a corto plazo serían la respuesta a la sequía o la reducción de la demanda máxima. Un ejemplo de un marco temporal con un plazo mayor es un plan de reducción de la demanda.

Una medida de minimización/conservación del agua es aquella que se traduce en un uso más

eficiente del agua. Se trata de un dispositivo o práctica que en efecto reduce la demanda.

Ejemplos de las medidas de conservación incluyen los siguientes:

●**●** Inodoros y urinarios de bajo volumen

●**●** Inodoros y urinarios secos y de compostaje

●**●** Duchas y grifos de bajo flujo

●**●** Lavadoras y lavaplatos de uso eficiente del agua

●**●** Cosecha de aguas lluvias

●**●** Reciclaje de aguas grises

La evaluación de las medidas de conservación implica la identificación de todas las medidas que ayuden en la conservación del agua; éstas pueden ser aparatos de ferretería que se puedan comprar, dispositivos que se puedan fabricar localmente, tecnologías que deban ser instaladas. Es importante que se aborden también el comportamiento y las prácticas de gestión. Debe desarrollarse una matriz de medidas que pueda ser considerada para cada tipo de uso del agua (o grupo de usuarios, según el caso), incluyendo el agua no contabilizada (ANC) en el sistema. Las medidas de conservación también deben ser evaluadas en términos de su potencial para ahorrar agua y en términos de la cantidad de agua que se ahorra, de los beneficios y los costos, y también en términos de las consideraciones de la implantación respecto a las normas de calidad, legislación, códigos de práctica, etc. Se debe tener en cuenta también la cantidad de obstáculos para la implantación de estas medidas de conservación, ya sean a corto plazo, a largo plazo, socio-económicos, estéticos o jurídicos.

Las aguas grises son las aguas residuales provenientes de fregaderos, bañeras, duchas y electrodomésticos. Un sistema de aprovechamiento de aguas grises captura dicha agua antes de que llegue a la alcantarilla (o al sistema de tanque séptico). Generalmente el agua residual del fregadero de la cocina o del lavaplatos eléctrico no es recolectada para su uso, pues tiene altos niveles de contaminación por detergentes, aceites y residuos de comida, haciendo difícil y costoso su filtrado y tratamiento.

**3. CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE.**

**3.1 Química del Aire.**

3.1.1 Composición Química del aire.

La composición de aire al nivel del mar es: Nitrógeno 78 %, oxigeno 21 %, dióxido de

carbono 0.03 % y otros (Argón, helio, hidrógeno, metano, etc.).

3.1.2 Contaminantes Atmosféricos más Representativos: CO2 y CO, partículas sólidas y

liquidas, Ozono, compuestos azufrados, carbonados y nitrogenados.

Los contaminantes secundarios son aquellos que se originan en el aire, a través de reacciones químicas o fotoquímicas, por la interacción entre los contaminantes primarios o por sus reacciones con los componentes naturales de la atmósfera.

EJEMPLOS: el **NO2,** que se forma cuando se combina NO con oxígeno en el aire, también encontramos el nitrato peroxoacetileno **(PAN)** -HCO2+ NO2 - y hidrocarburos **(HC)**

**3.2 Efectos en los Seres Vivos**.

Según algunos expertos, muchos de los efectos de la contaminación se relacionan, de forma directa, con el nivel social y económico en que se encuentren las comunidades afectadas.

La pobreza, la falta de acceso a agua potable y de vivienda junto a la combustión de leña y carbón influye de manera significativa sobre la salud de las comunidades más vulnerables que habitan el planeta.

La parte de la población más afectada por la contaminación ambiental son: los ancianos, los niños, las embarazadas y los enfermos con problemas respiratorios.

3.2.1 Efectos tóxicos de los contaminantes primarios sobre los seres vivos.

Los contaminantes primarios: son aquellas sustancias que son vertidas directamente a la

atmósfera desde los focos contaminantes. Como consecuencia de diferentes actividades, ya

sean humanas o de origen natural.

EJEMPLOS: monóxido de carbono **(CO)**, el dióxido de carbono **(CO2)** o el metano **(CH4).**

3.2.2 Efectos tóxicos de los contaminantes secundarios sobre los seres vivos.

Los contaminantes secundarios son aquellos que se originan en el aire, a través de reacciones químicas o fotoquímicas, por la interacción entre los contaminantes primarios o por sus reacciones con los componentes naturales de la atmósfera.

EJEMPLOS: el **NO2,** que se forma cuando se combina NO con oxígeno en el aire, también encontramos el nitrato peroxoacetileno **(PAN)** -HCO2+ NO2 - y hidrocarburos **(HC)**.

**3.3 Índices e indicadores de la calidad del aire.**

El índice de calidad del aire es un indicador diseñado para informar a la población sobre el estado de la calidad del aire, muestra que tan contaminado se encuentra el aire y cuáles podrían ser los efectos en la salud. Desde 2006, el índice de calidad del aire tiene su fundamento en la Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006 en donde se establecen los requisitos para su cálculo y difusión.

El índice se calcula para cinco de los contaminantes criterio: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas; se representa con una escala que va de 0 a 500, donde el valor de 100 se asigna al valor indicado por la Norma Oficial Mexicana para cada contaminante. Un valor menor a 100 se considera satisfactorio y con un bajo riesgo para la salud. Cualquier nivel superior a 100 implica algún riesgo para la salud, entre más grande es el valor del índice, mayor es la contaminación y el riesgo.

El propósito del índice es facilitar la comprensión del vínculo entre los niveles de contaminación del aire y los efectos en la salud. Con este fin, el índice se divide en cinco categorías, cada una corresponde a un intervalo en el índice y señala el nivel de riesgo para la salud. Para simplificar su interpretación cada intervalo se representa mediante un color, Tabla No.3.1

Tabla No.3.1 Índice de la calidad del aire

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Categoría** | **Intervalo** | **Mensaje** | **Significado** | **Recomendaciones** |
| **BUENA** | **0-50** | **Sin riesgo** | La calidad del aire es satisfactoria y existe poco o ningún riesgo para la salud. | Se puede realizar cualquier actividad al aire libre. |
| **REGULAR** | **51-100** | **Aceptable** | La calidad del aire es aceptable, sin embargo, en el caso de algunos contaminantes, las personas que son inusualmente sensibles, pueden presentar síntomas moderados. | Las personas que son extremadamente sensibles a la contaminación deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre. |
| **MALA** | **101-150** | **Dañina a la salud de los grupos sensibles** | Quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos en la salud. El público en general usualmente no es afectado. | Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre. |
| **MUY MALA** | **151-200** | **Dañina a la salud** | Todos pueden experimentar efectos en la salud; quienes pertenecen a los grupos sensibles pueden experimentar efectos graves en la salud. | Los niños, adultos mayores, personas que realizan actividad física intensa o con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre.  La población en general debe limitar el esfuerzo prolongado al aire libre. |
| **EXTREMADAMENTE MALA** | **>200** | **Muy dañina a la salud** | Representa una condición de emergencia. Toda la población tiene probabilidades de ser afectada. | La población en general debe suspender los esfuerzos al aire libre. |

**3.4 Efectos globales en el planeta.**

La contaminación ha provocado daños en el ecosistema, en la vida del hombre, de los animales y plantas. La acción del hombre, el progreso y la intención de mejorar las condiciones de vida son las causas principales de la contaminación ambiental que está sufriendo el planeta. A su vez, los efectos de esta acción la padece el mismo hombre.

Los contaminantes pueden producir efectos nocivos e irreversibles para la salud a determinados niveles de concentración. Los efectos dependen de la dosis y de la frecuencia de exposición a ese contaminante.

La niebla tóxica que flota por encima de las ciudades es la forma de contaminación del aire más común y evidente. No obstante, existen diferentes tipos de contaminación, visibles e invisibles, que contribuyen al calentamiento global. Por lo general, se considera contaminación del aire a cualquier sustancia, introducida en la atmósfera por las personas, que tenga un efecto perjudicial sobre los seres vivos y el medio ambiente.

El dióxido de carbono, un gas de efecto invernadero, es el contaminante que está causando en mayor medida el calentamiento de la Tierra. Si bien todos los seres vivos emiten dióxido de carbono al respirar, éste se considera por lo general contaminante cuando se asocia con coches, aviones, centrales eléctricas y otras actividades humanas que requieren el uso de combustibles fósiles como la gasolina y el gas natural. Durante los últimos 150 años, estas actividades han enviado a la atmósfera una cantidad de dióxido de carbono suficiente para aumentar los niveles de éste por encima de donde habían estado durante cientos de miles de años.

Existen otros gases de efecto invernadero, como el metano (que proviene de fuentes como ciénagas y gases emitidos por el Ganado) y los clorofluorocarbonos (CFCs), que se utilizaban para refrigerantes y propelentes de los aerosoles hasta que se prohibieron por su efecto perjudicial sobre la capa de ozono de la Tierra.

Otros contaminantes relacionados con el cambio climático son el dióxido de azufre, uno de los componentes de la niebla tóxica. Una de las características principales del dióxido de azufre y de otros productos químicos íntimamente relacionados es que son los causantes de la lluvia ácida. Sin embargo, también reflejan la luz cuando son liberados en la atmósfera, lo que mantiene la luz solar fuera y hace que la Tierra se enfríe. Las erupciones volcánicas pueden arrojar cantidades enormes de dióxido de azufre a la atmósfera, lo que en ocasiones provoca un enfriamiento que dura varios años. De hecho, antes los volcanes eran la fuente principal de dióxido de azufre; hoy en día, han sido sustituidos por los seres humanos.

Los países industrializados han tomado medidas para reducir los niveles de dióxido de azufre, niebla tóxica y humo para mejorar la salud de sus habitantes. Sin embargo, uno de los resultados, no previsto hasta hace poco, es que unos niveles de dióxido de azufre más bajos podrían, de hecho, empeorar el calentamiento global. Del mismo modo que el dióxido de azufre de los volcanes puede enfriar el planeta al bloquear el paso de la luz del sol, la reducción de la cantidad de este compuesto presente en la atmósfera hace que pase más luz solar, lo que calienta la Tierra. Este efecto se magnifica cuando cantidades altas en la atmósfera de otros gases invernadero hacen que se retenga el calor adicional.

La mayor parte de la gente está de acuerdo en que, para luchar contra el calentamiento global, se deben tomar una serie de medidas. A nivel individual, un menor uso de coches y aviones, el reciclaje y la protección del medio ambiente son medidas que reducen la huella de carbono de una persona, es decir, la cantidad de dióxido de carbono liberada a la atmósfera debido a las acciones de cada individuo.

En un nivel más amplio, los gobiernos están tomando medidas para limitar las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de efecto invernadero. Una de ellas es el Protocolo de Kioto, un acuerdo entre países para reducir las emisiones de dióxido de carbono. Otro método es el de gravar las emisiones de carbono o aumentar los impuestos de la gasolina, para que tanto la gente como las empresas tengan más motivos para conservar la energía y contaminar menos.

**3.5 Dispositivos de control de la contaminación del aire**.

El principio básico de la política de protección del medio ambiente es el de prevención. Este principio rector de la actuación medioambiental se traduce, respecto a la salvaguarda de la calidad del aire, en minimizar las emisiones a la atmósfera de sustancias contaminantes. También se conoce como la estrategia de reducción en origen. Se trata de abandonar la actitud tradicional de reaccionar ante los problemas de la contaminación después de que hayan salido y sustituirla por la de prevenir estos problemas y evitar que se produzcan. Las ventajas de este enfoque son bastante evidentes y comportan además de un ahorro de recursos, evitar los daños que, en algunos supuestos, pueden tener incluso carácter irreversible. La adopción de medidas preventivas y la racionalización del uso de los recursos pueden hacer compatibles estas dos aspiraciones de la sociedad humana.

3.5.1 Dispositivo de control

Algunas técnicas para controlar la emisión de contaminantes del aire no requieren equipo adicional, mientras que otras requieren control "agregado". El control agregado es aquel que se añade a los procesos que generan contaminación con la finalidad de destruir o capturar los contaminantes. La técnica elegida para controlar la emisión de contaminantes en una determinada fuente depende de muchos factores; el más importante es si el contaminante es un gas o una partícula.

3.5.2 Colectores

Están formados básicamente por un recipiente cilíndrico vertical donde se introduce tangencialmente el gas portador, cargado de partículas de polvo. La corriente se desvía en círculo y por efecto de la fuerza centrífuga, las partículas se lanzan al exterior al formar la mezcla gaseosa un remolino vertical descendente. Esta corriente en espiral del gas cambia de dirección al llegar al fondo del recipiente y sale por el conducto situado en el eje. Los ciclones son dispositivos útiles y baratos para la captación en seco de polvo ligero o grueso. Sin embargo, la eficiencia de captación de estos equipos es muy baja, sobre todo, en la eliminación de partículas pequeñas, por lo que su utilización se reduce, por lo general, a desempolvado previo al paso de los gases por un sistema más eficaz.

3.5.3 Filtros.

El sistema de filtros consiste en hacer pasar una corriente de gases cargados con partículas de polvo a través de un medio poroso donde queda atrapado el polvo. El filtro de mangas ha sido uno de los más utilizados durante los últimos años, ya que pueden tratar grandes volúmenes de gases con altas concentraciones de polvo. Con este tipo de equipos pueden conseguirse rendimientos mayores del 99%, independientemente de las características de gas, haciendo posible la separación de partículas de un tamaño del orden de 0.01 micras. Conforme pasa el gas, la capa de polvo depositado sobre el material filtrante, que colabora en el proceso de interceptación y retención de partículas de polvo, se va haciendo mayor, aumentando la resistencia al flujo y la pérdida de carga, lo que obliga a disponer de mecanismos para la limpieza automática y periódica del filtro. Hoy en día, el filtro cerámico ha adquirido una mayor importancia en los procesos de depuración de gases. La eficacia filtrante de este tipo de filtros es muy cercana al 100%, excepto si las partículas son de tamaño microscopico en su mayor parte, o el tamaño del gránulo o fibra que forman el filtro cerámico es grande.

3.5.4 Precipitación electrostática.

Los precipitadores electrostáticos basan su principio de funcionamiento en el hecho de cargar eléctricamente las partículas, para una vez cargadas someterlas a la acción de un campo eléctrico que las atrae hacia los electrodos que crean el campo, depositándose sobre ellos. Los precipitadores más utilizados a escala industrial son los de diseño de etapa única, por su gran capacidad de tratar gases con concentraciones de polvo muy altas. Estos precipitadores pueden separar cualquier tipo de sustancia en forma de partículas, alcanzando eficacias superiores al 99%, siempre que la resistividad eléctrica de las partículas no sea demasiado alta, en este caso será necesario acondicionar la corriente gaseosa con la adición de determinados productos.

3.5.5 Criterios para la selección de los dispositivos de control de la contaminación.

Antes de empezar a formular la lista de opciones disponibles para el control de emisiones, es importante tener claro que las opciones no se limitan a aditamentos o dispositivos accesorios para controlar las emisiones. Cualquier técnica que reduzca la emisión es una opción válida, incluidos cambios en los insumos o materias primas, cambios en las condiciones del proceso, o la incorporación de un ECC.

3.5.6 Alternativas para la minimización de la generación de los contaminantes del aire.

La minimización de residuos, emisiones y vertidos de un proceso productivo en una industria, es la adopción de medidas organizativas y operativas que permitan disminuir -hasta niveles económica y técnicamente factibles- la cantidad y peligrosidad de los subproductos contaminantes generados, que precisan un tratamiento o eliminación final.

En definitiva, al minimizar hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

**Cuantitativo:** producir menos efluentes (contemplando el proceso productivo con entradas y

con salidas)

**Cualitativo:** producir efluentes menos dañinos.

**Objetivo final:** reducir impactos o efectos negativos en el ambiente.

Todo ello se consigue por medio de su reducción en el origen y, cuando ésta no es posible, mediante el reciclaje de los subproductos en el mismo proceso o en otros, o bien mediante la recuperación de determinados componentes o recursos de los que contienen.

Los sistemas de tratamiento de residuos generados al final del proceso son difíciles de implementar y van siendo progresivamente sustituidos por tecnologías preventivas que permiten un mejor aprovechamiento de los productos residuales.

**4. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS NO-PELIGROSOS.**

**4.1 Principales contaminantes del suelo.**

La rápida urbanización y crecimiento de las ciudades durante la última mitad del siglo XX ha cambiado la faz de la Tierra. La magnitud de este proceso va de la mano con el crecimiento dramático de la población mundial y el incremento de la capacidad de producción industrial. Estos conglomerados urbano-industriales requieren de energía y materiales para su funcionamiento, llegando a consumir 1.000 veces más que un área rural de la misma extensión. Una ciudad industrial moderna puede requerir, diariamente, un equivalente per cápita de alimentos generados por 2.000 m2 de terreno agrícola, el papel y otros productos forestales de 1.000 m2 de bosques y 5 m3 de agua. Como subproducto de esta actividad, se emiten a la atmósfera grandes cantidades de material particulado, SO2, NOx y otros gases, y grandes volúmenes de residuos sólidos y líquidos. Las ciudades modernas “viven” del medio rural ya que dependen de éste como fuente de alimentos y otros materiales orgánicos. A su vez, la ciudad exporta bienes, servicios y desechos, generándose una compleja interrelación entre las diferentes comunidades de una región.

4.1.1. Contaminantes químicos.

Contaminación química: aquellos que por su presencia o por su elevada concentración alteren la composición originaria del suelo.

Hoy en día la cantidad y variedad de productos potencialmente contaminantes de un suelo es prácticamente inabarcable, por lo que a continuación se indicaran los grupos más característicos y peligrosos de contaminantes químicos.

Los metales se encuentran de forma natural como constituyentes del terreno en muy pequeñas cantidades (cantidades traza), como consecuencia de la propia geoquímica de los materiales de los que proceden. Tabla 4.1

Se consideran contaminantes cuando superan las cantidades naturales en el suelo.

**Tabla 4.1 Principales usos industriales de los metales**

|  |  |
| --- | --- |
| **METAL** | **USOS** |
| **Ag**  Plata | Fotografía, conductores eléctricos, soldadura, galvanización,  acuñación, baterías, catalizador. |
| **Al**  Aluminio | Construcción, transporte, envasados, industrias eléctrica y  farmacéutica |
| **As**  Arsénico | Medicina, veterinaria, aleaciones, pirotecnia, esmaltes, insecticidas,  pigmentos, pintura, productos electrónicos, tintes |
| **Cd**  Cadmio | Galvanización, pigmentos, baterías, aleaciones de bajo punto de  ebullición |
| **Co**  Cobalto | Aleaciones, pigmentos, esmaltes, barnices, galvanización. |
| **Cr**  Cromo | Metalurgia, materiales refractarios, galvanización, curtidos, pinturas,  conservación de madera, industria química. |
| **Cu**  Cobre | Industrias eléctrica y automovilística, construcción, fontanería, latón,  algicidas, conservación de madera. |
| **Fe**  Hierro | Industrias del hierro y acero |
| **Hg**  Mercurio | Producción de cloruro y sosa cáustica, insecticidas, industrias  farmacéutica y metalúrgica, odontología, catalizador en  producción de polímeros sintéticos. |
| **Mn**  Manganeso | Metalurgia, baterías, industria química, cerámica. |
| **Mo**  Molibdeno | Metalurgia, pigmentos, catalizador, fabricación de vidrio, aditivo en  óleos lubrificantes. |
| **Ni**  Níquel | Metalurgia, baterías, equipos solares, galvanización, catalizador en  la producción de aceite combustible. |
| **Pb**  Plomo | Baterías, gasolina, pigmentos, munición, soldadura, pintura, industria  automovilística |
| **Sb**  Antimonio | Plásticos, cerámica, vidrios, pigmentos, productos químicos  incombustibles. |
| **V**  Vanadio | Metalurgia, catalizador, pigmentos. |
| **Zn**  Cinc | Aleaciones, bronce y latón, galvanización, baterías, pintura,  productos agrícolas, cosméticos y medicinales |

4.1.2. Residuos sólidos

Los residuos sólidos se generan tanto en la actividad doméstica como industrial, y constituyen un problema ambiental crítico en la sociedad industrial moderna.

**Residuos Sólidos de Origen Doméstico**

Aquellos residuos generados por la actividad doméstica constituyen uno de los principales problemas ambientales de las grandes ciudades. La tasa diaria de generación de residuos sólidos urbanos (RSU) está en el rango 0,5-1,5 kg/habitante, dependiendo del nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización. En general, a mayor nivel económico y mayor urbanización, se tiende a generar una mayor cantidad de RSU por habitantes. La Tabla 4.2 muestra los rangos de composición típica:

**TABLA 4.2 COMPOSICIÓN TÍPICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS**

|  |  |
| --- | --- |
| **COMPONENTE** | **% EN PESO, BASE HÚMEDA** |
| Material orgánico | 40-50 |
| Papeles y cartones | 15-22 |
| Escorias, cenizas y lozas | 4-6 |
| Plásticos | 10-15 |
| Textiles | 4-6 |
| Metales | 2-3 |
| Vidrios | 1-3 |
| Otros | 6-7 |

4.1.3. Residuos especiales.

Existe una Norma Oficial Mexicana nom-161-semarnat-2011, que establece los criterios para  
clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuales están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Gran parte de los residuos que se generan en los procesos industriales, y actividades comerciales y de servicios, como subproductos no deseados o como productos fuera de especificación, son Residuos de Manejo Especial. Incorporados a tales residuos, se generan residuos derivados del consumo, operación y mantenimiento de las demás áreas que forman parte de las instalaciones industriales, comerciales y de servicios, como oficinas, comedores, sanitarios y mantenimiento, los cuales por sus características se consideran como Residuos Sólidos Urbanos, pero que por sus volúmenes de generación superiores a 10toneladas por año o su equivalente en otras unidades, se convierten en Residuos de Manejo Especial.

Refiriéndonos a la última etapa del manejo de residuos, se observa que al recibir en los sitios de disposición final una gran cantidad de Residuos de Manejo Especial, se provoca que éstos se acumulen rápidamente junto con los Sólidos Urbanos y la vida útil de dichos sitios de disposición, terminen en un tiempo menor al proyectado, esto es de particular importancia cuando se tienen Rellenos Sanitarios que cumplen con la NOM-083-SEMARNAT-2003 ya que esta reducción en la vida útil ocasiona la necesidad de localizar un nuevo sitio que cumpla con lo indicado en la mencionada norma, aspecto que cada vez es más difícil de encontrar.

Por lo que una de las principales contribuciones que se persigue con la presente Norma es el de controlar y reducir significativamente cada una de las problemáticas vistas en los puntos anteriores, mediante la elaboración, desarrollo y aplicación de los Planes de Manejo para los Residuos de Manejo Especial.

**4.2. Efecto biológico de la contaminación del suelo.**

Los residuos depositados o abandonados en el suelo presentan diferentes características físicas y químicas. Más aún, los residuos se pueden encontrar ubicados sobre la superficie del suelo o enterrados bajo tierra. Una vez depositados en el suelo, los residuos están sujetos a transformaciones, debido a los procesos físicos, químicos y biológicos naturales, lo que puede facilitar su transporte, dependiendo de las características de los contaminantes primarios y secundarios, y de las características geoquímicas del medio.

4.2.1. Métodos de Cuantificación de los contaminantes

A continuación se describen algunos de los principales contaminantes primarios del suelo, derivados de la actividad humana.

**Residuos Orgánicos Biodegradables**

Incluyen una amplia gama de residuos derivados de la actividad doméstica o de actividades similares donde no se generen compuestos tóxicos. Contienen restos de alimentos y otros materiales de origen animal y vegetal. Los compuestos sólidos biodegradables pueden sufrir degradación anaeróbica, debido a la acción de microorganismos, bajo condiciones de pH, temperatura y humedad adecuadas, generando compuestos volátiles, líquidos orgánicos e inorgánicos y humus.

• **Residuos Peligrosos**

Frecuentemente, provienen de fuentes industriales, hospitales, laboratorios químicos y bioquímicos, agrícolas y forestales. Incluyen compuestos sólidos, líquidos y gaseosos (presentes en contenedores) desechados en el suelo, cuya composición química, forma de disposición y concentración constituyen un peligro para la salud y seguridad de las personas y, además, representan un potencial de daño ambiental significativo. El rango de compuestos orgánicos e inorgánicos que caen dentro de esta categoría es amplísimo, y entre estos se encuentran, solventes orgánicos, biocidas, compuestos aromáticos, compuestos halogenados, metales pesados, hidrocarburos, cianuros inorgánicos, isocianatos, agentes patógenos y otros agentes biológicamente activos, etc.. Los peligros asociados a estos residuos se deben a sus propiedades químicas, físicas y biológicas, que les confieren características de toxicidad, inflamabilidad, corrosividad y reactividad. En los países industrializados existe una estricta legislación para controlar la disposición de estos residuos.

• **Residuos Estables:**

Generalmente, se originan a partir de obras de demolición, reparación y construcción de viviendas y caminos, en la actividad doméstica, en oficinas, comercio, y en algunas actividades industriales. Incluyen todos aquellos materiales, sólidos y líquidos, que presentan una alta estabilidad física y química, bajo las condiciones ambientales normales, tales como: desechos cerámicos, ladrillos, madera, vidrios, mortero, restos de cables eléctricos, restos de estructuras, papeles, cartones, plásticos, etc.

4.2.2. Efecto sobre la producción primaria

La industria alimenticia está constituida por aquellas actividades de origen agrícola, pecuario, y marino, que sirven para generar productos de consumo humano y animal. Este tipo de industria cubre una amplia gama de rubros; los principales se mencionan a continuación:

• Frutos y Vegetales

• Productos lácteos

• Carnes

• Avícolas

• Granos

• Azúcar

• Productos Marinos

• Aceites y Grasas comestibles

• Cervecería, Destilería, Vinícola

• Bebidas Gaseosas, Jugos

• Extractos, Saborizantes

• Alimentos especiales: Bebés, Dietéticos

• Alimentos preparados.

• Alimentos congelados

Es necesario destacar que en la industria de alimentos, se incluye una amplia diversidad de

materias primas, productos, niveles de procesamiento y tecnologías. La demanda de productos

alimenticios de gran calidad, que mantengan la composición nutritiva y las características

organolépticas de la materia prima original, han conducido a mejoras en los métodos de

procesamiento.

Este tipo de industria consume grandes cantidades de agua, principalmente, en las

operaciones de lavado, tanto de equipos como de materias primas y productos. Es importante

destacar que la actividad agropecuaria genera bastantes residuos, principalmente sólidos, que

pueden ser utilizados como combustibles o forraje. Se ha constatado que los residuos sólidos

pueden llegar a constituir más del 50% del peso de las materias primas originales.

La composición y el volumen de los residuos generados por la industria de alimentos dependen

tanto del tipo de materias primas, como de las técnicas de procesamiento utilizadas. En general, se producen grandes cantidades de residuos sólidos y líquidos, la mayoría de los cuales son biodegradables. Los residuos gaseosos corresponden a gases de combustión generados en los hornos y calderas. En algunos casos, se generan compuestos volátiles odoríferos (ej.: aminas y mercaptanos), derivados de la descomposición de proteínas u otros compuestos de origen biológico.

4.2.3. Efecto sobre la producción industrial

Por su parte, los residuos sólidos de origen industrial (RSI), pueden generarse a partir de

diferentes fuentes, que reflejaran directamente la naturaleza de los materiales utilizados y de los productos derivados del procesamiento, tabla 4.3

**Tabla 4.3 Residuos Sólidos Generados en la Producción Industrial.**

|  |
| --- |
| • Cenizas y escorias de los sistemas de combustión para generación de vapor de procesos. Sus características químicas dependen del tipo de combustible y de las condiciones de combustión. |
| • Sólidos secundarios generados por los sistemas de tratamiento de efluentes (ej.: lodos de sedimentación, lodos biológicos) y/o de gases (ej.: cenizas y polvos de los filtros, precipitadores electrostáticos o ciclones). |
| • Insumos químicos gastados no reutilizables (ej. catalizadores agotados, solventes gastados). |
| • Envases y otros contenedores de materias primas, insumos y equipos. Sus características dependen del tipo de contenedor y de la naturaleza de los compuestos almacenados. |
| • Materiales residuales de las operaciones de mantención (ej. aceites, grasas y solventes gastados, partes de equipos dañadas, aislantes, escombros, chatarra) |
| • Materias primas no utilizables, debido a que no poseen características compatibles con el proceso (ie. fuera de especificación) o que no han sido utilizadas debido a problemas con las operaciones (ie. Pérdidas de proceso). |
| • Partes no utilizables de las materias primas (ej.: cortezas, huesos, vísceras). |
| • Materiales intermedios y productos fuera de especificación, sin valor comercial, generados debido a problemas operacionales u otras razones. |
| • Residuos de actividades de construcción, generados durante la construcción e instalación de nuevas facilidades, modificaciones a las instalaciones existentes, etc. |

**4.3. Caracterización de los residuos sólidos**

4.3.1. Clasificación de los Residuos Sólidos

Existen diversas maneras para clasificar a los residuos, y se trabajará con aquellos que por su estado de agregación, se denominan sólidos.

Dichos residuos se generan en todos los ámbitos de la actividad humana, tanto doméstica como industrial. A continuación se revisan brevemente las principales características de los residuos.

RESIDUOS SÓLIDOS: SEGÚN SU ORIGEN, SEGÚN SU GESTIÓN, SEGÚN SU PELIGROSIDAD.

*SEGÚN SU ORIGEN*

- Residuo domiciliario

- Residuo comercial

- Residuo de limpieza de espacios públicos

- Residuo de establecimiento de atención de salud

- Residuo industrial

- Residuo de las actividades de construcción

- Residuo agropecuario

- Residuo de instalaciones o actividades especiales

*SEGÚN SU GESTIÓN*

- Residuos de ámbito municipal

- Residuos de ámbito no municipal

*SEGÚN SU PELIGROSIDAD.*

- Residuos peligrosos

- Residuos no peligrosos

4.3.2. Reúso y Reciclaje

Alrededor del 25% de los residuos sólidos generados pueden ser reusados y reincorporado a la actividad económica, siempre que sean clasificados desde la fuente y separados en residuos; para el cual se desarrollan los siguientes procedimientos:

* Usando los materiales una y otra vez para hacer nuevos productos y de esta forma reducir  la cantidad de desechos sólidos y gastar menos recursos naturales.
* Consiste en darle la máxima utilidad a las cosas sin necesidad de destruirlas o deshacernos de ellas.
* Muchos materiales pueden resultar útiles para otras cosas, extendiendo su vida útil.
* Si reutilizas objetos, menos basura produces y menos recursos gastarás.

Para un adecuado reuso de residuos sólidos se recomienda desarrollar los siguientes procedimientos:

* Separar los residuos sólidos: inorgánicos, orgánicos y de tratamiento especial.
* Reutilizar o donar el papel periódico y cartón conservándolos limpios y secos.
* Separar los envases de plástico (especialmente de PET), reusarlos, dónarlos o envíarlos a un Centro de Acopio.
* Separar los envases de vidrio, reusarlos dónarlos o envíarlos a Centros de Acopio para sur reciclamiento, indefinidamente.
* Separar y aplastar las latas de aluminio antes de enviarlas a un Centro de Acopio.
* Evitar el uso de materiales no reciclables como las bolsas metalizadas para frituras.
* Utilizar preferentemente envases retornables.
* Seleccionar los productos con menos envolturas y con material reciclado o reciclable.
* Separar y entregar los residuos de cocina y de jardinería por separado.
* NO botar basura en las calles, áreas verdes u otros lugares.
* Además tener especial consideración de las 3R´s.

El principio de reducir los **residuos, reutilizar y reciclar** recursos y productos es usualmente llamado 3R’s.

* Reducir significa elegir cosas con cuidado para reducir la cantidad de residuos generados.
* Reutilizar implica el uso repetido de ítems o partes de ellos que todavía son utilizables.
* Reciclar significa usar los residuos mismos como recursos.
* La minimización de estos puede lograrse poniendo foco en las 3R’s.
* Los estilos de vida modernos nos han llevado a adoptar patrones de consumo que afectan el ambiente. Es por eso la importancia del reuso y el reciclaje.

4.3.3. Residuos orgánicos e inorgánicos

**P**ara generalizar, podemos decir que los residuos domiciliarios se dividen en orgánicos y no-orgánicos o inorgánicos.

**Residuos orgánicos:** son biodegradables (se descomponen naturalmente). Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos.   
  
**Residuos no orgánicos (o inorgánicos):** son los que por sus características químicas sufren una descomposición natural muy lenta. Muchos de ellos son de origen natural por no ser biodegradables, por ejemplo los envases de plástico. Generalmente se reciclan a través de métodos artificiales y mecánicos, como las latas, vidrios, plásticos, gomas. En muchos casos es imposible su transformación o reciclaje.. Otros, como las plias, son peligrosos y contaminantes.

**4.4. Control y disposición de los Residuos Sólidos.**

4.4.1. Reciclaje

La recuperación de materiales y productos vendibles (por lo general disolventes, aceites, ácidos o metales), o a la recuperación de energía a partir de residuos.

En la siguiente tabla se señalan los principales procesos utilizados en las plantas de

recuperación y reciclado

**Tabla 4.4 Principales procesos utilizados en plantas de recuperación y reciclados**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **TIPO DE**  **RECUPERACION** | **OBJETIVO** | **TECNOLOGIAS** |
| **De solventes** | Separar las sustancias contaminantes de los disolventes residuales, transformando de este modo el disolvente de nuevo a su estado original o al menos a una graduación tóxica algo menor | La destilación suele ser el proceso mas empleado, asegurando un 75% de recuperación de solventes.  Entre otras tecnologías de separación se utilizan la filtración, la evaporación simple, la centrifugación y la depuración. |
| **De aceites** | Los aceites lubricantes utilizados  pueden ser recuperados hasta  calidades idénticas en esencia a la de los aceites lubricantes originales, excluyendo la práctica de combinar combustibles, inútil para la recuperación de aceites lubricantes | La depuración de aceite residual consta de dos métodos: el método de ácido arcilla, y el de la destilación intensiva. |
| **De ácidos** | Intenta separa los ácidos no reactivos de residuos ácidos. | Uno de los métodos que emplea esta industria consiste en enfriar el ácido sulfúrico para logrará la precipitación de los ácidos férricos. Otro método consiste en la regeneración de los ácidos  inyectándolos en un calcinador rociador. |
| **De metales** | Cuando son sólidos se separan  mediante el uso de bandas magnéticaso disolviéndolos | Se clasifican en pirometalurgia (se basa en características de fusión y ebullición) e hidrometalurgia (extraer y concentrar  os metales a través de procesos tales como intercambio de iones,  electrodiálisis, osmosis, adsorción y  precipitación). |
| **De combustibles** | Es posible obtener combustibles a  partir de residuos oleosos, disolventes o restos de destilación. | Es posible obtener combustibles a  partir de residuos oleosos, disolventes o restos de destilación. |

**Reciclaje de chatarra electrónica**

El primer paso es pre-procesar los componentes desmantelándolos (tubos de TV, partes de

metal largas, componentes con sustancias nocivas, etc..), que pueden ser parcialmente

mecanizadas, y se puede preseleccionar los componentes desmontados ( en categorías como aros curvados, cubiertas de madera, plásticos puros, etc..). El material preseleccionado es duramente comprimido - manejando objetos del tamaño de motores de aspiradora y transformadores del tamaño de un puño sin dificultad. Después de que el metal es trasladado, el material concentrado se suelta y se separan los metales no ferrosos, el material resultante volverá a ser concentrado. Después de esta fase final de concentración una fracción de la aleación de metales no ferrosos, consistente en metal precioso y por otra parte de una fracción de cobre filamentado casi libre de plásticos, es trasladada.

Posteriormente el aluminio con porciones de metales pesados es separado y el alambre de

cobre puede ser, trasladado desde los correspondientes plásticos mezclados que contienen

la porción de cerámica. La pérdida de metal puede ser ajustada por el grado de reducción, que es para indicar que la pérdida de metal puede ser reducida concentrando más finamente el material, esto reduce la potencia y ¡consecuentemente incrementa los costes de operación.

Aparte de la chatarra electrónica normal, la planta puede manejar otros objetos como: cables, tablas de instrumentos, copas.

4.4.2. Rellenos Sanitarios.

Actualmente se mantiene vigente la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, relativa a las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño,

construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que en coordinación

con la ‘‘Guía de cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003, han sido de vital importancia en la construcción de rellenos sanitarios.

4.4.3. Incineración.

Aquellos residuos sólidos que son inestables a altas temperaturas pueden ser destruidos

Mediante tratamiento térmico. Dicho tratamiento térmico puede ser efectuado en ausencia o en

presencia de aire.

**a).** **Proceso térmico en ausencia de oxígeno (Pirolisis)**

Cuando el tratamiento a alta temperatura se realiza en ausencia de oxígeno, los sólidos se destruyen mediante pirolisis, generando un residuo sólido (20%), gases condensables (60%) y no condensables (20%). El residuo sólido es rico en carbono y puede ser utilizado como combustible. La fracción no condensable está compuesta, principalmente, de CO2, CO y CH4 con un poder calorífico aceptable para ser utilizado como combustible. Los compuestos condensables forman una compleja mezcla de ácidos orgánicos y alquitranes y representan un insumo químico potencial. Los sistemas basados en pirolisis se utilizan mayoritariamente en el tratamiento de residuos lignocelulósicos, para producción de carbón vegetal.

**b).** **Proceso térmico con déficit de oxígeno (Gasificación)**

Cuando el tratamiento térmico se realiza con una cantidad de oxígeno insuficiente para lograr una oxidación completa del material sólido, se genera gases con alto contenido de CO y CH4 que pueden ser utilizados como combustible. Los gasificadores han sido empleados desde fines del siglo XIX, pero su uso ha decrecido desde la masificación de los combustibles derivados del petróleo. En la actualidad, existen diseños eficientes para llevar a cabo la gasificación de residuos orgánicos, que son competitivos respecto a otros sistemas térmicos.

**c).Proceso térmico en presencia de oxígeno (Combustión)**

Si el proceso térmico se realiza en presencia de oxígeno en cantidades iguales o superiores al nivel estequiométrico ocurre una incineración del sólido, donde la reacción con el oxígeno lo transforma en cenizas inorgánicas y en gases residuales. La composición de tales gases residuales depende de la composición química de los sólidos combustibles y de las condiciones de operación (ej. temperatura en la cámara de combustión, flujo de oxígeno). Dichos gases contienen CO2, H2O, material particulado, compuestos orgánicos volátiles, SO2 y otros compuestos derivados de la combustión. Por lo tanto, en la mayoría de los casos se debe incluir sistemas de depuración de gases (ej. ciclones, precipitadores electrostáticos, lavadores, adsorbedores, etc). Es conveniente neutralizar los gases ácidos (ej. HCl, SO2) mediante tratamiento alcalino (ej.: neutralización con cal) para reducir los efectos de corrosión en los equipos de tratamiento de gases.

Es atractivo utilizar sistemas con recuperación de calor, producción de vapor y energía eléctrica, cuando la escala de operación así lo permite. Tal es el caso, por ejemplo, de las plantas de celulosa kraft y de los aserraderos, donde resulta altamente rentable instalar una caldera de poder y electro-generadores para utilizar el poder calorífico de las cortezas, finos de madera y lodos de tratamiento de residuos líquidos, generando vapor y energía eléctrica.

Cuando el poder calorífico de los residuos no es suficiente para lograr las altas temperaturas requeridas es necesario adicionar un combustible de alto poder calorífico (ej. gas natural, petróleo combustible).

En el caso de residuos sólidos orgánicos peligrosos, tales como solventes orgánicos, aceites gastados, hidrocarburos, bifenilos policlorados, residuos hospitalarios orgánicos y biocidas es conveniente llevar a cabo la incineración a altas temperaturas (sobre 950-1.100ºC).

Además del CO2, vapor de agua y cenizas, se puede generar otros residuos gaseosos secundarios peligrosos. Por ejemplo, la incineración de residuos clorados produce ácido clorhídrico y compuestos organo-clorados volátiles. La mayor parte de las dioxinas y furanos emitidos a la atmósfera proviene de la combustión de residuos sólidos clorados. Igualmente, la presencia de residuos organofosfóricos puede originar P2O5 el que es altamente corrosivo. Por estos motivos, los sistemas de incineración de residuos peligrosos, incluyen estrictos sistemas de control de emisiones gaseosas e incorporan cámaras de combustión secundaria, para destruir los contaminantes formados en la combustión primaria. Con ello, se completa la oxidación de los compuestos orgánicos parcialmente oxidados y se incrementa el tiempo de residencia a alta temperatura. Los incineradores que operan a gran escala incluyen sistemas de depuración de gases de alta eficiencia para abatir los compuestos orgánicos volátiles y material particulado. Se deben utilizar sistemas eficientes para remoción de partículas (ej. filtros, precipitadores electrostáticos) y depuradores de metales pesados y compuestos orgánicos volátiles. Los residuos secundarios generados por estos sistemas de tratamiento deben ser tratados como residuos peligrosos ya que pueden contener metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos.

Los sistemas de alimentación de los hornos dependen de las características físicas de los residuos a tratar. Si estos son fluidos (por ejemplo, solventes agotados, lodos) se pueden utilizar sistemas de alimentación por inyección, que permiten atomizar el residuo y facilitar su combustión. Es fundamental mantener un estricto control de la temperatura y de la alimentación de oxígeno, para evitar la formación de contaminantes secundarios parcialmente oxidados. Los hornos utilizados con mayor frecuencia a escala industrial son los hornos rotatorios y de lecho fluidizado.

a). *Hornos Rotatorios:* Este tipo de hornos permite incinerar residuos combustibles, incluyendo aquellos con altos contenido de agua. Su diseño es muy similar a los hornos rotatorios utilizados en las plantas de cemento y de celulosa kraft. En muchos países, se utilizan los hornos de dichas plantas para la destrucción de aceites y solventes orgánicos residuales. Sin embargo, el residuo combustible debe ser tratado previamente para satisfacer los requerimientos de calidad de esos sistemas (ej. eliminar el agua emulsificada, eliminación de impurezas metálicas).

b). *Hornos de Lecho Fluidizado:* Estos son utilizados para un amplio rango de residuos sólidos. Se requiere una granulometría lo más homogénea posible para mantener buenas condiciones de operación (es común la utilización de molinos para reducción de tamaño de los residuos). El aire de combustión se inyecta desde el fondo, a la velocidad de fluidización de los sólidos. Se debe diseñar un sistema para recolectar los sólidos que salen con los gases de combustión y retornarlos al horno.

En general, es conveniente separar las fracciones no combustibles (ej. metales, vidrios y otros materiales inorgánicos) previo al tratamiento térmico. De este modo, se facilita la operación y el manejo de los residuos secundarios.

Tabla 4.5 Destrucción térmica de los Residuos Sólidos

.

|  |  |
| --- | --- |
| ATRIBUTOS DE LA DESTRUCCION TERMICA DE RESIDUOS SOLIDOS | |
| VENTAJAS | Potencial integración energética.  Destrucción efectiva de los contaminantes.  Reducción de volumen.  Residuo sólido estable.  Tecnologías establecidas en el mercado.  Adecuado para residuos orgánicos peligrosos. |
| DESVENTAJAS | Generación de residuos gaseosos que requieren tratamiento.  Generación de residuos sólidos secundarios, provenientes del tratamiento de gases residuales.  Alta complejidad operacional.  Altos costos de operación.  Necesidad de monitoreo de emisiones gaseosas.  Altos requerimientos de inversión.  Requerimiento de combustibles adicionales. |

4.4.4. Tratamiento Biológico.

Muchos residuos industriales son tratados por métodos biológicos similares a los usados para el tratamiento de efluentes. Los residuos peligrosos a menudo pueden usar este tipo de tratamiento a pesar de que las concentraciones de materiales tóxicos son letales a los microorganismos.

El co-tratamiento de residuos industriales y domésticos con la adición de nutrientes en sistemas biológicos es a menudo un sistema práctico y que ha sido probado en India como un método económico y efectivo comparándolo con los tratamientos químicos.

Consiste en la introducción de microorganismos que consumen, alteran y detoxifican los desechos. Esto es lo que se llama procesamiento secundario.

Existe un gran número de tratamientos físicos, químicos y biológicos a los que se pueden

someter los residuos tóxicos y peligrosos, cuya finalidad se dirige básicamente a la recuperación de recursos ( materiales y energéticos ) , la detoxificación, y la reducción de

volumen previa a su disposición en tierra. La tabla siguiente entrega una lista de estos

tratamientos.

4.4.5. Tratamiento Físico, Químico de los Residuos Sólidos.

Algunos residuos sólidos peligrosos que presentan características de toxicidad, corrosión o reactividad pueden ser neutralizados mediante reacciones químicas ácido-base y oxidación-reducción. Los residuos peligrosos que generalmente se tratan mediante este tipo de procesos son: residuos ácidos o alcalínos, aceites gastados, residuos orgánicos aromáticos emulsionados, lodos metálicos, lodos sulfúricos y clorhídricos, lodos cianurados, lodos con cromato, entre otros.

*Neutralización Química*: Aquellos residuos peligrosos que presentan niveles de pH extremos (ej. H2SO4, HCl, HNO3, NaOH) deben ser neutralizados mediante adición de álcalis o ácidos, según corresponda.

1. *Oxidación Química:* Se utiliza cuando los componentes peligrosos orgánicos e inorgánicos presentes en el residuo son oxidables a formas inocuas o más susceptibles de ser separadas y destruidas posteriormente. Como agente oxidante se utiliza cloro molecular, hipoclorito, permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno, ozono u oxígeno. Por ejemplo:

a). Eliminación de cianuro, mediante la oxidación con Cl2 para formar CO2 y N2.

b). Destrucción de compuestos orgánicos aromáticos mediante aplicación de ozono o peróxido

c).Precipitación de metales pesados en forma de óxidos

2. *Reducción Química:* En muchos casos, los compuestos peligrosos se pueden transformar en moléculas inocuas mediante reducción química. Por ejemplo, el cromato (Cr+6) puede ser reducido a Cr+3, que es mucho menos tóxico e insoluble en medio alcalino. Se debe utilizar agentes reductores compatibles con la naturaleza del contaminante peligroso que se desea destruir. Dada las características no selectivas de muchos agentes químicos, se debe prevenir la formación de compuestos secundarios tóxicos.

En algunos casos, se genera un residuo sólido secundario que debe ser manejado adecuadamente (ej. precipitación de óxidos metálicos).

Tabla 4.6 Atributos de los Tratamientos Físico Químico de los Residuos.

|  |  |
| --- | --- |
| ATRIBUTOS DE LOS TRATAMIENTOS FISICO QUIMICOS | |
| VENTAJAS | Reducción de la peligrosidad del residuo.  Inertización. |
| DESVENTAJAS | Altos costos de operación  Complejidad operacional.  Es complicado a gran escala de operación. |

**5. GESTIÓN DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS (RP).**

`

**5.1. Definiciones**.

**1.- Organización de las Naciones Unidas**

*Todo material que no tiene un valor de uso directo y que es descartado por su propietario.*

**2.- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente**

*Incluye cualquier material descrito como tal en la legislación nacional, cualquier material que figura como residuo en las listas o tablas apropiadas, y en general cualquier material excedente o de desecho que ya no es útil ni necesario y que se destina al abandono.*

**3.- Convenio de Basilea**

*Las sustancias u objetos a cuya eliminación se procede, se propone proceder o se está obligado a proceder en virtud de lo dispuesto en la legislación nacional.*

**4.- Comunidad Europea, Directiva 75/442/CEE, 91/156/CEE, 94/3/CE y 2000/532/CE.**

*Cualquier sustancia u objeto perteneciente a una de las categorías listadas en el Anexo 1 y del cual su poseedor se desprenda o del cual tenga la intención u obligación de desprenderse. A partir de las categorías del Anexo I se elaboró el "Catálogo Europeo de Residuos", el cual constituye una lista armonizada y no exhaustiva de residuos, independientemente de que se destinen a operaciones de eliminación o recuperación.*

**5.- Programa Regional de Manejo de Residuos Peligrosos del CEPIS**

*Todo material que no tiene un valor de uso directo y que es descartado por su propietario.*

**7.- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA)**

*Todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado, es decir que ha sido abandonado, es reciclado o considerado inherentemente residual.*

**5.2. Métodos de clasificación y denominación.**

Todos los residuos deben ingresar a un sistema de gestión que incluye manejo, tratamiento, transporte, disposición final y fiscalización. El sistema de gestión depende del tipo de residuo que se considere, debiéndose prestar especial atención a la gestión de los residuos peligrosos por su capacidad inherente de provocar efectos adversos.

Es por esta razón que debe quedar clara la clasificación de residuos utilizada, de forma minimizar los riesgos derivados del ingreso de un residuo peligroso a un sistema de gestión diseñado para otro tipo de residuos.

Los residuos pueden ser clasificados utilizando diferentes criterios, así tenemos por ejemplo: estado, origen, tipo de tratamiento al que serán sometidos o potenciales efectos derivados del manejo.

a.- Clasificación por estado

En este caso un residuo es definido de acuerdo al estado físico en que se encuentra, por lo que

tendremos los siguientes grupos: **sólidos, semisólidos, líquidos y gaseosos**.

Muchas veces en la categoría líquidos se incluyen únicamente los acuosos diluidos y no otros como los aceites usados, solventes orgánicos, ácidos o álcalis, los cuales suelen incluirse dentro de la categoría de residuos sólidos. Esto responde a un tema de gestión, ya que los residuos acuosos diluidos generalmente serán tratados en una planta de tratamiento de efluentes líquidos, mientras que el resto tendrá un tratamiento particular.

Algo similar ocurre con la categoría gaseosos, la cual corresponde únicamente a las emisiones gaseosas, mientras que los gases contenidos en recipientes son gestionados como residuos sólidos.

b.- Clasificación por origen

Se refiere a una clasificación sectorial y no existe límite en cuanto a la cantidad de categorías o

agrupaciones que se pueden realizar. A continuación se mencionan algunas categorías:

*Domiciliarios, urbanos o municipales*

*Industriales*

*Agrícolas, ganaderos y forestales*

*Mineros*

*Hospitalarios o de Centros de Atención de Salud*

*De construcción*

*Portuarios*

*Radiactivos*

Una denominación de uso frecuente es "**asimilable a residuo urbano**" que se utiliza para los residuos generados en cualquier actividad y tiene características similares a los residuos urbanos y por lo tanto pueden ser gestionados como tales.

c.- Clasificación por tipo de tratamiento al que serán sometidos.

Este criterio de clasificación es útil para orientar la gestión integral de residuos de un país y

particularmente útil cuando el objetivo es definir la infraestructura que se necesita para el tratamiento y la disposición final de los residuos.

Es así que se pueden definir entre otros:

residuos asimilables a residuos urbanos y que por lo tanto se pueden disponer en forma conjunta.

residuos para los cuales la incineración es el tratamiento idóneo.

residuos que se deben disponer en rellenos de seguridad.

residuos generados en grandes cantidades y que por lo que requieren tratamiento particular.

residuos pasibles de ser sometidos a un proceso de valorización.

d.- Clasificación por los potenciales efectos derivados del manejo.

**Residuos peligrosos:** son aquellos residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos, pudiendo generar efectos adversos para la salud o el ambiente. Estos residuos serán motivo de un análisis minucioso que se desarrollará posteriormente.

**Residuos peligrosos no reactivos:** son residuos peligrosos que han sufrido algún tipo de tratamiento por medio del cual han perdido su naturaleza de peligrosos.

**Residuos inertes:** son los residuos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

**Residuos no peligrosos:** son los que no pertenecen a ninguna de las tres categorías anteriores.

Como ejemplos de esta categoría podemos mencionar a los residuos domésticos, los residuos de poda y los de barrido.

5.2.1. Denominación del código CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental,

inflamable y biológico-infeccioso)

En forma genérica se entiende por "**residuos peligrosos**" a los residuos que debido a su peligrosidad intrínseca (***corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, infeccioso, inflamable, biológico-infeccioso***) pueden causar daños a la salud o el ambiente.

Tal como se desprende de la definición planteada es sumamente difícil definir con precisión cual es el límite que separa a un residuo peligroso de otro que no lo es. Sin embargo, como fuera mencionado, la **definición legal de residuo peligroso** es necesaria a efectos de poder asegurar que el residuo ingrese a un sistema de gestión acorde con sus características y se puedan realizar los controles correspondientes.

Es necesario contar entonces con una definición clara y consistente de "residuo peligroso", de forma de poder desarrollar estrategias seguras para lograr una gestión ambientalmente adecuada de los mismos. La definición debería contemplar que la variedad de residuos peligrosos se incrementa periódicamente como consecuencia de la utilización y la fabricación de nuevos productos, así como la utilización de nuevos procesos industriales.

Adicionalmente, las definiciones legales pueden perseguir diferentes objetivos, por lo que existe un amplio rango de definiciones, tanto en un mismo país como a nivel internacional.

La clasificación de un residuo como "peligroso" se puede realizar en base a distintos criterios:

*Pertenecer a listas de tipos específicos de residuos.*

*Estar incluidos en listas de residuos generados en procesos específicos.*

*Presentar alguna característica de peligrosidad (****corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico ambiental, infeccioso, inflamable, biológico-infeccioso****).*

*Contener sustancias definidas como peligrosas.*

*Superar límites de concentración de sustancias definidas como peligrosas.*

*Superar límites establecidos al ser sometidos a ensayos normalizados.*

La selección de los criterios utilizados dependerá de las necesidades del país, del desarrollo de la política y la gestión de residuos, de los recursos presupuestales y las limitaciones en materia de infraestructura analítica para la caracterización de los residuos.

5.2.2. Definiciones de cada característica del código CRETIB

***CORROSIVO****. Un residuo es corrosivo si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:*

*a. ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.52;*

*b. ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35 mm al año a una*

*temperatura de 55 C, de acuerdo con el método NACE (National*

*Association Corrosion Engineers), Standard TM-01-693, o equivalente.*

***REACTIVO****. Un residuo es reactivo si muestra una de las siguientes propiedades:*

*a. ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar;*

*b. reaccionar violentamente con agua;*

*c. generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua;*

*d. poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente; y ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados*

***EXPLOSIVO.*** *Un residuo es explosivo si presenta una de las siguientes propiedades:*

*a. formar mezclas potencialmente explosivas con el agua;*

*b. ser capaz de producir facilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 C y 1 atm;*

*c. ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico.*

*La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), considera a los residuos explosivos como un sub-grupo de los residuos reactivos.*

***TÓXICO****. Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel. Se ha optado por una definición de toxicidad totalmente cualitativa para evitar análisis sofisticados de laboratorio para la clasificación de los residuos. Sin embargo, una definición más exacta requiere la utilización de límites cuantitativos de contenido de sustancias tóxicas el uso de definiciones que establecen la LC50 (concentración letal media que mata al 50% de los organismos de laboratorio), tales como las que se usan en los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, 1980) o en el Estado de Sao Paulo, Brasil (CETESB, 1985).*

***INFLAMABLE.*** *Un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:*

*a. ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60 C, conforme el método del ASTM-D93-79 o el método ASTM-D-3278-78 (de la American Society for Testing and Materials4), con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen;*

*b. no ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25 C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego;*

*c. ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.*

***BIOLOLGICO.*** *Un residuo es patógeno si contiene microorganismos o toxinas capaces de*

*producir enfermedades. No se incluyen en esta definición a los residuos sólidos o líquidos domiciliarios o aquellos generados en el tratamiento de efluentes domésticos.*

5.2.3. Actividades riesgosas, Cantidad de reporte.

Los residuos peligrosos pueden estar constituidos por uno o varios componentes con distintos grados de peligrosidad. El **peligro** refiere a toda propiedad inherente o intrínseca del componente que le confiere la capacidad de provocar daños o pérdidas y en particular de causar efectos adversos en los ecosistemas o la salud humana.

Los componentes peligrosos presentes en los residuos pueden ser agentes biológicos, productos químicos o elementos físicos. El grado de peligrosidad de un residuo va a depender de factores tales como la agresividad de los organismos infecciosos, la toxicidad de las sustancias químicas, la corrosividad, reactividad, inflamabilidad, capacidad de producir explosión de los componentes o la forma de los objetos presentes.

Para que se manifiesten efectos adversos sobre los ecosistemas o la salud, no alcanza con la presencia del material peligroso sino que debe existir **exposición**, esto es que los individuos de una determinada especie deben tener contacto con el material peligroso.

El **riesgo** asociado a un residuo peligroso se refiere a la probabilidad de que se produzcan efectos adversos en la salud humana, el ecosistema, los compartimientos ambientales o los bienes, en función de la exposición directa a dichos residuos o a la contaminación generada por las actividades de manejo de los mismos. Por lo tanto el nivel de riesgo será una función de la peligrosidad

del residuo y del tipo, magnitud y duración de la exposición.

***Riesgo = f (peligro, exposición)***

De lo anterior surge claramente que el riesgo puede ser gestionado a efecto de minimizarlo, mientras que el peligro será intrínseco al residuo y sólo se podrá modificar sometiendo al residuo a procesos de transformación.

La gestión de residuos peligrosos requiere el conocimiento y la evaluación de los efectos perjudiciales que estos pueden representar para la salud del trabajador, la población, el medio ambiente y los bienes, de forma que las operaciones de manejo estén orientadas a prevenir o

reducir dichos efectos. Esto comprende un estudio de múltiples etapas

denominado **evaluación de riesgo**.

La **evaluación de riesgo** es un proceso sistemático para estimar la magnitud y probabilidad de ocurrencia de efectos adversos derivados de los residuos peligrosos.

Los riesgos asociados a los residuos peligrosos pueden estar presentes en cualquiera de las etapas de su manejo: generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final. El objetivo de la evaluación de riesgo es proporcionar una estimación cuantitativa o cualitativa de los riesgos asociados a una determinada situación, a efectos de ayudar a la toma de decisiones sobre la aceptabilidad del riesgo y a establecer las medidas a adoptar para su prevención y minimización, aspecto que se denomina "gestión del riesgo".

Desde el punto de vista del receptor de los posibles efectos adversos, los riesgos asociados al manejo de residuos peligrosos se pueden agrupar en las siguientes categorías:

*Riesgo para la salud humana incluida la salud del trabajador.*

***Riesgo para el ecosistema***

***Riesgo de afectación de compartimientos ambientales (agua, aire, suelo)***

***Riesgos para los bienes, incluyendo entre otros riesgo de incendio y explosión, de degradación química de los cimientos y estructuras, de desvalorización de la propiedad y de afectación de explotaciones productivas.***

En general se debe tener en cuenta que la evaluación de riesgo es un proceso complejo que involucra un trabajo multidisciplinario y que está sujeto a un grado de incertidumbre que en algunos casos puede sermuy importante. En función del tipo riesgos se han desarrollado diferentes metodologías para su evaluación, el alcance de este documento se limita a los aspectos básicos relacionados a los **riesgos para la salud y** **el ecosistema**.

La estimación de la probabilidad de ocurrencia de efectos adversos al receptor del riesgo, en las condiciones particulares de cada etapa de manejo de los residuos, integra los denominados **análisis de peligrosidad** **y análisis de exposición**.

En cuanto al **receptor**, se debe tener en cuenta que no todos los individuos de una población o de un ecosistema son igualmente sensibles a un determinado peligro y a una forma de exposición, por lo que necesariamente cuando se habla de riesgo debemos indicar a la población a la que está referido.

Teniendo en cuenta que la protección de la salud y el ecosistema tiene por objetivo la protección de todos y cada uno de los individuos de una población, la evaluación de riesgo deberá centrarse en aquellos grupos más sensibles o vulnerables. La vulnerabilidad de los individuos será función de la especie, edad, género, sensibilidad al contaminante y estado de salud, así como del tipo, magnitud y frecuencia de la exposición. Para el caso de los seres humanos, las mujeres y los niños son los grupos más vulnerables.

Como se representa en la siguiente figura, la **exposición** a los residuos peligrosos o a los contaminantes derivados de los mismos puede ser **directa** o **indirecta**. La primera corresponde al contacto directo con los residuos, mientras que la indirecta se da cuando existe contacto con un medio que ha sufrido contaminación derivada de los mismos.

**Tipos de exposición.**

Para el caso de la exposición directa la población más vulnerable estará constituida principalmente por los trabajadores afectados a las distintas etapas de manejo, quienes tendrán la frecuencia de exposición más alta. La gestión de este riesgo involucra la inclusión de una serie de medidas de seguridad tendientes a minimizar la exposición del trabajador afectado al manejo de residuos peligrosos.

Estas medidas de seguridad involucran aspectos vinculados al diseño y operación de los sistemas de manejo de residuos, utilización de elementos de protección personal y un adecuado entrenamiento y comunicación de riesgos.

Cuando existen operadores informales en el manejo de residuos peligrosos, el riesgo de la exposición directa aumenta, tanto para el operador informal en si mismo como para la población y el ecosistema.

De no gestionarse adecuadamente los residuos peligrosos, pueden existir otras poblaciones expuestas directamente, involucrando así un alto riesgo para la salud y el medio ambiente. Los niños representan un grupo de alta vulnerabilidad, ya que no conocen el peligro que representan los residuos y además son la población más sensible a la exposición de un contaminante, debido a su bajo peso corporal y a los efectos que dichos contaminantes puede causar en las etapas de desarrollo.

La exposición indirecta a los residuos peligrosos o los contaminantes derivados de su manejo es causada por la exposición de los individuos a medios receptores de la contaminación derivadas de las distintas operaciones de manejo de los residuos peligrosos. Los medios receptores directos de la contaminación son el agua, aire, suelo y los alimentos, existiendo a su vez íntimas relaciones entre ellos.

La contaminación de los medios estará condicionada por las propiedades intrínsecas del contaminante, por las características de la fuente que determinarán las vías de liberación de contaminantes al medio, el proceso de transporte de contaminantes en los medios y las interrelaciones que existen entre ellos.

El **análisis de la peligrosidad** involucra conocer los constituyentes principales que le confieren la peligrosidad al residuo, así como otros contaminantes potenciales que se puedan generar como resultado de las transformaciones del residuo (como ejemplo, dioxinas y furanos en el caso de la incineración) y el peligro que estos constituyentes y contaminantes presentan para la salud y el ecosistema.

Dicho análisis requiere entre otras cosas el estudio de las características de toxicidad de los

contaminantes, las características y efectos de los agentes infecciosos y las características de

inflamabilidad, reactividad o corrosividad del residuo.

Se debe tener en cuenta que la **toxicidad** de una sustancia surge como resultado de un proceso de evaluación cuantitativa de la información toxicológica donde se estudian las relaciones entre las **dosis** **de un contaminante determinado y la respuesta de una población expuesta**. Los valores de toxicidad son generados por la comunidad científica y se desarrollan para humanos y para distintas especies sensibles del ecosistema.

Cuando analizamos los datos de toxicidad de un contaminante debemos tener claro los siguientes aspectos:

*La población a la que se refiere el análisis*

*Los tipos de efectos que causa el contaminante sobre la población*

*Las vías de exposición (ingestión, inhalación, contacto cutáneo)*

*La duración de exposición ( crónica, aguda)*

La **toxicidad aguda** evalúa los efectos ante una exposición de corto plazo mientras que la **toxicidad crónica** lo hace para una exposición de un organismo a una determinada sustancia por un períodoprolongado respecto a su tiempo de vida. Se debe tener en cuenta además que los efectos de lassustancias químicas sobre los organismos vivos pueden ser diferentes dependiendo del tipo deexposición (crónica o aguda) y que algunas sustancias pueden presentar toxicidad aguda pero nocrónica y viceversa.

Los datos de toxicidad aguda más frecuentemente reportados se encuentran referidos a investigaciones donde se estudia la dosis letal para la mitad de una población de un determinado organismo, expuesto oralmente a una determinada sustancia por un período breve de tiempo. Se expresa como LD50 mg/kg y estará referida a la especie en que se realizó el ensayo.

La toxicidad crónica es más difícil de cuantificar que la aguda, entre otras cosas porque es menor el conocimiento sobre los efectos a largo plazo que produce la exposición a una pequeña dosis de un contaminante.

En general los ensayos dosis-respuesta realizados para cuantificar la toxicidad crónica se basan en exponer a un organismo por períodos de tiempo prolongado a dosis incrementales de un contaminante.

Estos estudios permiten determinar el nivel máximo de dosis por debajo del cual no se observan efectos adversos en los organismos ensayados, denominado **NOAEL** (No Observed Adverse Effects Level).

El índice de toxicidad más utilizado en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias no

cancerígenas es la **Dosis de Referencia (DdR)**. Este valor representa el nivel de exposición diaria que no produce un riesgo apreciable de daño y se calcula en base al NOAEL. En primer lugar se requiere conocer el NOAEL de la sustancia correspondiente a la vía de exposición para la cual se desea calcular la DdR. Posteriormente el valor de NOAEL es afectado por una serie de factores de seguridad.

El **análisis de exposición** se realiza con el objetivo de estimar el tipo y la magnitud de la exposición a la que estarán sujetos los receptores del riesgo. Este análisis debe dar como resultado la estimación de la exposición actual o prevista para el receptor y la concentración real o potencial del contaminante en los distintos medios sujetos a la contaminación por la fuente. El análisis de exposición debe incluir tanto la exposición por la operación normal como por las posibles contingencias.

En este análisis se procederá a realizar la evaluación de la fuente, entendiendo por fuente a toda aquella operación de manejo de residuos sujeto a la evaluación de riesgo o un sitio contaminado por estos. La evaluación de las operaciones de manejo de residuos tendrá en cuenta la tecnología utilizada, así como las medidas de mitigación y seguridad que tenga incorporadas.

El análisis de exposición incluye la identificación y caracterización de poblaciones expuestas, en particular de aquellas más sensibles, el estudio de los medios por los cuales se transportan los contaminantes, la evaluación del comportamiento de los contaminantes una vez liberados al medio, las rutas de exposición, duración y frecuencia de la exposición.

Las poblaciones expuestas (humanas o del ecosistema) serán aquellas que están expuestas

directamente a los residuos o las que están expuestas en forma indirecta como resultado de la liberación y el transporte de contaminantes en el medio desde la fuente.

Para el análisis de exposición indirecta es necesario tener en cuenta factores relacionados con el medio físico donde está implantada la actividad y el uso del suelo en el área de influencia incluyendo, usos actuales y futuros. En este caso la identificación y análisis de las rutas de exposición involucra el relacionamiento de la fuente, la localización y el tipo de liberación al medio del contaminante a efectos de determinar las principales rutas de exposición que serán evaluadas.

Para evaluar la exposición será necesario entonces conocer los siguientes aspectos:

***Fuentes y mecanismos de liberación del contaminante al medio***

***Transporte de contaminantes en el medio y/o acumulación***

***Punto de contacto de la población al contaminante o punto de exposición***

***Vías de exposición en el punto de contacto***

La estimación de la exposición cuantificará la magnitud, frecuencia y duración de la exposición para las diferentes poblaciones y rutas de exposición seleccionadas como claves. Esta estimación es sumamente compleja por todos los aspectos que tiene involucrado.

En la evaluación de riesgo para la salud, la estimación de la exposición de una población, se realiza mediante la estimación de las concentraciones de contaminante en los medios de contacto y los alimentos, cuantificándose la ingesta específica para cada ruta.

La **dosis de exposición** representa la exposición normalizada para el tiempo y peso corporal, expresada en masa de contaminante por unidad de peso corporal y por unidad de tiempo (mg/kg.día). La forma de cálculo es la siguiente:

(Ci X TI X FE)

dosis (mg/Kg.d) = PC

Donde:

**Ci=** concentración del contaminante en el medio ambiental seleccionado (por ejemplo mg/l en agua)

**TI=** ingesta media diaria (por ejemplo 2 l/d de agua para adultos)

**PC=**Peso corporal medio del individuo (por ejemplo 70 kg para adultos)

**FE=**Factor de exposición que incluye datos de biodisponibilidad, absorción y la frecuencia y duración de la

exposición.

**Caracterización del riesgo para la salud**

La caracterización del riesgo para la salud se realiza utilizando procedimientos diferentes si los

contaminantes tienen o no efectos cancerígenos.

Para contaminantes con efectos **no cancerígenos**, la caracterización del riesgo se realiza comparando la dosis que recibe el individuo (estimada a través del análisis de exposición) con una dosis de referencia toxicológica definida para el contaminante analizado, para cada vía de exposición (oral, inhalación y dérmica). La dosis de referencia es aquella que garantiza que no existen efectos adversos sobre la salud humana (DdR). Se define el **cociente de riesgo** como la relación entre ambas dosis, correspondientes a un tipo similar de exposición.

***Cociente de Riesgo (no cancerígeno) = Dosis de exposición / Dosis de referencia***

Se asume que para dosis inferiores a la de referencia (o sea cociente < 1) no se esperan efectos

adversos en la salud.

En el caso de contaminantes con efectos **cancerígenos**, el riesgo es estimado como el incremento de la probabilidad de que un individuo desarrolle cáncer a lo largo de toda su vida por exposición a dicho contaminante. La probabilidad se calcula multiplicando la dosis de exposición por el **factor de potencia** **cancerígeno (FPC)**.

***Riesgo cancerígeno (probabilidad) = Dosis de exposición x FPC***

El FPC es una referencia toxicológica para un agente cancerígeno, una vía de exposición y una población específica. Surge de la pendiente de la parte linealizada de la curva dosis-respuesta y sus unidades son las inversas de las de la dosis de exposición.

En general se estima una dosis promediada para una exposición al contaminante durante 70 años.

El resultado obtenido se compara con valores de probabilidad establecidos como aceptables. Existen diferentes niveles aceptables de riesgo cancerígeno, siendo el nivel más común el de un caso adicional de cáncer por cada millón de individuos, pero este valor varía de acuerdo a la sustancia y al país.

**5.3. Métodos de disposición y/o Tratamiento**

5.3.1. Confinamientos controlados.

El vertedero o relleno sanitario deberá estar localizado fuera de las zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior se debe demostrar que no existe la obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los residuos sólidos.

Una distancia mínima de 100 metros debe mediar entre el lugar de instalación de rellenos y los pozos para extracción de agua de consumo (sean estos de uso doméstico, industrial, riego o ganadero). Esta distancia debe ser medida entre la proyección horizontal y la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Lo expuesto anteriormente es válido ya sea que los pozos se encuentren en estado de uso o de abandono.

Todo vertedero controlado o relleno sanitario deberá estar situado y diseñado de forma que cumpla las condiciones necesarias para impedir la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales y garantizar la recogida eficaz de los lixiviados. La

protección del suelo, de las aguas subterráneas y de las aguas de superficie se realizará mediante la combinación de una barrera geológica y un revestimiento inferior durante la fase activa o de explotación, y mediante la combinación de una barrera geológica y un revestimiento superior durante la fase pasiva o posterior a la clausura.

5.3.2. Incineración

A la incineración, mediante sistemas previamente sometidos al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, que garanticen la prevención de la contaminación del suelo, las aguas superficiales y subterráneas y el aire.

5.3.3. Biorremediación.

Se identificó como mejor practica para la remediación de suelos, la biorremediación1, que además es de bajo costo en relación con otros tratamientos.

La versatilidad de esta alternativa tecnológica se basa en que puede adaptarse a las necesidades de cada sitio: puede aplicarse bioestimulación, si únicamente se requiere la adición de nutrientes para la actividad metabólica degradadora de la flora bacteriana autóctona; bioincremento, cuando la proporción de la flora degradadora autóctona es muy reducida y se hace necesaria la adición de microorganismos degradadores exógenos; o bien bioventeo, cuando es imprescindible el suministro de oxígeno para estimular la actividad microbiana degradadora presente en el lugar.

.

5.4. Respuestas iniciales en caso de Emergencias por derrames de Materiales y Residuos

Peligrosos.

5.4.1. Guía de respuesta ante emergencias CANUTEC.

Es una guía destinada al uso de los primeros respondedores durante la fase inicial de un incidente en el transporte que involucre mercancías peligrosas/materiales peligrosos.

5.4.2. Carteles de identificación

Los carteles/placas se utilizan para identificar la clase o división del material El número

de clase de riesgo o división se encuentra en el vértice inferior del cartel, y es requerido tanto para el riesgo primario como el secundario, si es aplicable Para otros, ya sean de la Clase 7, el texto que indique un riesgo (por ejemplo, “CORROSIVO”) no es requerido.

Use GUÍA para un INFLAMMABLE (Clase 3) cartel

Use GUÍA para un CORROSIVO (Clase 8) cartel

Use GUÍA cuando vea una cartel de PELIGRO/PELIGROSO o cuando no conozca que material se está derramando, fugando o incendiando También use esta GUÍA cuando sospeche de la presencia de un material peligroso y no pueda observar su cartel

Si existen varios carteles que dirigen a más de una guía, inicialmente utilice la guía más conservadora (es decir, la guía que requiere mayores acciones de protección).

Las guías asociadas a los carteles proporcionan el riesgo más significativo de los materiales.

5.4.3. Números de identificación

La clase de riesgo o número de división, y sus números de clase o división de riesgo

secundario entre paréntesis (cuando corresponda) deberá aparecer en el documento de embarque después de cada nombre correcto de embarque.

**clase 1 – explosivos**

División 1 1 Explosivos que presentan un riesgo de explosión en masa

División 1 2 Explosivos que presentan un riesgo de proyección sin riesgo de explosión en masa

División 1 3 Explosivos que presentan un riesgo de incendio y un riesgo menor

de explosión o un riesgo menor de proyección, o ambos, pero no un riesgo de explosión en masa

División 1 4 Explosivos que no presentan riesgo apreciable considerable

División 1 5 Explosivos muy insensibles que presentan un riesgo de explosión en masa

División 1 6 Artículos sumamente insensibles que no presentan riesgo de explosión en masa

**clase 2 - gases**

División 2 1 Gases inflamables

División 2 2 Gases no-inflamables, no tóxicos

División 2 3 Gases tóxicos

**clase 3 - líquidos inflamables [y líquidos combustibles (estados Unidos)**]

**clase 4 - sólidos inflamables; sustancias que pueden experimentar combustión espontánea, sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables.**

División 4 1 Sólidos inflamables, sustancias de reacción espontánea y sólidos

explosivos insensibilizados

División 4 2 Sustancias que pueden experimentar combustión espontánea

División 4 3 Sustancias que, en contacto con el agua, desprenden gases inflamables

**clase 5 - sustancias oxidantes y Peróxidos orgánicos**

División 5 1 Sustancias oxidantes

División 5 2 Peróxidos orgánicos

**clase 6 - sustancias Tóxicas y sustancias infecciosas**

División 6 1 Sustancias tóxicas

División 6 2 Sustancias infecciosas

**clase 7 - materiales radiactivos**

**clase 8 - sustancias corrosivos**

**clase 9 - sustancias y objetos peligrosos varios, incluidas las sustancias peligrosas para el medio ambiente**

Cuando la información específica esté disponible, como el número de identificación o nombre apropiado de transporte, debe consultar la guía específica del material.

5.4.4. Guías de respuesta en caso de emergencias.

La Guía de Respuesta en caso de Emergencia (GRE 2008) fue desarrollada conjuntamente por el Departamento de Transporte de Canadá (TC), el Departamento de Transporte de los Estados Unidos (DOT), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México (SCT), y el Centro de Información Química para Emergencias (CIQUIME) de Argentina, para ser utilizada por quienes pueden ser lo primeros en llegar al lugar de un incidente de transporte de materiales peligrosos. En la industria, su uso puede ser limitado.

**Ofrece el apoyo para una rápida identificación de los materiales involucrados en un accidente, sus peligros específicos o genéricos, y proporciona información para proteger al personal y público en general durante la fase inicial de respuesta al incidente.** Considera como "fase de respuesta inicial" el período quesigue al arribo del personal de respuesta, al lugar del incidente,durante el cual es confirmada la presencia y/o la identificación de unmaterial peligroso.

Es un apoyo al personal para la toma inicial de decisiones al arribar al lugar del incidente. Pero no sustituye la capacitación o experiencia del personal en emergencias químicas. Tampoco menciona todas las posibles circunstancias que pueden estar asociadas a un incidente con materiales peligrosos.

**5.5. Planes de Manejo para Materiales y Residuos Peligrosos.**

Con la entrada en vigor de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento se introdujo un concepto innovador denominado **Plan de** **Manejo** el cual pretende ofrecer un panorama de la gestión de los residuos que favorezca la valorización de los residuos.

Los Planes de Manejo se pueden establecer en una o más de las siguientes modalidades:

I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:

a) ***Privados***, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o

b) ***Mixtos***, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.

II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y

ejecución, podrán ser:

a) ***Individuales***, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el

manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o

b) ***Colectivos***, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos

específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.

III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:

a) ***Nacionales***, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;

b) ***Regionales***, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o

de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y

c) ***Locales***, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal.

IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

**6. SISTEMAS DE GESTIÓN.**

**6.1 Características**

En los tópicos anteriores se revisaron los principios tecnológicos más relevantes en el área ingeniería y gestión ambiental para poder diseñar con mínimo impacto ambiental. Sin embargo, por muy “limpia” que haya sido la concepción de tales diseños, dicho objetivo no será logrado si no se lleva conjuntamente a cabo un ***sistema de gestión e impacto ambiental*** apropiada.

6.1.1 Sistemas de Gestión Ambiental

**Sistema de Gestión Ambiental**: *Es la Parte del Sistema Global de Gestión de la Empresa, cuyo objetivo es desarrollar, implementar, lograr, revisar, y mantener la Política Ambiental de la propia empresa, organismo o institución.*

Es necesario destacar que un sistema de gestión ambiental (SGA) proporciona orden y consistencia para que las organizaciones orienten las preocupaciones ambientales a través de la asignación de recursos, la asignación de responsabilidades, y la evaluación continua de las prácticas, procedimientos y procesos.

La gestión ambiental es una parte integral del sistema de gestión global de una organización, y su diseño es un proceso continuo e interactivo. La estructura, responsabilidades, prácticas, procedimientos, procesos y recursos para implementar políticas, objetivos y metas ambientales, pueden (y deben) coordinarse con los esfuerzos existentes en otras áreas (ej.: operaciones, finanzas, calidad, salud y seguridad ocupacional).

Los principios claves para implementar o mejorar un SGA incluyen, entre otros:

• Reconocer que la gestión ambiental se encuentra entre las prioridades corporativas más

importantes.

• Establecer y mantener la comunicación con las partes internas y externas.

• Determinar los requisitos legislativos y los aspectos ambientales asociados a las actividades,

productos o servicios de la organización.

• Desarrollar el compromiso de la gerencia y de los empleados con la protección ambiental,

asignando claramente los compromisos y responsabilidades.

• Estimular la planificación ambiental a través de todo el ciclo de vida del producto o proceso.

• Establecer un proceso para alcanzar los niveles de desempeño ambiental proyectados.

• Proporcionar recursos apropiados y suficientes, incluyendo la capacitación, para alcanzar los

niveles de desempeño proyectados sobre una base continua.

• Evaluar el desempeño ambiental respecto de la política, objetivos y metas ambientales de la

organización, y buscar su mejoramiento donde sea apropiado.

• Establecer un proceso de gestión para auditar y revisar el SGA, y para identificar las

oportunidades para mejorar el sistema y el desempeño ambiental resultante.

• Estimular a los contratistas y proveedores para que establezcan un SGA.

La elección dependerá de factores tales como:

• Política de la organización.

• Nivel de madurez de la organización; si ya está aplicando una gestión sistemática que pueda

facilitar la introducción de la gestión ambiental sistemática.

• Posibles ventajas y desventajas, en relación a la posición en el mercado, la reputación

existente y las relaciones externas.

• Tamaño de la organización.

**Beneficios de contar con un SGA.**

Una organización debería implementar un SGA efectivo, para ayudar a proteger la salud humana y el medio ambiente de los impactos potenciales de sus actividades, productos o servicios, y para ayudar en la mantención y mejoramiento de la calidad ambiental. Un SGA puede ayudar a una organización a reforzar la confianza de las partes interesadas, ya que:

• Existe un compromiso de la gerencia para satisfacer las disposiciones de su política, objetivos

y metas;

• El énfasis se ha puesto en la prevención, más bien que en la acción correctiva;

• Puede proporcionar evidencia que existe una preocupación y cumplimiento reglamentario

razonables;

• El diseño de los sistemas incorpora el proceso de mejoramiento continuo.

Una organización cuyo sistema de gestión incorpore un SGA, tiene un marco que le permite

equilibrar e integrar los intereses económicos y ambientales, pudiendo obtener ventajas

competitivas significativas.

**Los beneficios potenciales asociados a un SGA efectivo incluyen:**

• Asegurar a los clientes que existe un compromiso para una gestión ambiental demostrable.

• Evitar acusaciones de *dumping.*

• Mantener buenas relaciones públicas/comunitarias.

• Satisfacer los criterios del inversionista y mejorar el acceso al capital.

• Obtener seguros a costo razonable.

• Mejorar la imagen y la participación en el mercado.

• Cumplir los criterios de certificación del vendedor.

• Mejorar el control de costos.

• Reducir los incidentes que puedan resultar en responsabilidades legales.

• Demostrar un cuidado razonable.

• Mejorar la eficiencia de utilización de los recursos materiales y energéticos.

• Facilitar la obtención de permisos y autorizaciones.

• Fomentar el desarrollo y compartir las soluciones ambientales.

• Mejorar las relaciones entre la industria y las entidades fiscalizadoras.

Existen varios estándares relacionados con Sistemas de Gestión Ambiental (ej.: EMAS, BS7750, ISO14000).

De estos, el que ha adquirido mayor relevancia recientemente, es el estándar ISO140001. ISO 14000 se refiere a un conjunto de normas que proporcionan los elementos de un SGA a las organizaciones.

• **Normas de Evaluación de la Organización**

• Sistema de Gestión Ambiental (ISO 14001, 14004)

• Auditoría Ambiental (ISO 14010-12)

• Evaluación de Desempeño Ambiental (ISO 14031)

­­­

1 iSO (*International Organization for Standarization) :* es un organismo internacional no gubernamental,

con sede en Ginebra, con más de 100 agrupaciones o países miembros. Su objetivo fundamental es buscar la estandarización a nivel internacional. Los países están representados en ISO por autoridades designadas dentro de ellos.

En los Estados Unidos está representado por el American National Standars Institute (ANSI), Instituto Nacional Norteamericano de Normas. Son parte de la ANSI: EPA (Agencia para la Protección del Ambiente en Estados Unidos), OSHA (Administración para la Seguridad y la Salud laboral) y DOE (Departamento de Energía). En Chile, ISO está representado por el Instituto Chileno de Normalización.

• **Normas de Evaluación de Productos**

• Clasificación (Etiquetado) Ambiental (ISO 14020-24)

• Evaluación de Ciclo de Vida (ISO 14040-43)

• Aspectos Ambientales en las Normas de Productos (ISO 14060)

Para obtener la certificación de ISO 14000, una organización debe demostrar total conformidad con el documento del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001, que contiene los requisitos auditables en forma objetiva, con fines de certificación/registro o autodeclaración. Por otra parte, la ISO 14004 proporciona información complementaria, incluyendo ejemplos, descripciones y opciones, que pueden ser utilizados como una guía por quienes deseen poner en práctica un SGA.

6.1.1.1 Sistemas de Gestión de Residuos Sólidos.

Existe una Norma para la Gestión Ambientadle Residuos Sólidos no Peligrosos.

**l. Objetivo.** Esta Norma tiene el objetivo de proteger la salud humana y la calidad de vida de la población, así como promover la preservación y protección del ambiente, estableciendo los lineamientos para la gestión de los residuos sólidos municipales no peligrosos. Especifica

los requisitos sanitarios que se cumplirán en el almacenamiento, recolección, transporte y disposición final, así como las disposiciones generales para la reducción, reaprovechamiento

y reciclaje.

**2. Alcance.** Esta Norma es de aplicación a todo tipo de residuos sólidos municipales no peligrosos, de observancia general y obligatoria tanto para el sector público como el privado y todos los habitantes del territorio nacional.

**3. Marco Legal.** La presente Norma queda legalmente enmarcada en los artículos 106,107 y 108 de la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales (No. 64-00), que delegan la operación de sistemas de recolección, tratamiento, transporte y disposición final de residuos

sólidos municipales no peligrosos a los ayuntamientos municipales y establecen mandatos para la normalización, manejo y prevención de contaminación en relación a los residuos sólidos.

6.1.1.2 Sistema de Gestión de Materiales y Residuos Peligroso

|  |
| --- |
| Adoptar las normas para la gestión de riesgos asociados con el almacenamiento, manejo y disposición final de Materiales Peligrosos (HAZMAT).  **ESTANDAR PARA MANEJO DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS** |
|  ***Generador:*** Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa.   ***Hazardous Materials Identification System –HMIS:*** Sistema de dentificación de Materiales Peligrosos, para informar a los trabajadores sobre los peligros de las sustancias químicas y los elementos de protección con que se deben manejar.   ***Hoja de seguridad para materiales (MSDS)1:*** Documento que describe los riesgos de  **­­­­­­­­­­­­­­­­­­-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------**  **MSDS1 :** sigla MSDS tomada del idioma inglés significa ***Material Safety Data Sheet***  un Material Peligroso y suministra información sobre cómo se puede manipular, usar, almacenar y disponer el material con seguridad.   ***Incompatibilidad:*** Es el proceso que sufren los Materiales Peligrosos cuando puestas en contacto entre sí puedan sufrir alteraciones de las características físicas o químicas originales de cualquiera de ellos con riesgo de provocar explosión, desprendimiento de llamas o calor, formación de compuestos, mezclas, vapores o gases peligrosos, entre otros.   ***Inspección planeada***: Recorrido sistemático por un área, con una periodicidad, instrumentos y responsables, determinados previamente a su realización, durante el cual se pretende identificar condiciones sub estándar.   ***Kit de derrames:*** Conjunto de elementos destinados para la atención de eventos, accidentes, incidentes por derrames de Materiales Peligrosos o mercancías peligrosas, compuestos básicamente por materiales absorbentes inertes (no combustibles).   ***Material Peligroso –MATPEL (HAZMAT):*** Comprende toda sustancia sólida, líquida o gaseosa, que sea utilizada dentro del proceso productivo, que puede afectar la salud de las personas que entren en contacto con éste o que causen daño material y/o ambiental.  **Todos los trabajadores que estén a cargo de los Materiales y/o Residuos Peligrosos deben:**   Aplicar las normas de seguridad y los procedimientos para el trabajo seguro y el manejo de Materiales y/o Residuos Peligrosos.   Conocer la información de las hojas de seguridad de los Materiales Peligrosos.   Evaluar permanentemente los riesgos potenciales y asociados a la actividad a desarrollar  en los sitios de trabajo.   Rotular los recipientes de Materiales Peligrosos que hayan sido trasvasados.   Conocer y aplicar la matriz de compatibilidad en áreas de almacenamiento de Materiales  y/o Residuos Peligrosos.   Reportar cualquier situación peligrosa que pueda impactar sobre la salud y/o el  ambiente.   Reportar incidentes con Materiales Peligrosos.   Conocer y usar adecuadamente los equipos de protección personal designados para  las labores a realizar.   Participar en las capacitaciones en cuanto a la prevención de riesgos y  entrenamientos simulacros para la atención y control de emergencias.  **Identificación y Clasificación de Materiales y Residuos Peligrosos**    Para la clasificación e identificación de los Materiales y Residuos Peligrosos se deben utilizar sistemas de identificación como por ejemplo:   El establecido por Naciones Unidas en 9 clases como se muestra a continuación:  **−** Clase 1. Explosivos  **−** Clase 2. Gases  **−** Clase 3. Líquidos Inflamables  **−** Clase 4. Sólidos Inflamables  **−** Clase 5. Comburentes Y Peróxidos Orgánicos  **−** Clase 6. Sustancias Toxicas E Infecciosas  **−** Clase 7. Sustancias Radiactivas  **−** Clase 8. Sustancias Corrosivas  **−** Clase 9. Misceláneos  Cuando están clasificados dentro de las 9 clases, según la Organización de Naciones Unidas (ONU) se identifica asignando un número de cuatro dígitos: UN o ID. |

6.1.2 Sistemas de Gestión Integral

En el marco de una política de gestión integral de residuos acorde con el desarrollo sostenible, es necesario definir jerarquías en las estrategias de gestión. Las jerarquías en la gestión obviamente tendrán como primera prioridad evitar la generación de residuos en la fuente, dejando la alternativa de disposición final como última opción de manejo.

La emisión en abril de 2009 del ‘‘***Programa Nacional para la Prevención y*** ***Gestión Integral de los Residuos*** ’’, cuyo objetivo es contribuir al desarrollo sustentable de México a través de

una política ambiental de residuos basada en la promoción de cambios en los modelos de producción, consumo y manejo, que fomenten la prevención y gestión integral de los residuos

sólidos urbanos, de manejo especial, peligrosos y minero-metalúrgicos.

**Prevenir y minimizar la generación.** Como primera escala en el orden jerárquico se encuentra la prevención y la minimización. Promover la minimización en la generación de residuos y prevenir los riesgos inherentes a su manejo involucra establecer una política de producción más limpia. Esta etapa de gestión está orientada a la autogestión y dependerá en gran parte del cambio de conducta del generador. Dentro de este concepto también se incorpora el concepto de consumo sustentable, donde el consumidor final es clave para minimizar la generación de residuos peligrosos generados como resultado del final de la vida útil de un bien de consumo. La aplicación de campañas de educación y sensibilización tendientes a modificar hábitos de consumo es esencial para atender este aspecto. Sin perjuicio de ello es necesario también incorporar una política de producción de bienes que apunte a disminuir, entre otras cosas, la cantidad de materiales peligrosos presentes en los mismos.

**Aprovechamiento y valorización de residuos.** Como segundo orden jerárquico se debe fomentar la recuperación de materiales en un contexto de eficiencia económica y ambiental, involucrando tanto el reciclaje como cualquier valorización de residuos, incluyendo la valorización térmica. Para su efectiva implementación es necesario que se desarrollen los mercados de materiales reciclados.

**Tratamiento.** Ubicado en el tercer lugar en el orden jerárquico, el tratamiento involucrará procesos de transformación ambientalmente aceptables, que tienen como objetivo reducir el volumen y la peligrosidad de los residuos.

**Disposición final.** Última opción en la escala jerárquica, la disposición final involucra la práctica de disponer residuos en el terreno mediante la modalidad de relleno de seguridad, diseñado y operado para minimizar los riesgos de contaminación ambiental. Dada las características de los residuos peligrosos, esta modalidad involucra el almacenamiento de largo plazo de los residuos dispuestos. Es por esta razón que se debe lograr un sistema donde se asegure que los residuos que ingresan a disposición final sean el mínimo imprescindible, teniendo en cuenta aspectos tecnológicos y económicos.

A continuación se presentan algunos aspectos a tener en cuenta sobre el orden jerárquico en la gestión de residuos.

* ***f****acilitar la aplicación de prácticas de minimización de los residuos en la fuente, el reciclaje y valorización de residuos, además de fijar los estándares mínimos para el transporte, tratamiento y disposición final y controlar que todas las etapas de gestión se realicen en forma ambientalmente adecuada. La aplicación de los principios de jerarquía en la gestión debe ser la meta a alcanzar pero no necesariamente podrá ser aplicada en el inicio de la estrategia. Por lo tanto la escala jerárquica deberá interpretarse de manera flexible ajustándola a las realidades locales y a la mejora continua del sistema de gestión de residuos. Este aspecto debe ser especialmente tenido en cuenta en relación al reciclado y valorización de residuos.*
* *tratamiento y disposición final si existen los mercados para la ubicación de los materiales reciclados y si el reciclado de residuos garantiza su operación en condiciones adecuadas desde el punto de vista ambiental. En caso de no ser así, se podrá optar en forma interina por la opción de tratamiento y disposición final, mientras que en forma paralela se procede a implementar un programa para el desarrollo de mercados que potencien las oportunidades de reciclar materiales.*
* *tener aspectos negativos o no deseados. No debe ser considerado como una meta en sí misma sino como parte integrante del sistema de gestión integral de residuos. Para favorecer el mismo resulta clave, entre otras cosas, realizar una adecuada segregación de residuos en la fuente, ya que esto permite procesar residuos de mejor calidad desde el punto de vista sanitario y ambiental. La aplicación incorrecta de pautas de segregación en la fuente trae aparejado no sólo problemas de viabilidad técnica y económica para el reciclaje de residuos, sino que además aumenta sensiblemente los costos de la gestión de los mismos.*

**6.2 Impacto ambiental**

La mejor manera de comenzar este tema es revisando nuevamente las definiciones aceptadas de “impacto ambiental”, “medio ambiente” y “evaluación de impacto ambiental”.

***Impacto Ambiental:*** *La alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.*

***Medio Ambiente****: El sistema global constituido por los elementos naturales y artificiales de naturaleza física, química o biológica, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la acción humana o natural y que rige y condiciona la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones.*

***Evaluación de Impacto Ambiental****: Procedimiento que determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto, se ajusta a las normas vigentes.*

Estas 3 definiciones acotan el problema que enfrentamos y permiten reconocer los requisitos metodológicos que se deben cumplir para llevar a cabo un estudio de impacto ambiental:

a. En primer lugar, tenemos que ser capaces de identificar las posibles alteraciones que se generan en el medio ambiente debido al proyecto propuesto. Para ello, se requiere de un conocimiento acerca de las relaciones causa-efecto entre los aspectos ambientales del proyecto y los impactos ambientales potenciales. Implica estudiar el conjunto de efectos potenciales en cada componente del entorno vital, el cual incluye el medio natural y el medio antropizado.

b. Debemos tener la capacidad para predecir las características de dicho impacto, para decidir acerca de su aceptabilidad. Es decir, se debe contar con modelos cualitativos y cuantitativos que permitan obtener información sobre los cambios que pueden generarse debido a cada aspecto ambiental del proyecto. La calidad de las predicciones dependerá de la consistencia de los modelos causa-efecto, de la validez de los parámetros y de los datos utilizados.

c. En caso de existir Normas de Calidad Ambiental 3 para los componentes ambientales estudiados, ellas constituyen el criterio de aceptabilidad. Sin embargo, dichas normas cubren un limitado espectro de componentes ambientales, lo que obliga a establecer criterios de aceptabilidad que deben ser cuidadosamente seleccionados.

d. Si el impacto ambiental previsto no es aceptable, se debe identificar las posibles modificaciones al proyecto original que permitan reducir dicho impacto a los niveles de aceptabilidad. Esto representa un desafío de ingeniería importante, pues la modificación al proceso tiene que resultar en una drástica reducción de los aspectos ambientales responsables del impacto, sin que esto afecte negativamente la factibilidad técnica y económica del proyecto. En la etapa de síntesis de un proyecto, esta fase del EIA es fundamental para identificar las opciones de menor impacto ambiental.

6.2.1 Clasificación según su competencia (Federal o Estatal) y procedimiento

Administrativo.

En nuestro país, dentro de la Administración Pública a nivel Federal, de acuerdo a ley en la materia, de forma concreta corresponde a la **Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales,** se encarga de implementar y llevar a cabo las políticas y acciones tendientes a la protección de nuestro ecosistema en todo el territorio de la República mexicana.

Son facultades de la Federación:

I. La formulación y conducción de la política ambiental nacional;  
II. La aplicación de los instrumentos de la política ambiental  
V. La expedición de normas oficiales mexicanas y la vigilancia de su cumplimiento... .  
IX. La formulación de programas de ordenamiento ecológico...  
X. La evaluación del impacto ambiental de actividades a que se refiere el Art. 28 de esta Ley (*se refiere a actividades agropecuarias que puedan causar daño a los ecosistemas*)  
pp XV. La prevención de la contaminación ambiental (CA) originada por... . olores perjudiciales... .

De acuerdo a lo anterior, se pensaría que a nivel local, se repite esta historia en cada uno de los Estados, así como en el Distrito Federal, sin embargo, del estudio comparado relativo a las dependencias encargadas de este rubro, así como de las principales acciones, programas y políticas que se llevan a cabo, se desprende que en el ámbito local, en algunos casos no necesariamente se considero pertinente poner una secretaría con tal denominación a cargo de dicha actividad, esto entre otros muchos aspectos interesantes que se advirtieron.

Corresponden a los Estados:  
I.- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal;  
II.- La aplicación de los instrumentos de política ambiental previstos en las leyes locales..., así

como la preservación y restauración del EE y la PA... . en zonas de jurisdicción estatal...  
III.- La prevención de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas in- IndustrialesIV.- La regulación de actividades que no sean consideradas altamente riesgosas para el

ambiente conforme al artículo 149 de la Ley2)VI.- La regulación del... . transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de

los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos... . de

acuerdo con el artículo 137 de la Ley3);  
VII.- La prevención y control de la contaminación generada por olores provenientes De fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales 4);  
VIII.- La prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal, así como

las aguas nacionales que tengan asignadas;  
XIII La vigilancia del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas expedidas por la

Federación relativas a las fracciones III, VI y VII de este artículo;

6.2.2 Características de un Informe preventivo de Impacto Ambiental

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), concebida como un instrumento de la política ambiental, analítico y de alcance preventivo, permite integrar al ambiente un proyecto; en esta concepción el procedimiento ofrece un conjunto de ventajas para proteger al ambiente, invariablemente, esas ventajas sólo son apreciables después de largos periodos de tiempo y se concretan en las inversiones y los costos de las obras, en diseños más completos e integrados al ambiente y en una mayor aceptación social de las iniciativas de inversión.

Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley (GUIA PARA LA PRESENTACION DEL INFORME PREVENTIVO).

El fundamento legal y técnico básico que se emplea está contenido en el Título Primero “Disposiciones Generales” de los Capítulos I y II, relativos a “Normas Preliminares”; “Distribución de Competencias y Coordinación”; respectivamente, así como en su Capítulo IV referente a los Instrumentos de la Política Ambiental de las Secciones IV y V correspondientes a la “Regulación Ambiental de los Asentamientos Humanos” y Evaluación del Impacto Ambiental, respectivamente de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

El formato que se ofrece a los promoventes del IP, y que conforman la guía que se detalla en las próximas páginas, ofrece un esquema secuencial para la integración de la información que se recomienda incorporar a los mismos. Así, la guía no es exhaustiva, sino solamente indicativa del contenido recomendado para la elaboración del IP. El formato incluye el Contenido de la Guía, el cual se basa en la información a la que hace referencia el Artículo 30 del Reglamento REIA; asimismo, incluye una columna en la cual se describen los criterios que aplica la DGIRA en el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

6.2.3. Manifestación de impacto ambiental (MIA) en su modalidad regional.

La MIA se presenta cuando se requiere la autorización en materia de impacto ambiental por la SEMARNAT. Esta autorización, es necesaria cuando se pretende realizar las siguientes obras:

1. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas.
2. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 del REIA.
3. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada.
4. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

6.2.4. Manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular.

**MIA particular con actividad altamente riesgosa**

Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) particular es un documento con base en estudios técnicos con el que las personas (físicas o morales) que desean realizar alguna(s) obra(s) o actividad (es), analizan y describen las condiciones ambientales previas a la realización del proyecto con la finalidad de evaluar los impactos potenciales que la construcción y operación de dichas obras o la realización de las actividades que pudieran causar al ambiente, definen y proponen las medidas necesarias para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales generados por el proyecto que incluya actividades altamente riesgosas.

Manifestación de impacto ambiental, modalidad particular. Documento impreso, que contenga la información del Artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental:

I.- Datos generales del proyecto del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

II.- Descripción del proyecto, Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso con la regulación sobre uso del suelo

III.- Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

IV.- Identificación descripción y evaluación de los impactos ambientales

V.- Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

VI.- Pronósticos ambientales y en su caso evaluación de alternativas

VII.-Identificación de los instrumentos metodológicos

VIII.- Elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores\*\*\*

# MIA particular sin actividad altamente riesgosa.

# I.- Datos generales del proyecto del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

II.- Descripción del proyecto, vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso con la regulación sobre uso del suelo

III.- Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto

IV.- Identificación descripción y evaluación de los impactos ambientales

V.- Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales

VI.- Pronósticos ambientales y en su caso evaluación de alternativas

VII.-Identificación de los instrumentos metodológicos

VIII.- Elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores\*\*\*

6.2.5 Factores Ambientales Significativos

**La identificación y evaluación de los factores ambientales significativos, de forma especial en la fase de planificación, siendo una parte fundamental de la norma ISO 14001. Los factores ambientales significativos son uno de los factores clave del éxito de implantación de un Sistema de Gestión Ambiental según la nueva ISO 14001. Según la norma ISO 14001, un factor ambiental significativo es un elemento de las actividades, productos o servicios de una empresa que tiene o puede tener un impacto sobre el medio ambiente.**

Un **factor ambiental significativo siendo la forma en la que su actividad, servicio o producto** impacta en el medio ambiente. Uno de los aspectos ambientales del lavado de vehículos puede ser el agente de limpieza **utilizado que puede contaminar el agua**. Para obtener más información pueden leer [ISO 14001 2015: Los aspectos ambientales](http://www.nueva-iso-14001.com/2016/07/iso-14001-2015-los-aspectos-ambientales/).

Un impacto ambiental es un cambio en el ambiente. Los **impactos ambientales son causados por factores ambientales**.

Es necesario realizar el **enfoque básico y sistemático para identificar, evaluar y gestionar** los factores ambientales significativos:

6.2.6 Métodos para realizar Estudios o Evaluaciones de Impacto Ambiental.

Las diferentes etapas de la evaluación de impacto ambiental son:

• Identificar los aspectos ambientales del proyecto a evaluar.

• Identificar los factores ambientales que pueden verse afectados por las acciones del proyecto.

• Caracterizar, cuantitativa y cualitativamente, el estado de tales factores ambientales antes de

la implementación del proyecto.

• Predecir el estado de tales factores ambientales debido a las acciones previstas.

• Evaluar el impacto para cada factor ambiental afectado y determinar la aceptabilidad de tales

impactos.

• Identificar y evaluar medidas de mitigación que permitan eliminar o reducir los impactos a

niveles aceptables.

(En el caso de proyectos que estén en su última fase de diseño, sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental, se debe incluir medidas de mitigación, planes de prevención de riesgos y control de accidentes, medidas de reparación y compensación, así como un plan de seguimiento de las principales variables ambientales potencialmente afectadas).

Los **aspectos ambientales** se definen como todas aquellas acciones o elementos del proyecto que pueden interactuar con el medio ambiente y, por lo tanto, pueden causar **impacto ambiental.** **El medio ambiente** se relaciona con el proyecto por ser:

• *Receptor* de las emisiones de la actividad productiva.

• *Fuente* de recursos naturales, materiales y energéticos.

• *Soporte* de los elementos físicos que lo conforman.

Por lo tanto, se debe identificar aquellas acciones o elementos del proyecto que:

• Implican emisiones de contaminantes.

• Implican la sobreexplotación de recursos naturales.

• Actúan sobre el medio biótico.

• Implican deterioro del paisaje.

• Modifican el uso del suelo.

• Repercuten sobre las infraestructuras.

• Modifican el entorno social, económico y cultural.

Los típicos aspectos ambientales de un proyecto son:

• Emisiones de residuos sólidos, líquidos y gaseosos.

• Emisiones de otros contaminantes físicos (radiaciones, ruido, calor).

• Consumo de materias primas (renovables y no renovables).

• Consumo de agua.

• Consumo de energía (de fuentes renovables y no renovables).

• Consumo de fuerza de trabajo y otros recursos humanos.

• Intervención física directa sobre el medio.

• Requerimientos de transporte y otras demandas de infraestructura.

• Otras acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.

Las emisiones de contaminantes y el consumo de recursos naturales son comunes a todo proyecto industrial. La intervención sobre el medio físico depende del tipo de proyecto y su envergadura, por ejemplo, excavaciones, desviaciones de cauces de río, embalses, drenajes masivos, construcción de terraplenes y grandes obras civiles, repoblaciones forestales, cambio de uso del suelo.

En general, las modificaciones que se realizan al proceso para reducir los impactos ambientales tienen como objetivo actuar sobre aquellos aspectos ambientales causantes del impacto no deseado.

Los aspectos ambientales deben ser identificados y (en lo posible) cuantificados para cada una de las fases del proyecto y para las diferentes condiciones de operación previstas.

**6.3 Legislación ambiental.**

#### A lo largo de la historia del ser humano y su desarrollo científico, industrial y económico, ha surgido la necesidad de generar las reglas del juego, que eviten la caída del mismo por paradójico que suene.

De ahí el desarrollar regulaciones: normas, leyes, decretos y tratados a lo largo del mundo y en todos los giros posibles: salud, economía, derechos humanos, en especial el que trataremos en este artículo; la Legislación Ambiental, misma que surge para responder ante los problemas ambientales generados por el innegable deseo del ser humano por tratar de dominar la naturaleza.

**Legislación ambiental en México**. En **México** existe una Ley que regula los aspectos medioambientales, ésta es la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), sin embargo, existen otras leyes que inciden en varios aspectos en relación al sector ganadero industrial con los recursos naturales.

Ley general de desarrollo forestal sustentable (ldfs), la propiedad de los recursos forestales comprendidos dentro del territorio nacional corresponde a los ejidos, las comunidades, pueblos y comunidades indígenas... los procedimientos establecidos por esta ley no alterarán el régimen de propiedad de dichos terrenos (art. 5).

6.3.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

1. La constitución política de los estados unidos mexicanos (cpeum) establece que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada (art. 27).
2. La misma constitución indica que la nación tendrá el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, cuidar de su conservación, dictar las medidas necesarias para …establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques.

6.3.2. Ley Gral. De Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

Última reforma publicada DOF 24-01-2017

ARTÍCULO 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;

IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan. En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

Esta Ley tiene 204 artículos y así como 4 artículos transitorios.

6.3.3 Normatividad aplicable en materia ambiental a los aspectos de agua, aire y sólidos.

Las leyes que conforman la legislación ambiental en México son: Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General de Vida Silvestre, Ley de Desarrollo Rural Sustentable, Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, Ley de Productos Orgánicos, Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables, Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y la Ley General de Cambio Climático, cada una con sus reglamentos. De este compendio de leyes y reglamentos se derivan las diferentes normas (NOM, NMX) aplicables a cada rubro ambiental; agua, suelo, aire, desarrollo rural, residuos, entre otros. De ahí surgen los acuerdos, decretos y así sucesivamente siguiendo la cadena terminando en los bandos municipales.

**6.4 Auditorías ambientales.**

La auditoría ambiental tiene su origen en los años setenta en los Estados Unidos de América, en donde un grupo de compañías industriales iniciaron de manera independiente programas de revisión y auto evaluación del estado ambiental que guardaban sus procesos de producción, con el objeto de prevenir accidentes, disminuir riesgos y avanzar en sus niveles de seguridad. La aplicación de estas metodologías resultó al cabo de los años, en importantes beneficios económicos y sociales, tanto para la protección del ambiente como para las propias empresas.

Otra situación que condujo a la implementación de metodologías de evaluación preventivas en diversos países, en México en el año de 1984 con la explosión de San Juan Ixhuatepec, México, que ocasionó la muerte de más de 700 personas e innumerables afectados. Esos accidentes y los ocurridos en países en desarrollo, tuvieron un común denominador, no se habían detectado oportunamente los riesgos asociados a la operación de ciertas instalaciones. Esa situación detonó a nivel mundial la necesidad de proteger a la población contra este tipo de riesgos, lo que únicamente se lograría a través de la revisión metodológica de los procesos industriales.

En nuestro país, las explosiones ocurridas en Guadalajara en 1992, dieron lugar a que el Ejecutivo Federal solicitara estudios de riesgo a más de 400 industrias, cantidad que se elevó a 723 debido a la incorporación voluntaria de otras industrias interesadas. De hecho ese accidente propició también la creación de la PROFEPA y la adopción de la auditoria ambiental como instrumento de prevención de accidentes y de diagnóstico metodológico del funcionamiento industrial, que formara parte de su estrategia para el cumplimiento de sus funciones en el campo ambiental.

La auditoría ambiental como instrumento de política ambiental, cuya operación está encargada a través del Programa Nacional de Auditoría Ambiental (PNAA), es un método que evalúa los procesos de una empresa respecto de la contaminación y el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable, de los parámetros internacionales y de buenas prácticas de operación e ingeniería.

La auditoría ambiental es una vía voluntaria y diferente a las acciones de inspección y vigilancia, promueve la identificación de oportunidades de mejora, así como también la instrumentación de proyectos que reducen la contaminación e incrementan la competitividad.

La auditoría ambiental tiene como finalidad conocer y examinar  la situación que guarda la empresa, identificar áreas de oportunidad para ser ajustes y correcciones en donde existan condiciones que dañen o puedan afectar el ambiente, promoviendo la mejora del desempeño ambiental de la instalación.

Las auditorías ambientales revisan dos aspectos;  el cumplimiento de la ley  y la implementación de buenas prácticas ambientales. Como resultado de esta revisión  la PROFEPA  otorga  un certificado ambiental, siempre y cuando las instalaciones operen en óptimas condiciones. La auditoría ambiental por su parte, como herramienta técnica, identifica las áreas ambientalmente críticas de una instalación empresarial y sus procesos, permitiendo formular soluciones técnicas y de gestión apropiadas.Es una evaluación sistemática, documentada y objetiva de la efectividad de las acciones realizadas para cumplir con la legislación ambiental y lograr un desempeño superior al exigido por la misma, debe ser independiente y capaz de identificar los problemas presentes y futuros. Los pasos básicos de una auditoría son la obtención de información ambiental, la evaluación de ésta y el establecimiento de conclusiones que incluyan la identificación de aspectos que deban ser mejorados.

6.4.1. Objetivo de la auditoría ambiental

El PNAA es un programa de carácter voluntario, con el se promueve la realización de auditorías por lo que las empresas no tienen la obligación de someterse a una, lo que a su vez implica que la autoridad no puede forzar a una empresa a auditarse, ya que solamente se encuentra en posibilidad de promover o fomentar la realización de dicho instrumento de política ambiental. Esta situación no se debe confundir con la obligatoriedad de los compromisos que se adquieren cuando derivado de la auditoría se advierte que el desempeño ambiental de la empresa reporta anomalías (no conformidades) y requiere de la realización de medidas preventivas y correctivas, respecto de las cuales existe un compromiso expreso, que obliga al empresario a darles cumplimiento.

·    La adopción de las auditorías se realiza a través de la figura de la concertación, por virtud la cual la autoridad conviene con los gobernados el cumplimiento de las políticas gubernamentales. Por ello, al momento de concertar la realización de una auditoría ambiental mediante el convenio respectivo, la empresa asume el compromiso de corregir, reparar, construir o realizar las acciones necesarias que deriven de la auditoría, tenga o no obligación legal expresa de efectuarlo, pues la auditoría incluye tanto la revisión de aspectos normados como la de los que no lo están, con el propósito de proteger el ambiente.

·    Permite el acceso a la información relativa a los programas preventivos y correctivos que se derivan de la auditoría, a aquellas personas que resulten o puedan resultar directamente afectadas por la actividad de las empresas auditadas, es decir, a quienes pudieran resentir algún perjuicio derivado del incumplimiento de alguna obligación ambiental que recaiga en la empresa auditada.

·     Protege la confidencialidad de la información industrial, servicios y comercial que se genere con motivo de la auditoría.

·    Se instituye la concurrencia de atribuciones en materia de auditoría ambiental, misma que faculta al gobierno federal, así como a los gobiernos de los estados y municipios a establecer mecanismos de cumplimiento voluntario como la autorregulación y las auditorías ambientales, con lo que se prevé haría una generalización en su empleo y mayor nivel de aceptación, en beneficio del ambiente.

6.4.2 Tipos de auditorías ambientales.

Trámite PROFEPA-02-001, Obtención de un Certificado Ambiental (Obtención de un Certificado Ambiental)

Modalidad A: Auditoría ambiental previa a la solicitud, sin plan de acción. 

Modalidad B: Auditoría ambiental posterior a la solicitud, sin plan de acción.

Modalidad C: Auditoría ambiental posterior a la solicitud, con plan de acción.

Trámite PROFEPA-02-002, Solicitud para la Renovación de un Certificado Ambiental (Solicitud para la Renovación de un Certificado Ambiental)

Modalidad A: Renovación por informe de diagnóstico ambiental. 

Modalidad B: Renovación por reporte de desempeño ambiental.

6.4.3 Fases de la Auditoria

**Primera.- Planeación de la Auditoría Ambiental:**

**Segunda.- Ejecución de la Auditoría Ambiental (Trabajos de Campo y Gabinete):**

**Tercera.- Post Auditoría:**

Los aspectos técnicos que cubren las auditorías ambientales son:

1. **Aspectos cubiertos por las normas ambientales:**

* *Administrativos – legales*
* *Emisiones a la atmósfera*
* *Descargas de aguas residuales*
* *Manejo de residuos peligrosos*
* *Contaminación de suelo y subsuelo*
* *Ruido*

1. **Aspectos no normados:**

* *Riesgo*
* *Seguridad*
* *Atención de emergencias*
* *Capacitación*
* *Normas y criterios internacionales aplicables*
* *Buenas prácticas de ingeniería*
* *Optimización de consumo de energéticos*

**6.5 Certificaciones**

6.5.1 Procedimientos de Certificaciones mexicanas avaladas por PROFEPA

(Cumplimiento Ambiental e Industria Limpia y Certificaciones Internacionales

ISO, OHSA, otras).

Este conjunto de medidas, que incluyen obras, reparaciones, instalación de equipo anticontaminante, así como elaboración de estudios, planes, programas y procedimientos, conforman un *Plan de Acción*en donde se precisan tiempo y forma en que se llevará a cabo cada una de estas medidas.

Al suscribir el P*lan de Acción* (artículos 20 al 23 del Reglamento en materia ambiental), mediante un convenio con la PROFEPA, la empresa asume una serie de compromisos precisos e ineludibles. La negociación de ese plan es uno de los aspectos cruciales de la auditoría ambiental, debido a que mientras se lleva a cabo, la Procuraduría no impone a la empresa sanciones por el incumplimiento de la normatividad, salvo que se trate de medidas  de seguridad que sean de urgente aplicación. Es por ello que resulta importante que el tiempo que se concede a las empresas para alcanzar el pleno cumplimiento, se justifique plenamente desde el punto de vista técnico y financiero.

Con el fin de dar una idea del contenido de los planes de acción, a continuación se mencionan las acciones más recurrentes que suelen integrar dicho plan:

* **Agua:** Instalar sistemas de tratamiento de aguas residuales, realizar muestreos y análisis de las descargas de aguas residuales, separar drenajes e instalar medidores de flujo.
* **Aire:** Instalar sistemas de control de emisiones al aire (polvos, gases y vapores), instalar puertos y plataformas de muestreo, realizar muestreos en chimeneas, y perimetrales.
* **Residuos peligrosos:** Construir almacenes temporales de residuos peligrosos de acuerdo a la normatividad vigente, clasificar, etiquetar y envasar los residuos peligrosos de acuerdo a sus características CRETIB, incluidos los bifenilos policlorados.
* **Riesgo:** Realizar estudios de riesgo en sus diferentes modalidades, construir diques de contención de derrames de materiales peligrosos, instalar sistemas de alarmas sonoras y audibles para casos de emergencia, identificar las tuberías de acuerdo al código de colores establecido en la normatividad, e implantar planes de atención a emergencias.
* **Suelo y subsuelo:**Realizar estudios de suelo para determinar el grado de contaminación, y en su caso implementar las medidas de remediación correspondientes.
* **Seguridad e higiene:** Instalar sistemas contra incendio adecuados e implementar el uso de dispositivos de seguridad para el personal.

Una vez que se ha concluido el plan de acción, la instalación se hace acreedora al **Certificado como Industria Limpia,** con lo cual la PROFEPA acredita que la instalación auditada se encuentra en cumplimiento total de la normatividad nacional aplicable, así como de las normas internacionales o de prácticas de buena ingeniería que se han identificado para los aspectos no regulados por esa normatividad.

**¿Por qué es importante la certificación NMX-SAA-14001-IMNC-2015/ISO 14001: 2015?**

La certificación de los Sistemas de Gestión Ambiental aplica a los efectos ambientales que pueden ser controlados por la organización y sobre los que ejerce influencia. Permite desarrollar, implementar y mantener los lineamientos de la política ambiental, y con ello las organizaciones demuestran su compromiso que tienen para la sustentabilidad del medio ambiente.

**¿Por qué es importante la certificación NMX-SAST-001IMNC-2008/ OHSAS 18001:2007?**

La certificación de los Sistemas de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo fomenta

entornos seguros para laborar, ya que permiten identificar y controlar los riesgos de salud y seguridad, reduciendo el potencial de accidentes, apoyando el cumplimiento de la normatividad y mejorando el rendimiento y productividad.

7. BIBLIOGRAFIA.

1. Itsemap Ambiental, “Manual de Contaminación Ambiental”. Fundación MAPFRE, Madrid

(1994)

2. Ortega R., Rodríguez I., “Manual de Gestión del Medio Ambiente”, Fundación MAPFRE,

Madrid (1994)

3. Doménech X. “Química Atmosférica: Origen y Efectos de la Contaminación”, Miraguano

Ediciones, Madrid (1991).

4. Doménech X., “Química Ambiental: el Impacto Ambiental de los Residuos”. Miraguano

Ediciones, Madrid (1994).

5. De Nevers N., “Ingeniería de Control de la Contaminación del Aire”. McGraw-Hill, México

(1998).

6. Wark, K. “Contaminación del aire Origen y Control”. Ed. Limusa. México (1992)

7. Moriarty F., “Ecotoxicología: El estudio de contaminantes en ecosistemas”, Ed. Academia

S.L., León España. (1985).

8. Austin G.T. “Manual de Procesos Químicos en la Industria”. McGraw-Hill (Interamericana de

México SA). México (1992)

9. Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S. “Gestión Integral de Residuos Sólidos”. Vol. I y II.,

McGraw Hill, Madrid (1994).

10. Itsemap Ambiental, “Implicación Ambiental de la Incineración de Residuos Urbanos,

Hospitalarios e Industriales”, Fundación MAPFRE, Madrid (1994).

*11.* Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

*12. Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente*.

13. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

*1*4. Ley de Aguas Nacionales

* 1. APENDICE.

8.0 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.



8.1 AGUAS RESIDUALES.



8.2 CONTAMINACIÓN DEL AIRE.



8.3 RESIDUOS NO-PELIGROSOS.



8.4 RESIDUOS PELIGROSOS.



8.5 IMPACTO AMBIENTAL.

