

# CONTAMINACION

## Y TURISMO SOSTENIBLE

01/01/2010

CETD SA

**MSc. Mauricio Bermúdez**

## Contenido

---

1	Contaminación.....	5
1.1	Contaminante .....	5
1.2	Efectos .....	5
1.3	Clasificación de los contaminantes.....	6
1.4	Tipología de la contaminación.....	6
2	Contaminación hídrica.....	6
2.1	Clases de contaminantes .....	6
2.2	Principales contaminantes de las aguas .....	6
2.3	La eutrofización de las aguas.....	7
2.3.1	Prácticas para evitar la eutrofización de las aguas.....	7
2.4	Contaminación por fitosanitarios.....	8
2.4.1	Medidas para evitar la contaminación por fitosanitarios.....	8
2.5	Las mareas negras y los vertederos de petróleo.....	8
2.5.1	Distintos orígenes de los vertidos de petróleo.....	8
2.6	El caso de la mina cobre las Cruces .....	9
2.7	Contaminación de terbutilazina en el embalse del Dañador (Jaén).....	9
3	Contaminación atmosférica.....	10
3.1	Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios .....	10
3.2	Principales tipos de contaminantes del aire.....	11
3.3	Gases contaminantes de la atmósfera .....	11
3.3.1	CFC y similares .....	11
3.3.2	Monóxido de carbono .....	11
3.3.3	Dióxido de carbono.....	11
3.3.4	Monóxido de nitrógeno .....	11
3.3.5	Dióxido de azufre.....	12
3.3.6	Metano .....	12
3.3.7	Ozono.....	12
3.3.8	Algunos contaminantes provienen de fuentes naturales.....	12
3.4	Efectos de los gases de la atmósfera.....	12
3.4.1	En el clima.....	12
3.4.2	Efectos nocivos para la salud.....	13

# CONTAMINACION

---

3.5	Índice de Calidad del Aire .....	13
3.6	Dispositivos de control .....	13
3.7	Gestión ambiental del componente aire.....	13
3.7.1	Establecimiento de una red de monitoreo ambiental.....	13
3.7.2	Modelamiento atmosférico-climático y confección de un modelo de contaminación atmosférico.....	14
3.7.3	Monitoreo de la Calidad del Aire.....	14
3.7.4	Monitoreo de la emisión de contaminantes .....	14
3.7.5	Normativas.....	14
3.7.5.1	Europa.....	14
3.7.5.2	España.....	15
4	Contaminación del suelo .....	15
4.1	Desechos.....	15
4.1.1	Basura .....	15
4.1.2	Clasificación de los residuos .....	16
4.1.3	Residuos de clasificación .....	16
4.1.3.1	Basura espacial .....	16
4.1.3.2	Basura tecnológica.....	16
4.1.4	El problema de los residuos.....	17
4.2	Solución propuesta al problema.....	17
4.2.1	Problema del crecimiento del consumismo .....	17
4.2.2	Reducción .....	17
4.2.3	Para alcanzar una solución eficiente, muchas ciudades del mundo han adoptado leyes bajo el concepto de Basura cero. ....	17
4.2.3.1	Planificación correcta de los residuos .....	17
4.2.3.2	Canalización de residuos finales .....	17
4.2.3.3	Transformación integral de residuos.....	18
4.3	Agentes químicos.....	18
4.3.1	Plaguicidas .....	18
4.3.2	Insecticida .....	18
4.3.3	Herbicidas .....	19
4.3.4	Fungicidas .....	19
4.3.5	Actividad minera.....	19

# CONTAMINACION

---

4.4	Consecuencias .....	20
4.5	Descontaminación .....	20
4.6	Basura cero .....	20
4.7	Reciclaje .....	20
4.7.1	Cadena de reciclado.....	21
4.7.1.1	Las 3 "R" .....	21
4.7.1.2	Significado de las 3R .....	21
4.7.2	Consecuencias .....	21
4.8	Compostaje .....	22
4.8.1	Agentes de la descomposición .....	22
4.8.2	Ingredientes del compost .....	22
4.8.3	Técnicas de compostaje.....	23
4.8.4	Microorganismos, temperatura y humedad de la pila .....	23
4.8.5	Otros componentes .....	23
5	Contaminación lumínica .....	24
6	Contaminación visual.....	24

# 1 CONTAMINACIÓN

La contaminación es la presencia o incorporación al ambiente de sustancias o elementos tóxicos que son perjudiciales para el hombre o los ecosistemas (seres vivos). Existen diferentes tipos de contaminación, Los tipos de contaminación más importantes son los que afectan a los recursos naturales básicos: el aire, los suelos y el agua. Algunas de las alteraciones medioambientales más graves relacionadas con los fenómenos de contaminación son los escapes radiactivos, el smog, el efecto invernadero, la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono, la eutrofización de las aguas o las mareas negras. Existen diferentes tipos de contaminación que dependen de determinados factores y que afectan distintamente a cada ambiente.

## 1.1 Contaminante

Un contaminante es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, y generalmente, se genera como consecuencia de la actividad humana.

Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio. Esta cantidad relativa puede expresarse como la masa de la sustancia introducida en relación con la masa o el volumen del medio receptor de la misma. Este cociente recibe el nombre de concentración.

Los agentes contaminantes tienen relación con el crecimiento de la población y el consumo (combustibles fósiles, la generación de basura, desechos industriales, etc.), ya que, al aumentar éstos, la contaminación que ocasionan es mayor. Por su consistencia, los contaminantes se clasifican en sólidos, líquidos y gaseosos. Se descartan los generados por procesos naturales, ya que, por definición, no contaminan. Los agentes sólidos están constituidos por la basura en sus diversas presentaciones. Provocan contaminación del suelo, del aire y del agua. Del suelo porque produce microorganismos y animales dañinos; del aire porque produce mal olor y gases tóxicos, y del agua porque la ensucia y no puede utilizarse. Los agentes líquidos incluyen las aguas negras, los desechos industriales, los derrames de combustibles derivados del petróleo, los cuales dañan básicamente el agua de ríos, lagos, mares y océanos, y con ello provocan la muerte de diversas especies. Los agentes gaseosos incluyen la combustión del petróleo (óxido de nitrógeno y azufre) y la quema de combustibles como la gasolina (que libera monóxido de carbono), la basura y los desechos de plantas y animales.

Todos los agentes contaminantes provienen de una fuente determinada y pueden provocar enfermedades respiratorias y digestivas. Es necesario que la sociedad humana tome conciencia del problema.

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, para la seguridad o para el bienestar de la población, o que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o que impidan el uso habitual de las propiedades y lugares de recreación y el goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas o de mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales de los mismos o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público

## 1.2 Efectos

Expertos en salud ambiental y cardiólogos de la Universidad de California del Sur acaban de demostrar por primera vez lo que hasta ahora era apenas una sospecha: la contaminación ambiental de las grandes ciudades afecta la salud cardiovascular. Se comprobó que existe una relación directa entre el aumento en la concentración de las partículas contaminantes del aire de la ciudad y el engrosamiento de la pared interna de las arterias (la llamada "íntima media"), que es un indicador comprobado de la arteriosclerosis.

El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2,5 micrómetros, ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Los investigadores hallaron que por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5,9 por ciento. El humo del tabaco y el que en general proviene del sistema de escape de los automóviles produce la misma cantidad de esas partículas. Normas estrictas de aire limpio contribuirían a una mejor salud con efectos en gran escala. Uno más de los efectos es el debilitamiento de la capa de ozono, que protege a los seres vivos de la radiación ultravioleta del sol, debido a la destrucción del ozono estratosférico por cloro y bromo procedentes de la contaminación. El efecto invernadero está acentuado por el aumento de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico y otros gases de efecto invernadero como, por ejemplo, el metano.

## 1.3 Clasificación de los contaminantes

**Contaminantes no degradables:** Son aquellos contaminantes que no se descomponen por procesos naturales. Por ejemplo, son no degradables el plomo y el mercurio. La mejor forma de tratar los contaminantes no degradables (y los de degradación lenta) es por una parte evitar que se arrojen al medio ambiente y por otra reciclarlos o volverlos a utilizar. Una vez que se encuentran contaminando el agua, el aire o el suelo, tratarlos, o eliminarlos es muy costoso y, a veces, imposible.

**Contaminantes de degradación lenta o persistente:** Son aquellas sustancias que se introducen en el medio ambiente y que necesitan décadas o incluso a veces más tiempo para degradarse. Ejemplos de contaminantes de degradación lenta o persistente son el DDT y la mayor parte de los plásticos.

**Contaminantes degradables o no persistentes:** Los contaminantes degradables o no persistentes se descomponen completamente o se reducen a niveles aceptables mediante procesos naturales físicos, químicos y biológicos.

**Contaminantes biodegradables:** Los contaminantes químicos complejos que se descomponen (metabolizan) en compuestos químicos más sencillos por la acción de organismos vivos (generalmente bacterias especializadas) se denominan contaminantes biodegradables. Ejemplo de este tipo de contaminación son las aguas residuales humanas en un río, las que se degradan muy rápidamente por las bacterias, a no ser que los contaminantes se incorporen con mayor rapidez de lo que lleva el proceso de descomposición.

## 1.4 Tipología de la contaminación

1. Contaminación del agua.
2. Contaminación del aire.
3. Contaminación del suelo.
4. Contaminación lumínica.
5. Contaminación sonora.
6. Contaminación visual.

## 2 CONTAMINACIÓN HÍDRICA

Se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales.

### 2.1 Clases de contaminantes

Los contaminantes se dividen en tres grandes tipos: químicos, biológicos y físicos

Los contaminantes químicos son aquellos que alteran la composición del agua y/o reaccionan con ella.

Los contaminantes físicos son los que no reaccionan con el agua, pero pueden dañar la vida en el ecosistema. Los contaminantes biológicos son organismos o microorganismos, que son dañinos o que se encuentran en exceso (plagas, como los lirios acuáticos, de rápida propagación).

### 2.2 Principales contaminantes de las aguas

- Compuestos orgánicos biodegradables
- Sustancias peligrosas
- Contaminación térmica
- Agentes tensioactivos
- Partículas sólidas en suspensión
- Nutrientes en exceso: eutrofización
- Gérmenes patógenos
- Sustancias radioactivas

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúne las condiciones necesarias para el uso al que se la hubiera destinado, en su estado natural. En los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre

igual el nivel de concentración de las diferentes sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina *auto depuración del agua*. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible.

Los mares son un sumidero. De forma constante, grandes cantidades de fangos y otros materiales, arrastrados desde tierra, se vierten en los océanos.

Hoy en día, sin embargo, a los aportes naturales se añaden cantidades cada vez mayores de desechos generados por nuestras sociedades, especialmente aguas residuales cargadas de contaminantes químicos y de productos de desecho procedentes de la industria, la agricultura y la actividad doméstica, pero también de residuos radiactivos y de otros tipos.

En realidad, los océanos operan como gigantescas plantas de tratamiento de residuos, a condición de no superar el umbral de lo que pueden tolerar. De lo contrario, se generan destrucción y muerte de la fauna y de la flora, e inconvenientes económicos, crisis sanitarias y envenenamientos de la población humana. Esto, a corto plazo. A largo plazo, las consecuencias podrían ser catastróficas. Basta pensar únicamente en los efectos que la contaminación biológica –como consecuencia del incremento de fertilizantes– podría acarrear si la proliferación de formas microscópicas fuera tan grande que se redujera significativamente el nivel de oxígeno disuelto en el agua oceánica.

La contaminación tiende a concentrarse en los lugares próximos a las zonas habitadas y más industrializadas. sí, la contaminación marina de origen atmosférico es, en determinadas zonas adyacentes a Europa (Báltico, mar del Norte, Mediterráneo), por termino general, diez veces mayor que mar adentro, en el propio Atlántico norte; cien veces superior que en el Pacífico norte y mil veces más elevada que en el Pacífico sur. Sin embargo, y como consecuencia de la circulación general de los aires y de las aguas, cada año se detectan nuevos contaminantes en zonas tan apartadas como la Antártida –se ha encontrado DDT en la grasa de los pingüinos antárticos- o las fosas oceánicas

La contaminación química del medio marino provocada por el hombre es muy superior a la atribuible a causas naturales. Las tasas de aporte de algunos elementos son elocuentes: el mercurio llega al océano a un ritmo dos veces y media superior al que sería debido únicamente a factores naturales; el manganeso multiplica por cuatro dicho ritmo natural; el cobre, el plomo y el cinc por doce; el antimonio por treinta y el fósforo por ochenta. Algunos de los metales pesados, como el mercurio y el plomo, junto con el cadmio y el arsénico, son contaminantes graves, pues penetran en las cadenas alimentarias marinas, y, a través de ellas, se concentran. Así, por ejemplo, la enfermedad de Minamata –descubierta en los años 20 en la bahía japonesa de mismo nombre- ha provocado, en Japón y en Indonesia, miles de muertes y un número mucho mayor de enfermos con lesiones cerebrales. La causa que la produjo fue el consumo de atún y otros peces con contenidos elevados de mercurio procedente de los vertidos industriales de aquella zona costera. Igualmente, productos químicos como el DDT y los PCB son otros contaminantes químicos muy peligrosos.

## 2.3 La eutrofización de las aguas

La eutrofización es el enriquecimiento excesivo en nutrientes de las aguas, lo que produce un gran crecimiento de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos, embalses o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse, consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora. El crecimiento de algas puede afectar también al uso recreativo de embalses y lagos, a la circulación del agua en ríos y canales y obturar los filtros de estaciones de tratamiento del agua. Las aguas superficiales reciben cantidades excesivas de nutrientes (nitrógeno y fósforo en forma de NO<sub>2</sub> y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), por los vertidos urbanos e industriales y el arrastre de abonos agrícolas. Los aportes de nutrientes son de naturaleza muy diversa. Las aguas residuales domésticas contienen nitrógeno y fósforo procedente, principalmente, de las deyecciones humanas y de los productos de

limpieza. La actividad agraria es también una fuente importante, especialmente por los abonos aportados a los cultivos y los residuos originados por la ganadería.

En estudios realizados en una cuenca con agricultura y ganadería muy intensivas de Bretaña, se han observado sobrantes de 228 tm/ha de nitrógeno y de 55 tm/ha de fósforo, debido a un exceso de abonado químico. Estos sobrantes han conducido a multiplicar por 5 a 7 la concentración de nutrientes en el agua durante los últimos veinte años.<sup>1</sup>

### 2.3.1 Prácticas para evitar la eutrofización de las aguas

- Practicar la agricultura ecológica: Las técnicas de agricultura ecológica basan la fertilización en los aportes de materia orgánica, los abonos verdes y las rotaciones de cultivos. Éstas técnicas favorecen una buena estructura del suelo, que reduce la erosión, y mantienen niveles bajos de nutrientes libres en el suelo, evitando que puedan ser arrastrados hasta los cursos de agua.
- Los fertilizantes orgánicos, como el estiércol, aportan toda la gama de nutrientes que necesitan las plantas, mejoran las propiedades físicas del suelo y favorecen la actividad biológica imprescindible para una correcta fertilidad a la vez que presentan mucha más resistencia al lavado o arrastre de los nutrientes, de esta forma permiten obtener buenas cosechas sin contaminar el agua.
- Ajustar los aportes de abonos: El exceso de abonos no conduce a mejores cosechas, es un derroche que le cuesta caro al agricultor y al medio ambiente. Debemos ajustar los aportes de abono a las necesidades del cultivo y las características de la zona.
- Evitar la erosión: La principal causa de que los nutrientes alcancen las aguas superficiales es la erosión y, en nuestras condiciones, la erosión hídrica. Reducirla no sólo significa evitar la eutrofización sino también conservar la fertilidad del suelo.

Por ello, es muy importante tomar medidas para reducir los procesos erosivos, especialmente en aquellas parcelas que no están niveladas. Algunas de estas medidas son:

- Labrar el suelo según las curvas de nivel, nunca en la dirección de la pendiente.
- Mantener el suelo cubierto de vegetación, la cual fija el suelo y evita el impacto de la lluvia, mediante cubiertas herbáceas
- en los cultivos leñosos, abonos verdes en los periodos sin cultivo y realizar barbechos sembrados.

- Cuando el suelo no puede tener vegetación cubrirlo con acolchados, por ejemplo de paja.
- Reducir el laboreo y evitar especialmente aquellas labores que dejan el suelo muy disgregado.
- Impedir los vertidos orgánicos: Tanto las granjas como muchas industrias agroalimentarias (almazaras, bodegas, etc) producen residuos líquidos con una elevada carga orgánica (purines, alpechines, etc). Estos residuos tienen una gran capacidad contaminante por lo que se deben depurar antes de su vertido. Igualmente se deben almacenar durante el menor tiempo posible y en instalaciones que garanticen que no se producen fugas o infiltraciones. La mayoría de estos residuos pueden ser empleados como abonos con un mínimo de tratamientos sencillos y económicos, como el compostaje. De esta forma pasan de ser residuos a ser un importante recurso para la agricultura.<sup>1</sup>

## 2.4 Contaminación por fitosanitarios

En principio, estos productos son sustancias poco solubles, fácilmente degradables y se absorben fuertemente por el suelo, lo que limita su afección a los acuíferos. Pero si se da la circunstancia de que alcancen a las aguas subterráneas, los procesos de degradación y retención de los contaminantes se ralentizan notablemente y los efectos pueden ser muy graves. La presencia de plaguicidas se ha constatado en los acuíferos de todos los países desarrollados. Las técnicas analíticas actuales no permiten detectar algunos fitosanitarios o sus productos de degradación a concentraciones muy bajas, es posible que los estudios realizados sean poco realistas, pues el muestreo representativo de pesticidas es bastante complejo, y los elevados costes de las analíticas han limitado a unas pocas las sustancias rastreadas. En definitiva, no se conoce exactamente la contaminación por fitosanitarios de las aguas subterráneas, pero si se sabe con certeza que estos productos están presentes en los acuíferos de todas las regiones con agricultura intensiva.

También se sabe que los productos más problemáticos son los insecticidas organoclorados y organofosforados y los herbicidas del grupo de las triazinas (atrazina, desmetrina, simazina, terbutrina). Algunos de los metabolitos, o productos resultantes de la descomposición, de los fitosanitarios son tanto o más tóxicos que la sustancia original. El paraoxon es un metabolito del insecticida paratión que aumenta la inhibición del enzima colinesterasa (sistema nervioso), el diazoxon se produce a partir del insecticida diazinon y tiene los mismos efectos que el paraoxon,

diversos metabolitos del herbicida atrazina tienen efectos cancerígenos, el etilen-tio-urea (ETU) formado a partir de EBDC y diversos fungicidas (maneb, mancoceb, zineb) tiene igualmente efecto cancerígeno y el DDE es un disruptor hormonal tan potente o más que el DDT del que procede.<sup>2</sup>

### 2.4.1 Medidas para evitar la contaminación por fitosanitarios

- Practicar la agricultura ecológica: La agricultura ecológica basa el control de las plagas y enfermedades en conseguir un equilibrio en la parcela que impida la proliferación de los patógenos a niveles que causen daños. Se procura la mayor diversidad posible, se potencia la presencia de enemigos naturales de las plagas, se realizan asociaciones y rotaciones de cultivos y se selecciona las variedades más rústicas y adaptadas a la zona. Cuando es necesario realizar algún tratamiento se emplean productos naturales que resulten inocuos tanto para el medio ambiente como para la salud de las personas y se degradan rápidamente en sustancias que no presentan ningún riesgo.
- Emplear métodos de control biológicos físicos y culturales: Actualmente existen en el mercado diversos tipos de trampas con las que capturar las plagas, medida que en algunos casos puede ser suficiente. En otros casos el control de una plaga puede realizarse a través de labores culturales como el laboreo, el riego o la poda.
- Mantener los equipos de tratamiento limpios y en buen estado, ser prudentes durante el transporte, llenado y limpieza de los equipos y extremar las precauciones al tratar cerca de ríos y lagos, pues si hace viento este puede arrastrar parte del producto llevándolo hasta los cauces de agua

## 2.5 Las mareas negras y los vertederos de petróleo

Las mareas negras son recubrimientos erráticos de hidrocarburos en la superficie del océano, producidos por el vertido accidental de petróleo o gasolíferos desde barcos transportadores o instalaciones petroleras, que provocan la contaminación de aguas y playas.

### 2.5.1 Distintos orígenes de los vertidos de petróleo

Anualmente más de 3 millones y medio de toneladas de petróleo (casi el 0,1% de la producción mundial) contaminan el medio marino. En realidad, solamente alrededor del 50% de este



crudo procede de petroleros, a menudo barcos pequeños y anticuados. El resto, proviene de tierra firme. Esta última mitad llega al mar a través de las aguas y vertidos residuales (un 20% de origen urbano, otro 20% industrial y a través de la atmósfera el 10% restante).

Vertidos accidentales aparte, los petroleros arrojan anualmente y de forma deliberada más de un millón de toneladas de crudo en las operaciones de lavado de sus tanques. Tradicionalmente, dicha práctica consistía en bombear agua y arrojarla –mezclada con las impurezas de los tanques- de nuevo al mar, antes de volver a cargar crudo. En la actualidad puede realizarse una limpieza menos agresiva: el lavado a chorro con petróleo crudo a alta presión procedente de la carga del propio barco. Esta nueva técnica puede efectuarse durante el proceso de descarga, a fin de evitar aquella importante fuente de contaminación. Las pérdidas accidentales de petróleo aportan un volumen global de unas 100000 toneladas de dicho material a los océanos a lo largo del año. Por otra parte, los vertidos de petróleo, provocados por accidentes como la explosión en 1979 del Campeche en la costa mexicana, a consecuencia de la cual se vertieron cerca de 400000 toneladas de petróleo, o el anterior (1978) hundimiento del Amoco Cádiz en el canal de la Mancha, así como el accidente ocurrido en 1989, del Exxon Valdez frente a las costas de Alaska, son fenómenos de gran espectacularidad.

## 2.6 El caso de la mina cobre las Cruces

La contaminación de acuíferos debido a la explotación minera es un riesgo frecuente y en muchos casos las empresas se resisten a respetar las medidas ambientales que regulan este tipo de labores. El caso de la Mina Cobre las Cruces es un claro ejemplo.

La Mina Cobre las Cruces, la mayor explotación minera a cielo abierto de toda Europa, situada entre los municipios sevillanos de Guillena, Gerena y Salteras, fue un proyecto iniciado en el año 2000. Desde entonces ha incumplido en diversas ocasiones las condiciones establecidas por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG), sobre todo las relacionadas con el acuífero Niebla-Posadas.

Este acuífero garantiza el suministro de agua al Aljarafe. Noticia Pública Tras varios avisos por parte del organismo, la Delegación Provincial de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa el 14 de mayo de 2008 ordenó a la multinacional a la que pertenecía el proyecto, Inmet Minning, la suspensión provisional de las labores. Posteriormente se abrieron diligencias judiciales por parte de la Fiscalía de Sevilla y en noviembre de 2008 se ratificaron las medidas acordadas. Sin embargo, la empresa presentó en septiembre de

ese mismo año un nuevo Plan Global de gestión de aguas, aprobado en abril de 2009 por la Agencia Andaluza del Agua, nuevo organismo competente desde el 1 de enero de 2009. En este nuevo plan, la empresa mayoritaria, Inmet Minning, ha incorporado técnicas de depuración de aguas e incremento de la vigilancia.

No obstante, el gran problema sigue siendo los pozos negros y los vertidos de metales pesados al río Guadalquivir, según afirma la asociación Ecologistas en Acción.

## 2.7 Contaminación de terbutilazina en el embalse del Dañador (Jaén)

El embalse del Dañador abastece de agua potable a los más de 20.000 habitantes que conforman la Comarca jiennense de El Condado. Este embalse fue construido en 1965 y está situado en el cauce del río Dañador, perteneciente al término municipal de Venta de los Santos (Montizón).

Desde su fundación, la gestión del embalse del Dañador ha pertenecido a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (Ministerio de Medio Ambiente), pero recientemente, en enero de 2009, es la Junta de Andalucía la que gestiona estas aguas, más concretamente la Agencia Andaluza del Agua.

El año 2004 contó con una primavera bastante lluviosa y este hecho provocó que los agricultores tuvieran que emplear unas dosis más elevadas de productos fitosanitarios en sus olivares para frenar el nacimiento de las malas hierbas en estos terrenos de explotación agrícola. Como consecuencia de las intensas lluvias, la tierra no fue capaz de absorber toda la cantidad de agua que en ella había, algo que provocó que la sobrante fluyera por los riachuelos de la zona hasta desembocar en el embalse del Dañador. Esta agua contenía unas altísimas concentraciones de plaguicidas, pero, sin embargo, pasó a la red de consumo público una vez que el agua siguió el procedimiento usual al llegar a la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP), situada a unos dos kilómetros del embalse. Fue al día siguiente, el 2 de junio de 2004, cuando, al realizar un análisis rutinario del estado del agua en la localidad de Chiclana de Segura, se detecta la presencia de terbutilazina, pero en unas dosis apenas insignificantes y muy por debajo de los niveles establecidos por las normativas españolas y europeas. Es en estos momentos cuando se despierta el alarmismo entre los responsables del mantenimiento del agua y se recomienda realizar los análisis rutinarios de manera más continuada, con el objetivo de percibir con rapidez cualquier posible riesgo de contaminación del agua. Los análisis rutinarios se multiplican y es por ello por lo que se llevan a cabo diversas tomas de agua. El 4

de junio se hace una de ellas y se envía al laboratorio de Jerez de la Frontera (Cádiz), donde se realiza el análisis el 8 de junio, dando como resultado 0,235 microgramos por litro. El día 10 de junio se vuelve a hacer otra toma de agua para realizar el contra-análisis y éste se lleva a cabo el 14 de junio en el laboratorio de Jerez. Los resultados son preocupantes, debido a que muestran que hay 0,291 microgramos por litro de agua de terbutilazina. A pesar de ello, se repiten de nuevo los análisis al día siguiente y las dosis de terbutilazina aumentan, dando como resultado 0,335 ppm, unos niveles muy superiores a los 0,1 de valor máximo permitido de este herbicida en agua destinada al consumo humano. Tras hacerse públicos las muestras de estos últimos controles, la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía decidió declarar como no apta para el consumo humano el agua procedente del embalse del Dañador hasta que no se neutralizasen por completo los agentes nocivos que provocaban esta contaminación acuífera.

El día 16 de junio la Delegación de Salud de la provincia de Jaén decretó la prohibición para el consumo humano del agua procedente del Dañador. Desde ese día, los más de 20.000 habitantes de la Comarca de El Condado vieron cómo no volverían a beber el agua de sus grifos hasta que ésta no alcanzara de nuevo los niveles óptimos aconsejados para un consumo saludable del agua. La alternativa que la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir buscó a esta situación de emergencia, fue la de abastecer de agua a los municipios afectados con una flota de seis camiones cisterna con capacidad para 30.000 litros de agua cada uno. Durante más de ocho días, los vecinos de estos municipios tuvieron que acudir a las plazas de sus pueblos para recoger el agua que necesitaran sólo para consumir, puesto que el agua que llegaba a los domicilios se podía utilizar para el servicio doméstico.

Mientras tanto, los miembros de la Estación de Tratamiento de Agua Potable (ETAP) del embalse del Dañador continuaban trabajando en paliar la presencia de terbutilazina en el agua a través de un tratamiento específico basado en la aplicación de carbono activo. Desde que se comenzó a trabajar siguiendo este procedimiento, se realizaban análisis de agua cada dos días. Los resultados de las muestras de agua remitidas a los laboratorios de Jerez de la Frontera y Castellón precisaron que los niveles de terbutilazina habían ido descendiendo notablemente, habiendo llegado a 0,24 microgramos por litro de agua. Aunque, a pesar de ello, todavía no se había alcanzado el 0,1 de nivel máximo permitido. El día 2 de julio de 2004 la Delegación de Salud declaró apta para el consumo el agua distribuida por el Dañador. Esta autorización se hizo pública cuando los parámetros de terbutilazina descendieron y los niveles de este herbicida estaban por debajo de los niveles establecidos por la legislación vigente.

## 3 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Se entiende por contaminación atmosférica a la presencia en el aire de materias o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza,<sup>1</sup> así como que puedan atacar a distintos materiales, reducir la visibilidad o producir olores desagradables.

El nombre de la contaminación atmosférica se aplica por lo general a las alteraciones que tienen efectos perniciosos en los seres vivos y los elementos materiales, y no a otras alteraciones inocuas. Los principales mecanismos de contaminación atmosférica son los procesos industriales que implican combustión, tanto en industrias como en automóviles y Calefacción|calefacciones residenciales, que generan dióxido de carbono|dióxido y monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y azufre, entre otros contaminantes. Igualmente, algunas industrias emiten gases nocivos en sus procesos productivos, como cloro o hidrocarburos que no han realizado combustión completa.

La contaminación atmosférica puede tener carácter local, cuando los efectos ligados al foco se sufren en las inmediaciones del mismo, o planetario, cuando por las características del contaminante, se ve afectado el equilibrio del planeta y zonas alejadas a las que contienen los focos emisores.

### 3.1 Contaminantes atmosféricos primarios y secundarios

Los contaminantes primarios son los que se emiten directamente a la atmósfera<sup>2</sup> como el dióxido de azufre SO<sub>2</sub>, que daña directamente la vegetación y es irritante para los pulmones.

Los contaminantes secundarios son aquellos que se forman mediante procesos químicos atmosféricos que actúan sobre los contaminantes primarios o sobre especies no contaminantes en la atmósfera.<sup>2</sup> Son importantes contaminantes secundarios el ácido sulfúrico, SO<sub>4</sub>H<sub>2</sub>, que se forma por la oxidación del SO<sub>2</sub>, el dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub>, que se forma al oxidarse el contaminante primario NO y el ozono, O<sub>3</sub>, que se forma a partir del oxígeno O<sub>2</sub>. Ambos contaminantes, primarios y secundarios pueden depositarse en la superficie de la tierra por deposición seca o húmeda e impactar en determinados receptores, como personas, animales, ecosistemas acuáticos, bosques, cosechas y materiales. En todos los países existen

unos límites impuestos a determinados contaminantes que pueden incidir sobre la salud de la población y su bienestar.

En España existen funcionando en la actualidad diversas redes de vigilancia de la contaminación atmosférica, instaladas en las diferentes Comunidades Autónomas y que efectúan medidas de una variada gama de contaminantes que abarcan desde los óxidos de azufre y nitrógeno hasta hidrocarburos, con sistemas de captación de partículas, monóxido de carbono, ozono, metales pesados, etc.<sup>3</sup>

## 3.2 Principales tipos de contaminantes del aire

Contaminantes gaseosos: en ambientes exteriores e interiores los vapores y contaminantes gaseosos aparece en diferentes concentraciones. Los contaminantes gaseosos más comunes son el dióxido de carbono, el monóxido de carbono, los hidrocarburos, los óxidos de nitrógeno, los óxidos de azufre y el ozono. Diferentes fuentes producen estos compuestos químicos pero la principal fuente artificial es la quema de combustible fósil. La contaminación del aire interior es producida por el consumo de tabaco, el uso de ciertos materiales de construcción, productos de limpieza y muebles del hogar. Los contaminantes gaseosos del aire provienen de volcanes, incendios e industrias. El tipo más comúnmente reconocido de contaminación del aire es la niebla tóxica (smog). La niebla tóxica generalmente se refiere a una condición producida por la acción de la luz solar sobre los gases de escape de automotores y fábricas.

Los aerosoles: Un aerosol es a una mezcla heterogénea de partículas sólidas o líquidas suspendidas en un gas como el aire de la atmósfera.<sup>2</sup> Algunas partículas son lo suficientemente grandes y oscuras para verse en forma de hollín o humo. Otras son tan pequeñas que solo pueden detectarse con un microscopio electrónico. Cuando se respira el polvo, ésta puede irritar y dañar los pulmones con lo cual se producen problemas respiratorios. Las partículas finas se inhalan de manera fácil profundamente dentro de los pulmones donde se pueden absorber en el torrente sanguíneo o permanecer arraigadas por períodos prolongados de tiempo.

## 3.3 Gases contaminantes de la atmósfera

### 3.3.1 CFC y similares

Desde los años 1960, se ha demostrado que los clorofluorocarbonos (CFC, también llamados "freones") tienen efectos potencialmente negativos: contribuyen de manera muy importante a la destrucción de la capa de ozono en la estratosfera, así como a incrementar el efecto invernadero. El

protocolo de Montreal puso fin a la producción de la gran mayoría de estos productos.

Utilizados en los sistemas de refrigeración y de climatización por su fuerte poder conductor, son liberados a la atmósfera en el momento de la destrucción de los aparatos viejos.

Utilizados como propelente en los aerosoles, una parte se libera en cada utilización. Los aerosoles utilizan de ahora en adelante otros gases sustitutivos, como el CO<sub>2</sub>.

### 3.3.2 Monóxido de carbono

Es uno de los productos de la combustión incompleta. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Además, es inodoro, y a la hora de sentir un ligero dolor de cabeza ya es demasiado tarde. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal. Cada año, aparecen varios casos de intoxicación mortal, a causa de aparatos de combustión puestos en funcionamiento en una habitación mal ventilada. Los motores de combustión interna de los automóviles emiten monóxido de carbono a la atmósfera por lo que en las áreas muy urbanizadas tiende a haber una concentración excesiva de este gas hasta llegar a concentraciones de 50-100 ppm,<sup>2</sup> tasas que son peligrosas para la salud de las personas.

### 3.3.3 Dióxido de carbono

La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera está aumentando de forma constante debido al uso de carburantes fósiles como fuente de energía<sup>2</sup> y es teóricamente posible demostrar que este hecho es el causante de producir un incremento de la temperatura de la Tierra - efecto invernadero.<sup>2</sup> La amplitud con que este efecto puede cambiar el clima mundial depende de los datos empleados en un modelo teórico, de manera que hay modelos que predicen cambios rápidos y desastrosos del clima y otros que señalan efectos climáticos limitados.<sup>2</sup> La reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera permitiría que el ciclo total del carbono alcanzara el equilibrio a través de los grandes sumideros de carbono como son el océano profundo y los sedimentos.

### 3.3.4 Monóxido de nitrógeno

También llamado óxido de nitrógeno (II) es un gas incoloro y poco soluble en agua que se produce por la quema de combustibles fósiles en el transporte y la industria. Se oxida muy rápidamente convirtiéndose en dióxido de nitrógeno, NO<sub>2</sub>, y posteriormente en ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, produciendo así lluvia ácida.

### 3.3.5 Dióxido de azufre

La principal fuente de emisión de dióxido de azufre a la atmósfera es la combustión del carbón que contiene azufre. El SO<sub>2</sub> resultante de la combustión del azufre se oxida y forma ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> un componente de la llamada lluvia ácida que es nocivo para las plantas, provocando manchas allí donde las gotitas del ácido han contactado con las hojas.

La lluvia ácida se forma cuando la humedad en el aire se combina con el óxido de nitrógeno o el dióxido de azufre emitido por fábricas, centrales eléctricas y automotores que queman carbón o aceite. Esta combinación química de gases con el vapor de agua forma el ácido sulfúrico y los ácidos nítricos, sustancias que caen en el suelo en forma de precipitación o lluvia ácida. Los contaminantes que pueden formar la lluvia ácida pueden recorrer grandes distancias, y los vientos los trasladan miles de kilómetros antes de precipitarse con el rocío, la llovizna, o lluvia, el granizo, la nieve o la niebla normales del lugar, que se vuelven ácidos al combinarse con dichos gases residuales.

El SO<sub>2</sub> también ataca a los materiales de construcción que suelen estar formados por minerales carbonatados, como la piedra caliza o el mármol, formando sustancias solubles en el agua y afectando a la integridad y la vida de los edificios o esculturas.

### 3.3.6 Metano

El metano, CH<sub>4</sub>, es un gas que se forma cuando la materia orgánica se descompone en condiciones en que hay escasez de oxígeno; esto es lo que ocurre en las ciénagas, en los pantanos y en los arrozales de los países húmedos tropicales. También se produce en los procesos de la digestión y defecación de los animales herbívoros.

El metano es un gas de efecto invernadero que contribuye al calentamiento global del planeta Tierra ya que aumenta la capacidad de retención del calor por la atmósfera.

### 3.3.7 Ozono

El ozono O<sub>3</sub> es un constituyente natural de la atmósfera, pero cuando su concentración es superior a la normal se considera como un gas contaminante.

Su concentración a nivel del mar, puede oscilar alrededor de 0,01 mg kg<sup>-1</sup>. Cuando la contaminación debida a los gases de escape de los automóviles es elevada y la radiación solar es intensa, el nivel de ozono aumenta y puede llegar hasta 0,1 kg<sup>-1</sup>.

Las plantas pueden ser afectadas en su desarrollo por concentraciones pequeñas de ozono. El hombre también resulta afectado por el ozono a concentraciones entre 0,05 y 0,1 mg kg<sup>-1</sup>,

causándole irritación de las fosas nasales y garganta, así como sequedad de las mucosas de las vías respiratorias superiores

### 3.3.8 Algunos contaminantes provienen de fuentes naturales

- Los incendios forestales emiten partículas, gases y sustancias que se evaporan en la atmósfera (VOCs, por sus siglas en inglés)
- Partículas de polvo ultra finas creadas por la erosión del suelo cuando el agua y el clima sueltan capas del suelo, aumentan los niveles de partículas en suspensión en la atmósfera.
- Los volcanes arrojan dióxido de azufre y cantidades importantes de roca de lava pulverizada conocida como cenizas volcánicas.
- El metano se forma en los procesos de pudrición de materia orgánica y daña la capa de ozono. Puede acumularse en el subsuelo en altas concentraciones o mezclado con otros hidrocarburos formando bolsas de gas natural.

## 3.4 Efectos de los gases de la atmósfera

### 3.4.1 En el clima

- Efectos climáticos: generalmente los contaminantes se elevan o flotan lejos de sus fuentes sin acumularse hasta niveles peligrosos. Los patrones de vientos, las nubes, la lluvia y la temperatura pueden afectar la rapidez con que los contaminantes se alejan de una zona. Los patrones climáticos que atrapan la contaminación atmosférica en valles o la desplacen por la tierra pueden, dañar ambientes limpios distantes de las fuentes originales. La contaminación del aire se produce por toda sustancia no deseada que llega a la atmósfera. Es un problema principal en la sociedad moderna. A pesar de que la contaminación del aire es generalmente un problema peor en las ciudades, los contaminantes afectan el aire en todos lugares. Estas sustancias incluyen varios gases y partículas minúsculas o materia de partículas que pueden ser perjudiciales para la salud humana y el ambiente. La contaminación puede ser en forma de gases, líquidos o sólidos. Muchos contaminantes se liberan al aire como resultado del comportamiento humano. La contaminación existe a diferentes niveles: personal, nacional y mundial.

- El efecto invernadero evita que una parte del calor recibido desde el sol deje la atmósfera y vuelva al espacio. Esto calienta la superficie de la tierra. Existe una cierta cantidad de gases de efecto de invernadero en la atmósfera que son absolutamente necesarios para calentar la Tierra, pero en la debida proporción. Actividades como la quema de combustibles derivados del carbono aumentan esa proporción y el efecto invernadero aumenta. Muchos científicos consideran que como consecuencia se está produciendo el calentamiento global. Otros gases que contribuyen al problema incluyen los clorofluorocarbonos (CFCs), el metano, los óxidos nitrosos y el ozono.
- Daño a la capa de ozono: el ozono es una forma de oxígeno O<sub>3</sub> que se encuentra en la atmósfera superior de la tierra. El daño a la capa de ozono se produce principalmente por el uso de clorofluorocarbonos (CFCs). La capa fina de moléculas de ozono en la atmósfera absorbe algunos de los rayos ultravioletas (UV) antes de que lleguen a la superficie de la tierra, con lo cual se hace posible la vida en la tierra. El agotamiento del ozono produce niveles más altos de radiación UV en la tierra, con lo cual se pone en peligro tanto a plantas como a animales.
- Contacto con suelo, polvo o agua contaminados

## 3.5 Índice de Calidad del Aire

El Índice de Calidad del Aire (AQI, por sus siglas en inglés) es una herramienta usada por la EPA y otras agencias para proveerle al público información oportuna y fácil de comprender sobre la calidad del aire local. También indica si los niveles de polución son perjudiciales a la salud. El AQI informa al público si la condición del aire debe preocuparle por su salud. El AQI se enfoca en los efectos de salud que pueden pasar dentro unas horas o días después de respirar el aire.

## 3.6 Dispositivos de control

Los siguientes instrumentos son utilizados comúnmente como dispositivos de control de contaminación en la industria o en vehículos. Pueden transformar contaminantes o eliminarlos de una corriente de salida antes de ser emitidos a la atmósfera.

- Precipitadores electrostáticos, y filtros de aire
- Carbón activado
- Condensadores
- Convertidores catalíticos
- Recirculación de gases de escape
- Desulfuración de gas de flujo y otros gas scrubbers
- Columnas incineradoras

### 3.4.2 Efectos nocivos para la salud

Muchos estudios han demostrado enlaces entre la contaminación y los efectos para la salud. Los aumentos en la contaminación del aire se han ligado a quebranto en la función pulmonar y aumentos en los ataques cardíacos. Niveles altos de contaminación atmosférica según el Índice de Calidad del Aire de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés) perjudican directamente a personas que padecen asma y otros tipos de enfermedad pulmonar o cardíaca. La calidad general del aire ha mejorado en los últimos 20 años pero las zonas urbanas son aún motivo de preocupación. Los ancianos y los niños son especialmente vulnerables a los efectos de la contaminación del aire.

El nivel de riesgo depende de varios factores:

- La cantidad de contaminación en el aire,
- La cantidad de aire que respiramos en un momento dado,
- La salud general.

Otras maneras menos directas en que las personas están expuestas a los contaminantes del aire son:

- El consumo de productos alimenticios contaminados con sustancias tóxicas del aire que se han depositado donde crecen,
- Consumo de agua contaminada con sustancias del aire,

## 3.7 Gestión ambiental del componente aire

### 3.7.1 Establecimiento de una red de monitoreo ambiental

La gestión ambiental en el componente aire parte por realizar un modelamiento atmosférico del sector de estudio. Para ello se establecen estaciones de monitoreo de la calidad del Aire ubicando estaciones con representatividad poblacional EMRP, estas debe estar ubicadas dentro de un área urbana mínima de 2 km de diámetro para que sea representativa. La red de monitoreo debe estar mínimamente sustentada por un equipo tripartito de Aseguramiento de la Calidad, una unidad de Control de Calidad y una unidad de distribución de la información.

El Aseguramiento de la Calidad tiene por misión soportar la unidad de monitoreo con recursos, la unidad de Control tiene por misión la trazabilidad, la calibración y el cruzamiento de resultados entre sus equipos y otros de referencia. Se debe detectar los corrimientos del valor cero, la saturación de los monitores, fuentes de emisión imprevistas no-

comunes y focalizadas, cortes de energía eléctrica y aquellos valores escapados que induzcan a un mal pronóstico de Emergencia Ambiental.

La unidad informativa tiene por misión dar disponibilidad y análisis de la información confeccionando modelos informativos de contaminación del componente aire.

### 3.7.2 Modelamiento atmosférico-climático y confección de un modelo de contaminación atmosférico

Para seleccionar las locaciones más apropiadas con los objetivos propuestos del monitoreo, es necesario manejar información que incluya, entre otros factores:

- Ubicación de fuentes emisoras en coordenadas geográficas denotadas en un sistema SIG.
- Variabilidad geográfica o distribución espacial de las concentraciones del contaminante, ciclos horarios del contaminante, transporte, procesos formativos del contaminante.
- Condiciones meteorológicas y climáticas, régimen de vientos, modelamiento climático y atmosférico, pluviometría, temperaturas diarias, estacionales y/o con influencia de fenómenos climáticos, radiación solar, humedad relativa, topografía.
- Densidad de la población y a la ubicación, extensión y composición de los recursos que se desea preservar. Adicionalmente biotopos a preservar, catastro de la fauna y flora exótica y endémica.
- Inventario de las fuentes de emisión fijas y móviles.
- Identificación de zonas latentes y saturadas
- Quemadas de pastizales autorizadas o ilegales.

Estos puntos conducen a establecer modelos de contaminación atmosféricos y evaluación de la calidad del aire.

### 3.7.3 Monitoreo de la Calidad del Aire.

El objetivo del monitoreo de la Calidad del Aire es determinar los niveles de concentración de contaminantes atmosféricos a los que está expuesta la población y/o el biotopo y el medio ambiente físico. Estos objetivos son:

- Entregar información sobre el estado de la calidad del aire al sistema de información público.
- Cumplir con resoluciones y normativas sobre medición impuestas por la autoridad ambiental.

- Verificar el cumplimiento de estándares de calidad de aire nacionales e internacionales.
- Determinar la concentración de contaminantes del aire de la región y sus asentamientos.
- Detectar el transporte de contaminantes de largo alcance o plumas de dispersión.
- Determinar las tendencias estadísticas de acumulación de contaminantes en la atmósfera.
- Desarrollar políticas, programas de control y acciones para el mejoramiento de la calidad del aire.
- Desarrollar herramientas de gestión de la contaminación atmosférica (modelamiento, sistemas de información geográfica SIG de distribución de la contaminación y exposición sobre asentamientos humanos).
- Determinar la necesidad del control de la contaminación en los niveles actuales y futuros de calidad del aire.
- Verificar la efectividad de las medidas de control.
- Validar los resultados de los inventarios de emisiones (catastro de fuentes emisoras) y modelos predictivos de la calidad del aire.

Puede ocurrir que al tener un conjunto de datos sobre el monitoreo de la calidad del aire se encuentren valores de superación del umbral de la norma, esta excedencia de la norma no necesariamente implica incumplimiento de esta.

### 3.7.4 Monitoreo de la emisión de contaminantes

Las industrias emisoras de contaminantes deben ser controladas por la autoridad ambiental chequeando mediante una metodología adecuada la emisión de contaminantes fijos o móviles, determinar su impacto geográfico y polacional, en función de la características del área geográfica, régimen de vientos, modelamiento de las trayectorias de masas de aire, temperatura, influencia de quemadas agrícolas anexadas o emisiones evaporativas de aerosoles o gases.

### 3.7.5 Normativas

Establecimiento de normas de emisión y valores umbrales permisibles que permitan dar protección del biotopo humano y medio natural mediante estudios fundamentados de variables históricas. El establecimiento de las normativas también busca sus fundamentos en los estudios de toxicología de la OMS.

#### 3.7.5.1 Europa

La Directiva 2001/81/ CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos, tiene como objeto

limitar las emisiones de contaminantes para reforzar la protección del medio ambiente y de la salud humana y avanzar hacia el objetivo de no superar los niveles críticos de contaminantes y de proteger de forma eficaz a toda la población frente a los riesgos para la salud que se derivan de la contaminación atmosférica mediante la fijación de techos nacionales de emisión.

El programa Aire puro para Europa es una estrategia temática coherente de lucha contra la contaminación atmosférica y sus efectos. Este programa ha sido elaborado por el Sexto programa de Acción en Materia de Medio Ambiente recientemente aprobada por la Comisión (COM (2001) 31 de 24.01.2001). Esta estrategia consiste en evaluar la aplicación de las directivas relativas a la calidad del aire y la eficacia de los programas sobre calidad del aire en los Estados miembros. Además pretende mejorar el control de la calidad del aire y la divulgación de la información al público mediante la utilización de indicadores.

Finalmente se establecerán prioridades para la adopción de nuevas medidas, examinando y actualizando los umbrales de calidad del aire y los límites máximos nacionales de emisión.

Recoge múltiples y variados objetivos con el fin de mejorar la calidad de vida de las poblaciones de Europa. Prevenir las enfermedades y proteger el medio que nos rodean serán algunos de los objetivos prioritarios que se desarrollarán a lo largo de la estrategia planteada. Sin embargo debemos también mencionar algunos objetivos más específicos que mejoraran la labor de análisis técnico, para mejorar así la política sobre la calidad del aire.

### 3.7.5.2 España

En particular, para el caso de España los techos (la cantidad máxima de una sustancia expresada en kilotoneladas que puede emitir un Estado miembro en un año civil), para el año 2010 son los siguientes:

Techo 2010 (en Gg):

- NOx: 847
- COV: 662
- SOX: 746
- NH3: 353

Como medida para instar al cumplimiento de los techos, la directiva obliga a los Estados miembros a elaborar unos programas nacionales de reducción progresiva de las emisiones. España ha elaborado mediante Acuerdo de Consejo de Ministros de 7 de diciembre el II Programa Nacional de Reducción de Emisiones (Resolución de 14 de enero de 2008, de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático . BOE nº 25, 29.01.08).

- Ley 34/2007 , de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la

atmósfera. ORDEN MAM/1444/2006, de 9 de mayo.

Establece las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica con el fin de evitar y cuando esto no sea posible, aminorar los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

El objetivo general de dicha ley es desarrollar una política estratégica integrada a largo plazo para proteger la salud humana y el medio ambiente de los efectos de la contaminación atmosférica. De acuerdo con el tratado, esta política tendrá por objetivo garantizar un elevado nivel de protección del medio ambiente sobre la base del principio de cautela, tomando los mejores datos científicos y técnicos disponibles y las ventajas y cargas que puedan resultar de la acción o de la falta de acción

- La ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental incorpora a nuestro ordenamiento jurídico un régimen administrativo de responsabilidad ambiental de carácter objetivo e ilimitado basado en los principios de prevención y de que «quien contamina paga».

## 4 CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Cuando en el suelo se deposita de forma voluntaria o accidental diversos productos como papel, vidrio, plástico, materia orgánica, solventes, plaguicidas, residuos peligrosos o sustancias radioactivas, etc.

En lo concerniente a la contaminación de suelos su riesgo es primariamente de salud, de forma directa y al entrar en contacto con fuentes de agua potable. La delimitación de las zonas contaminadas y la resultante limpieza de esta son tareas que consumen mucho tiempo y dinero, requiriendo extensas habilidades de geología, hidrografía, química y modelos a computadora.

### 4.1 Desechos.

#### 4.1.1 Basura

La basura es todo material considerado como desecho y que se necesita eliminar. La basura es un producto de las actividades humanas al cual se le considera de valor igual a cero por el desechado. No necesariamente debe ser odorífica, repugnante e indeseable; eso depende del origen y composición de ésta.

Normalmente se la coloca en lugares previstos para la recolección para ser canalizada a tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar. Actualmente, se usa ese término para denominar aquella fracción de residuos que no son

aprovechables y que por lo tanto debería ser tratada y dispuesta para evitar problemas sanitarios o ambientales.

## 4.1.2 Clasificación de los residuos

La basura la podemos clasificar según su composición:

- Residuo orgánico: todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: hojas, ramas, cáscaras y residuos de la fabricación de alimentos en el hogar, etc.
- Residuo inorgánico: todo desecho de origen no biológico, de origen industrial o de algún otro proceso no natural, por ejemplo: plástico, telas sintéticas, etc.
- Residuos peligrosos (véase Gestión de Residuos Peligrosos): todo desecho, ya sea de origen biológico o no, que constituye un peligro potencial (código CRETIB) y por lo cual debe ser tratado de forma especial, por ejemplo: material médico infeccioso, residuo radiactivo, ácidos y sustancias químicas corrosivas, etc.

Puede consultarse una lista de residuos peligrosos en el apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE, sobre residuos peligrosos (aprobada por la Decisión 2000/532/CE, de la Comisión (Unión Europea), de 3 de mayo, modificada por las Decisiones de la Comisión, 2001/118/CE, de 16 de enero, y 2001/119, de 22 de enero, y por la Decisión de consejo 2001/573, de 23 de julio).

Según su origen:

- Residuo domiciliario: basura proveniente de los hogares y/o comunidades.
- Residuo industrial: su origen es producto de la manufactura o proceso de transformación de la materia prima.
- Residuo hospitalario: desechos que son catalogados por lo general como residuos peligrosos y pueden ser orgánicos e inorgánicos.
- Residuo comercial: provenientes de ferias, oficinas, tiendas, etc., y cuya composición es orgánica, tales como restos de frutas, verduras, cartones, papeles, etc.
- Residuo urbano: correspondiente a las poblaciones, como desechos de parques y jardines, mobiliario urbano inservible, etc.
- Basura espacial: Objetos y fragmentos artificiales de origen humano que ya no tienen ninguna utilidad y se encuentran en órbita terrestre.

## 4.1.3 Residuos de clasificación

El papel y el cartón son de origen orgánico, sin embargo, para propósitos de reciclaje deben ser tratados como inorgánicos por el proceso particular que se les da. La excepción son los papeles y

servilletas con residuos de comida que se consideran como material orgánico.

Otros tipos de residuos, como los propios del metabolismo humano, también son orgánicos, sin embargo son manejados a través de las redes de saneamiento y no a través de esquemas de recolección y disposición final.

### 4.1.3.1 Basura espacial

La basura espacial son todos aquellos objetos y fragmentos de origen humano que se encuentran en órbita terrestre. La mayoría de la basura espacial es el resultado de la destrucción en órbita de satélites y cohetes, estas destrucciones en algunos casos son intencionales. Mediante potentes radares en la superficie terrestre puede rastrearse objetos en órbita desde pocos centímetros de dimensión. Para 1993 se podían rastrear más de 7000 objetos en órbita. De estos objetos el 20% son satélites que no funcionan, desechos de lanzamientos 25% entre los que están cubiertas protectoras y partes de cohetes, el 50% corresponde a fragmentos de satélites destruidos ya sea por explosión intencionada u otra causa. El número de objetos detectables ha sido estimado en sólo 0.2% del total de objetos en órbita. Se estima que existen al menos 40 000 objetos de un centímetro y muchos miles de menores dimensiones. La basura espacial de un mismo origen pasa de ocupar una órbita definida (la órbita del objeto que le dio origen) a diseminarse por toda orbita terrestre en unos 4 años.

Los objetos masivos son atraídos por la Tierra y se desintegran sin dejar rastro alguno, sin embargo los objetos y fragmentos menores no logran salir de órbita (caer hacia la Tierra) por lo que contribuyen a la basura espacial.

La basura espacial tiene gran repercusión en toda nueva misión espacial, ya sea que esté destinada a permanecer en órbita o salir al espacio exterior. El peligro de colisiones es significativo pues en la órbita baja los choques suelen ocurrir a 10 km/s. Un fragmento de 3 mm a esta velocidad tiene el mismo poder que una piedra de 15 cm de diámetro a 110 km/h.

Como posibles soluciones se ha propuesto enviar a órbita un globo de espuma capaz de recolectar esta basura. Además, para futuras misiones se propone incluir en los fragmentos a liberar en órbita propulsores encargados de hacer caer hacia la Tierra tales objetos consiguiendo con esto su desintegración.

### 4.1.3.2 Basura tecnológica

La basura tecnológica o chatarra electrónica, cada vez más abundante, es la que se produce al final de la vida útil de todo tipo de aparatos electrodomésticos, pero especialmente de la



electrónica de consumo (televisores, ordenadores, teléfonos móviles), que son potencialmente muy peligrosos para el medio ambiente y para sus manipuladores si no se reciclan apropiadamente.

#### 4.1.4 El problema de los residuos

Los residuos no aprovechables constituyen un problema para muchas sociedades, sobre todo para las grandes urbes así como para el conjunto de la población del planeta, debido a que la sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo han acrecentado mucho la cantidad de basura que se genera: lo anterior junto con el ineficiente manejo que se hace con dichos residuos (quemar a cielo abierto, disposición en tiraderos o vertederos ineficientes) provoca problemas tales como la contaminación, que resume problemas de salud y daño al ambiente, además de provocar conflictos sociales y políticos. Antes de convertirse en basura, los residuos han sido materias primas que en su proceso de extracción, son por lo general, procedentes de países en desarrollo. En la producción y consumo, se ha empleado energía y agua. Y sólo 7 países, que son únicamente el 21% de la población mundial, consumen más del 50% de los recursos naturales y energéticos de nuestro planeta. La sobreexplotación de los recursos naturales y el incremento de la contaminación, amenazan la capacidad regenerativa de los sistemas naturales.

## 4.2 Solución propuesta al problema

Lo ideal es que la basura - como tal- no debe existir; la naturaleza enseña que todo lo producido y creado es reintegrado al medio y con la basura debe buscarse lo mismo, es decir, que todo sea reaprovechado de una u otra forma. Lo anterior señala una solución integral en la que el concepto basura desaparecería. Varias iniciativas existen para reducir o resolver el problema, dependen principalmente de los gobiernos, las industrias, las personas o de la sociedad en su conjunto.

Algunas soluciones generales al problema de la basura serían:

- Reducir la cantidad de residuos generada
- Reintegración de los residuos al ciclo productivo
- Canalización adecuada de residuos finales
- Disminuir con la degradación de la parte orgánica

#### 4.2.1 Problema del crecimiento del consumismo

Por otro lado, si el aumento del consumo no cesa, la cantidad de basura reciclada nunca llegaría al nivel de la basura producida. Desde la implementación de los sistemas de reciclaje, no

disminuyo la cantidad de basura, sino que ha aumentado, por el aumento constante del consumismo. De esta forma, la supuesta solución se

convertiría en solo un paliativo y una forma de organizar los desechos para abaratar los costos de las materias primas. De todas maneras, el reciclaje se ha convertido en una teoría que aunque no funciona actualmente, se presenta como una posibilidad a futuro.

#### 4.2.2 Reducción

Las medidas de reducción de residuos pueden agruparse en:

1. Prevención: comprar productos con el mínimo embalaje y el mínimo envase, no consumir innecesariamente, disminuir la cantidad de desechos potenciales, comprar productos con etiquetas ecológicas, ecodiseño, etc.
2. Reducir: intenta deshacerte del mínimo de residuos posibles.
3. Reutilizar: intenta alargar la vida de los productos y en el caso de que el producto no sirva para su función, intenta darle otros usos
4. Reciclar: cuando no tengas más opciones de deshacerte de un producto hazlo con responsabilidad y llévalo a su correspondiente contenedor de la recogida selectiva, al punto verde, al punto limpio, etc. o bien, al sistema de gestión de residuos que sea propio de tu municipio o región

#### 4.2.3 Para alcanzar una solución eficiente, muchas ciudades del mundo han adoptado leyes bajo el concepto de Basura cero.

##### 4.2.3.1 Planificación correcta de los residuos

1. Se clasifican eficientemente todos los desechos.
2. Se evita al máximo el derroche de materias primas.
3. En lugar de un sistema de producción, consumo y eliminación, se tiene un proceso cíclico de producción, donde la mayor parte de los residuos de la producción así como del consumo sean reintegrados al ciclo productivo de la misma forma que la naturaleza lo hace.

##### 4.2.3.2 Canalización de residuos finales

1. Todos aquellos residuos que no son reintegrados al ciclo productivo deben ser adecuadamente canalizados, en especial los desechos peligrosos.
2. Evita sistemas de eliminación que supongan un riesgo para el ambiente y nuestra salud.

### 4.2.3.3 Transformación integral de residuos

La transformación integral de residuos o "Valorización TIR", parece ser el método definitivo para el tratamiento de múltiples tipos de residuos, que están siendo eliminados, hasta el día de hoy, con menor o mayor impacto, en algunos casos grave, para el medio ambiente, mediante la incineración, la co-incineración o simplemente en vertidos legales o ilegales o depositados en los vertederos.

Parece ser el sistema definitivo y de futuro, destinado a ser implantado para la mejora definitiva en el tratamiento de múltiples residuos. Este método es una mezcla de principios conocidos y en procesos patentados, como modelos de utilidad, basado en un principio básico referente a la transformación de la materia:

Cualquier materia puede ser descompuesta en elementos y sustancias básicas y estas a su vez pueden ser utilizadas para componer nuevas materias.

La transformación integral de residuos o "Valorización TIR", puede gestionar y transformar diferentes tipos de residuos, orgánicos e inorgánicos, a continuación se detallan algunos:

1. Fracción orgánica de los residuos urbanos.
2. Múltiples residuos industriales orgánicos e inorgánicos
3. Residuos de ganadería: purines, estiércoles y otros.
4. Residuos agrarios, forestales y de jardines.
5. Lodos residuales procedentes de estaciones depuradoras. E.D.A.R
6. Otros

La transformación integral de residuos está dividida en diferentes procesos, dependiendo del residuo a gestionar, tratar y ser transformado pueden ser desde 3 hasta 11 procesos o fases diferentes; alguno de los cuales son: pretratamiento, homogeneización, digestión anaerobia, separaciones de fases, lixiviación, etc.

Se trata de un compendio de pasos secuenciales mediante los cuales se descompone cualquier sustancia hasta llegar a los elementos más básicos que la forman y que los diferentes procesos permiten; los elementos obtenidos son almacenados y con posterioridad son utilizados para recomponer o producir mediante diferentes reacciones nuevas materias utilizables en diferentes segmentos e industrias.

La Valorización TIR, o valorización real mediante la transformación integral de los residuos, ha sido diseñada y desarrollada íntegramente con fondos privados y dirigida por dos científicos españoles, actualmente la única compañía capacitada para su realización es la consultora y desarrolladora de tecnología medioambiental, que puede visitarse en Morgan AQUA

## 4.3 Agentes químicos

La contaminación del suelo agroindustrial es la presencia de compuestos químicos hechos por el hombre u otra alteración al ambiente natural del suelo. Esta contaminación generalmente aparece al producirse una ruptura de tanques de almacenamiento subterráneo, aplicación de pesticidas, filtraciones de rellenos sanitarios o de acumulación directa de productos industriales. Los químicos más comunes incluyen derivados del petróleo, solventes, pesticidas y otros metales pesados. Éste fenómeno está estrechamente relacionado con el grado de industrialización e intensidad del uso de químicos.

### 4.3.1 Plaguicidas

La población mundial ha crecido en forma abismante en estos últimos 40 a 50 años. Este aumento demográfico exige al hombre un gran desafío en relación con los recursos alimenticios, lo cual implica una utilización más intensiva de los suelos, con el fin de obtener un mayor rendimiento agrícola.

### 4.3.2 Insecticida

Se usan para exterminar plagas de insectos. Actúan sobre larvas, huevos o insectos adultos. Uno de los insecticidas más usados es el DDT, que se caracteriza por ser muy rápido. Trabaja por contacto y es absorbido por la cutícula de los insectos, provocándoles la muerte. Este insecticida puede mantenerse por 10 años o más en los suelos y no se descompone.

Se ha demostrado que los insecticidas organoclorados, como es el caso del DDT, se introducen en las cadenas alimenticias y se concentran en el tejido graso de los animales. Cuanto más alto se encuentre en la cadena -es decir, más lejos de los vegetales- más concentrados estará el insecticida. Por ejemplo si se tiene: En todos los eslabones de la cadena, existirán dosis de insecticida en sus tejidos. Sin embargo, en el carnívoro de 2º orden, el insecticida estará mucho más concentrado.

El problema de la contaminación por plaguicidas es cada vez más grave tanto por la cantidad y diversidad como por la resistencia a ellos que adquieren algunas especies, lo que ocasiona que se requiera cada vez mayor cantidad del plaguicida para obtener el efecto deseado en las plagas. Sin embargo, la flora y fauna oriundas es afectada cada vez más destruyendo la diversidad natural de las regiones en que se usan. Además pueden ser consumidos por el hombre a través de plantas y animales que consume como alimento.

Hay otros insecticidas que son usados en las actividades hortofrutícolas; son biodegradables y no se concentran, pero su acción tóxica está asociada al mecanismo de transmisión del impulso nervioso, provocando en los organismos contaminados una descoordinación del sistema nervioso.

### 4.3.3 Herbicidas

Son un tipo de compuesto químico que destruye la vegetación, ya que impiden el crecimiento de los vegetales en su etapa juvenil o bien ejercen una acción sobre el metabolismo de los vegetales adultos.

### 4.3.4 Fungicidas

Son plaguicidas que se usan para poder combatir el desarrollo de los hongos (fitoparásitos). Contienen los metales azufre y cobre.

### 4.3.5 Actividad minera

La presencia de contaminantes en un suelo supone la existencia de potenciales efectos nocivos para el hombre, la fauna en general y la vegetación. Estos efectos tóxicos dependerán de las características toxicológicas de cada contaminante y de la concentración del mismo. La enorme variedad de sustancias contaminantes existentes implica un amplio espectro de afecciones toxicológicas cuya descripción no es objeto de este trabajo.

De forma general, la presencia de contaminantes en el suelo se refleja de forma directa sobre la vegetación induciendo su degradación, la reducción del número de especies presentes en ese suelo, y más frecuentemente la acumulación de contaminantes en las plantas, sin generar daños notables en éstas. En el hombre, los efectos se restringen a la ingestión y contacto dérmico, que en algunos casos ha desembocado en intoxicaciones por metales pesados y más fácilmente por compuestos orgánicos volátiles o semivolátiles.

Indirectamente, a través de la cadena trófica, la incidencia de un suelo contaminado puede ser más relevante. Absorbidos y acumulados por la vegetación, los contaminantes del suelo pasan a la fauna en dosis muy superiores a las que podrían hacerlo por ingestión de tierra.

Cuando estas sustancias son bioacumulables, el riesgo se amplifica al incrementarse las concentraciones de contaminantes a medida que ascendemos en la cadena trófica, en cuya cima se encuentra el hombre.

Las precipitaciones ácidas sobre determinados suelos originan, gracias a la capacidad intercambiadora del medio edáfico, la liberación del ion aluminio, desplazándose hasta ser absorbido en exceso por las raíces de las plantas, afectando a su normal desarrollo.

En otros casos, se produce una disminución de la presencia de las sustancias químicas en el estado favorables para la asimilación por las plantas. Así pues, al modificarse el pH del suelo, pasando de básico a ácido, el ion manganoso que está disuelto en el medio acuoso del suelo se oxida, volviéndose insoluble e inmovilizándose.

A este hecho hay que añadir que cuando el pH es bajo, las partículas coloidales como los óxidos de hierro, titanio, zinc, etc. que puedan estar presentes en el medio hídrico, favorecen la oxidación del ion manganoso.

Esta oxidación se favorece aún más en suelos acidificados bajo la incidencias de la luz solar en las capas superficiales de los mismos, produciéndose una actividad fotoquímica de las partículas coloidales anteriormente citadas, ya que tienen propiedades semiconductoras.

Otro proceso es el de la biometilización, que es un proceso por el cual reaccionan los iones metálicos y determinadas sustancias orgánicas naturales, cambiando radicalmente las propiedades físico-químicas del metal. Es el principal mecanismo de movilización natural de los cationes de metales pesados.

Los metales que ofrecen más afinidad para este proceso son: mercurio, plomo, arsénico y cromo. Los compuestos argometálicos así formados suelen ser muy liposolubles y salvo casos muy puntuales, las consecuencias de la biometilización natural son irrelevantes, cuando los metales son añadidos externamente en forma de vertidos incontrolados, convirtiéndose realmente en un problema.

Aparte de los anteriores efectos comentados de forma general, hay otros efectos inducidos por un suelo contaminado:

- Degradación paisajística: la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna.
- Pérdida de valor del suelo: económicamente, y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios.

Probablemente, la contaminación aparece por: recibir cantidades de desechos que contienen sustancias químicas tóxicas (en cualquier estado físico: sólidos, líquidos, gaseosos) incompatibles con el equilibrio ecológico; materias radiactivas, no

biodegradables; [materias orgánicas] en descomposición, [microorganismos] peligrosos.

Acontecimientos como:

- "Probar" en atómicos, en decenas de lugares geográficos (por ej., las primeras bombas atómicas inglesas se probaron en Australia), provoca que el suelo contaminado no pueda someterse a procesos de mitigación, por miles de años.
- "Accidentes nucleares" como Chernóbil muestran la increíble y descomunal contaminación de suelos, agua, atmósfera, consecuencia de la falta de sentido común y/o de leyes restrictivas a las potenciales fuentes de contaminación.

Las causas más comunes de contaminación del suelo son:

- Tecnología agrícola nociva (uso de aguas negras ó de aguas de ríos contaminados; uso indiscriminado de pesticidas, plaguicidas y fertilizantes peligrosos en la agricultura).
- Carencia o uso inadecuado de sistemas de eliminación de basura urbana.
- Industria con sistemas antirreglamentarios de eliminación de los desechos.

La contaminación del suelo tiene efectos negativos.

## 4.4 Consecuencias

El insecticida puede mantenerse por 10 años o más en los suelos y no se descomponen. Se ha demostrado que los insecticidas órgano clorados, como es el caso del DDT, se introducen en las cadenas alimenticias y se concentran en el tejido graso de los animales. Cuanto más alto se encuentre en la cadena -es decir, más lejos de los vegetales- más concentrados estará el insecticida. Aparte de los anteriores efectos comentados de forma general, hay otros efectos inducidos por un suelo contaminado: Degradación paisajística: la presencia de vertidos y acumulación de residuos en lugares no acondicionados, generan una pérdida de calidad del paisaje, a la que se añadiría en los casos más graves el deterioro de la vegetación, el abandono de la actividad agropecuaria y la desaparición de la fauna. Pérdida de valor del suelo: económicamente, y sin considerar los costes de la recuperación de un suelo, la presencia de contaminantes en un área supone la desvalorización de la misma, derivada de las restricciones de usos que se impongan a este suelo, y por tanto, una pérdida económica para sus propietarios

## 4.5 Descontaminación

La descontaminación o remediación se analiza utilizando mediciones a campo de la química del

suelo, aplicando modelo de computadora para analizar transporte

Algunas estrategias para la penetración agrícola:

- Excavar el suelo y removerlo a un sitio fuera del contacto con ecosistemas sensibles y/o humanos. Esta técnica se aplica a dragado de cieno con estiércol.
- Aeración del suelo contaminado (atendiendo el riesgo de crear contaminación del aire).
- Biorremediación, con digestión microbiana para ciertos contaminantes orgánicos. Las técnicas usadas en bioremediación incluye agricultura, bioestimulación y bioaumentación de la biota del suelo biología del suelo con microflora disponible comercialmente.
- Extracción de agua freática o de vapor del suelo con un sistema activo electromecánico, con la subsecuente acumulación del contaminante del extracto.
- Concentrado de los contaminantes y enterrado o pavimentado en el lugar.

## 4.6 Basura cero

Basura cero es un concepto de vida urbana sostenible, en el cual la basura no es algo que hay que hacer desaparecer sin importar el costo social o ambiental.

Bajo el enfoque de basura cero, se busca reducir la producción de residuos, reciclar y revalorizar la mayor cantidad posible de materiales, así como promover la fabricación de productos que estén diseñados para ser reusados en el largo plazo.

Su premisa básica es la separación en origen que consiste en que cada ciudadano separe los residuos reciclables de los que no lo son y que pueda desecharlos de manera diferenciada.

La primera ciudad en aplicar este tipo de legislación fue Canberra, Australia que en 1995 se planteó "ningún desecho en el 2010". La ciudad de San Francisco, en Estados Unidos, con 7.000.000 habitantes, también la aplicó al mismo tiempo y logró reducir en un 50% sus residuos urbanos en 10 años.

## 4.7 Reciclaje

Contenedores selectivos de recogida de residuos.

El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de

recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos.

## 4.7.1 Cadena de reciclado

La cadena de reciclado posee varios eslabones:

Origen: que puede ser doméstico o industrial.

Recuperación: que puede ser realizada por empresas públicas o privadas. Consiste únicamente en la recolección y transporte de los residuos hacia el siguiente eslabón de la cadena.

Plantas de transferencia: se trata de un eslabón voluntario o que no siempre se usa. Aquí se mezclan los residuos para realizar transportes mayores a menor coste (usando contenedores más grandes o compactadores más potentes)

Plantas de clasificación (o separación): donde se clasifican los residuos y se separan los valorizables.

Reciclador final (o planta de valorización): donde finalmente los residuos se reciclan (papeleras, plásticos..., se almacenan (vertederos) o se usan para producción de energía (cementeras, biogas, etc.)

Para la separación en origen doméstico se usan contenedores de distintos colores ubicados en entornos urbanos o rurales:

Contenedor amarillo (envases): En éste se deben depositar todo tipo de envases ligeros como los envases de plásticos (botellas, tarrinas, bolsas, bandejas, etc.), de latas (bebidas, conservas, etc.).

Contenedor azul (papel y cartón): En este contenedor se deben depositar los envases de cartón (cajas, bandejas, etc.), así como los periódicos, revistas, papeles de envolver, propaganda, etc. Es aconsejable plegar las cajas de manera que ocupen el mínimo espacio dentro del contenedor.

Contenedor verde claro (vidrio): En este contenedor se deposita vidrio.

Contenedor verde oscuro: En el se depositan el resto de residuos que no tienen cabida en los grupos anteriores, fundamentalmente materia biodegradable.

### 4.7.1.1 Las 3 "R"

El reciclaje se inscribe en la estrategia de tratamiento de residuos de las Tres R

Reducir, acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.

Reusar, acciones que permiten el volver a usar un producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.

Reciclar, el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida.

Son las siglas Reducir, Reutilizar y Reciclar (reduzca, reutilice, recicle). Este concepto hace referencia a estrategias para el manejo de residuos que buscan ser más sustentables con el medio

ambiente y específicamente dar prioridad a la reducción en el volumen de residuos generados.

Se atribuye a Japón la creación de esta idea, que en 2002 introdujo las Políticas para Establecer una Sociedad Orientada al Reciclaje, llevando a cabo diferentes campañas entre organizaciones civiles y órganos gubernamentales para difundir entre ciudadanos y empresas la idea de las 3R. Durante la Cumbre del G8 en junio de 2004, el Primer Ministro del Japón, Koizumi Junichiro, presentó la Iniciativa 3R que busca construir una sociedad orientada hacia el reciclaje. En abril de 2005 se llevó a cabo una asamblea de ministros en la que se discutió con Estados Unidos, Alemania, Francia y otros 20 países la manera en que se puede implementar de manera internacional acciones relacionadas a las 3R.

### 4.7.1.2 Significado de las 3R

Reducir- se refiere reducir el volumen de los residuos. Por ejemplo, consumir productos con empaques más pequeños o empaques elaborados con materiales biodegradables o reciclables.

Reutilizar- se refiere a utilizar los materiales que aún pueden servir, en lugar de desecharlos. Por ejemplo, utilizar botellas de PET o vidrio para almacenar agua, aceites o alimentos.

Reciclar- se refiere a transformar los materiales de desecho para crear nuevos productos. Por ejemplo, transformar botellas de PET de desecho en fibras sintéticas para la confección de prendas.

Aunque estos son los elementos que componen el concepto de 3R, actualmente también se hace referencia a los siguientes conceptos:

Rechazar- rechazar aquellos productos o materiales que se convertirán en basura.

Reparar- aunque se descomponga el producto, se repara para poderse seguir usando.

Repensar- pensar en el momento de la compra si realmente es necesario.

Rentar- rentar en lugar de poseer de manera personal.

Regresar- regresar a distribuidores los artículos cuya vida útil haya terminado, como los teléfonos celulares.

Reformar- rehacer o reconstruir productos como ropa, zapatos, entre otros para que puedan utilizarse nuevamente.

Reconvertir a energía- aquellos residuos que no puedan ser reutilizados, pueden generar energía a través de su incineración.

Debido a la introducción de estos conceptos, hay quienes hablan de 4R ó 5R.

## 4.7.2 Consecuencias

El reciclaje tiene tres consecuencias ecológicas principales:

Reducción del volumen de residuos, y por lo tanto de la contaminación que causarían (algunas materias tardan decenas de años e incluso siglos en degradarse)

Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza

Reducción de costes asociados a la producción de nuevos bienes, ya que muchas veces el empleo de material reciclado reporta un coste menor que el material virgen (como el HDPE reciclado o el cartón ondulado reciclado)

## 4.8 Compostaje

El compost, composta o compuesto (a veces también se le llama abono orgánico) es el producto que se obtiene del compostaje, y constituye un "grado medio" de descomposición de la materia orgánica, que ya es en sí un buen abono. Se denomina humus al "grado superior" de descomposición de la materia orgánica. El humus supera al compost en cuanto abono, siendo ambos orgánicos. La materia orgánica se descompone por vía aeróbica o por vía anaeróbica.

Llamamos "compostaje", al ciclo aeróbico (con alta presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica. Llamamos "metanización" al ciclo anaeróbico (con nula o muy poca presencia de oxígeno) de descomposición de la materia orgánica. El compost es obtenido de manera natural por descomposición aeróbica (con oxígeno) de residuos orgánicos como restos vegetales, animales, excrementos y purines, por medio de la reproducción masiva de bacterias aerobias termófilas que están presentes en forma natural en cualquier lugar (posteriormente, la fermentación la continúan otras especies de bacterias, hongos y actinomicetos). Normalmente, se trata de evitar (en lo posible) la putrefacción de los residuos orgánicos (por exceso de agua, que impide la aireación-oxigenación y crea condiciones biológicas anaeróbicas malolientes), aunque ciertos procesos industriales de compostaje usan la putrefacción por bacterias anaerobias.

El compost se usa en agricultura y jardinería como enmienda para el suelo (ver abono), aunque también se usa en paisajismo, control de la erosión, recubrimientos y recuperación de suelos. Lo estudió el químico alemán Justus von Liebig.

Además de su utilidad directa, el compost implica una solución estratégica y ambientalmente aceptable a la problemática planteada por las grandes concentraciones urbanas (y sus residuos sólidos orgánicos domésticos) y las explotaciones agrícolas, forestales y ganaderas, cuyos residuos orgánicos deben ser tratados. El compostaje es una tecnología alternativa a otras que no siempre son respetuosas de los recursos naturales y el medio ambiente y que además tienen un costo elevado.

### 4.8.1 Agentes de la descomposición

La construcción de pilas o silos para el compostaje tiene como objetivo la generación de un entorno apropiado para el ecosistema de descomposición. El entorno no sólo mantiene a los agentes de la descomposición, sino también a otros que se alimentan de ellos. Los residuos de todos ellos pasan a formar parte del compost.

Los agentes más efectivos de la descomposición son las bacterias y otros microorganismos. También desempeñan un importante papel los hongos, protozoos y actinobacterias (o actinomycetes, aquellas que se observan en forma de blancos filamentos en la materia en descomposición). Ya a nivel macroscópico se encuentran las lombrices de tierra, hormigas, caracoles, babosas, milpiés, cochinillas, etc. que consumen y degradan la materia orgánica.

### 4.8.2 Ingredientes del compost

Cualquier material biodegradable podría transformarse en compostaje una vez transcurrido el tiempo suficiente. No todos los materiales son apropiados para el proceso de compostaje tradicional a pequeña escala. El principal problema es que si no se alcanza una temperatura suficientemente alta los patógenos no mueren y pueden proliferar plagas. Por ello, el estiércol, las basuras y restos animales deben ser tratados en plantas específicas de alto rendimiento y sistemas termofílicos. Estas plantas utilizan sistemas complejos que permiten hacer del compostaje un medio eficiente, competitivo en coste y ambientalmente correcto para reciclar estiércoles, subproductos y grasas alimentarias, lodos de depuración etc.

Este compostaje también se usa para degradar hidrocarburos del petróleo y otros compuestos tóxicos y conseguir su reciclaje. Este tipo de utilización es conocida como biorremediación.

El compostaje más rápido tiene lugar cuando hay una relación (en seco) carbono-nitrógeno de entre 25/1 y 30/1, es decir, que haya entre 25 y 30 veces más carbono que nitrógeno. Por ello muchas veces se mezclan distintos componentes de distintas proporciones C/N. Los recortes de césped tienen una proporción 19/1 y las hojas secas de 55/1. Mezclando ambos a partes iguales se obtiene un materia prima óptima.

También es necesaria la presencia de celulosa (fuente de carbono) que las bacterias transforman en azúcares y energía, así como las proteínas (fuente de nitrógeno) que permiten el desarrollo de las bacterias.

Los restos de comida grasienta, carnes, lácteos y huevos no deben usarse para compostar porque tienden a atraer insectos y otros animales indeseados. La cáscara de huevo, sin embargo, es una buena fuente de nutrientes inorgánicos (sobre

todo carbonato cálcico) para el suelo a pesar de que si no está previamente cocida tarda más de un año en descomponerse.

### 4.8.3 Técnicas de compostaje

Esencialmente hay dos métodos para el compostaje aeróbico: activo o caliente: se controla la temperatura para permitir el desarrollo de las bacterias más activas, matar la mayoría de patógenos y gérmenes y así producir compost útil de forma rápida. pasivo o frío: sin control de temperatura, los procesos son los naturales a temperatura ambiente.

La mayoría de plantas industriales y comerciales de compostaje utilizan procesos activos, porque garantizan productos de mejor calidad en el plazo menor. El mayor grado de control y, por tanto, la mayor calidad, suele conseguirse compostando en un recipiente cerrado con un control y ajuste continuo de temperatura, flujo de aire y humedad, entre otros parámetros. El compostaje casero es más variado, fluctuando entre técnicas extremadamente pasivas hasta técnicas activas propias de una industria. Se pueden utilizar productos desodorantes, aunque una pila bien mantenida raramente produce malos olores.

### 4.8.4 Microorganismos, temperatura y humedad de la pila

Una pila de compost efectiva debe tener una humedad entre el 40 y el 60%. Ese grado de humedad es suficiente para que exista vida en la pila de compost y las bacterias puedan realizar su función. Las bacterias y otros microorganismos se clasifican en grupos en función de cuál es su temperatura ideal y cuánto calor generan en su metabolismo. Las bacterias mesofílicas requieren temperaturas moderadas, entre 20 y 40°C. Conforme descomponen la materia orgánica generan calor.

Lógicamente, es la zona interna de la pila la que más se calienta. Las pilas de compost deben tener, al menos, 1 m de ancho por 1 m de alto y la longitud que sea posible. Así se consigue que el propio material aisle el calor generado. Hay sistemas que permiten pilas mucho más anchas y más altas. Así se puede hacer composta de una tonelada de residuos en un metro cuadrado. La aireación pasiva se ejecuta por medio de un piso falso. Tampoco necesita un volteo del material en degradación.

La temperatura ideal está alrededor de los 60°C. Así la mayoría de patógenos y semillas indeseadas mueren a la par que se genera un ambiente ideal para las bacterias termofílicas, que son los agentes más rápidos de la descomposición. De hecho, el centro de la pila debería estar caliente (tanto como para llegar a quemar al tocarlo con la mano). Si

esto no sucede, puede estar pasando alguna de las siguientes cosas:

Hay demasiada humedad en la pila por lo que se reduce la cantidad de oxígeno disponible para las bacterias.

La pila está muy seca y las bacterias no disponen de la humedad necesaria para vivir y reproducirse. No hay suficientes proteínas (material rico en nitrógeno)

La solución suele pasar por la adición de material o el volteo de la pila para que se airee.

Dependiendo del ritmo de producción de compost deseado la pila puede ser volteada más veces para llevar a la zona interna el material de las capas externas y viceversa, a la vez que se airea la mezcla. La adición de agua puede hacerse en ese mismo momento, contribuyendo a mantener un nivel correcto de humedad. Un indicador de que ha llegado el momento del volteo es el descenso de la temperatura debido a que las bacterias del centro de la pila (las más activas) han consumido toda su fuente de alimentación. Llega un momento en que la temperatura deja de subir incluso inmediatamente después de que la pila haya sido removida. Eso indica que ya no es necesario voltearla más. Finalmente todo el material será homogéneo, de un color oscuro y sin ningún parecido con el producto inicial.

Entonces está listo para ser usado. Hay quien prefiere alargar la maduración durante incluso un año más, ya que, aunque no está demostrado, puede que los beneficios del compost así producido sean más duraderos.

### 4.8.5 Otros componentes

A veces se añaden otros ingredientes con el fin de enriquecer la mezcla final, controlar las condiciones del proceso o de activar los microorganismos responsables del mismo. Espolvorear cal en pequeñas cantidades puede controlar la aparición de un excesivo grado de acidez que reduzca la velocidad de fermentación. Las algas proporcionan importantes micronutrientes. Algunas rocas pulverizadas proporcionan minerales, al contrario que la arcilla.

La fracción de estiércol puede provenir de heces humanas. No obstante, el riesgo de que no se alcancen temperaturas suficientemente altas para eliminar los patógenos hace que no suelen utilizarse en cultivos alimentarios. Tampoco se recomienda en el compostaje casero la utilización en general de heces de animales carnívoros pues contienen patógenos difícilmente eliminables. Aun así pueden ser útiles para el abonado de árboles, jardines, etc. Compostaje con lombrices

Se puede obtener vermicompost como producto de excreción de la lombriz roja u otros miembros de la

familia Lumbricidae. Estos organismos se alimentan de residuos orgánicos y los transforman en un producto rico en nutrientes y microbios del suelo utilizado para fertilizar o enriquecer la tierra como medio de cultivo. Existe una actividad llamada lombricultura, que trata las condiciones de cría, reproducción y supervivencia de estas lombrices. Incluso existe un mercado mundial para comercializarlas. La vermicultura se puede practicar en pequeña escala dentro de las casas tanto como en gran escala.

## 5 CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

La contaminación lumínica puede definirse como la emisión de flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones, rangos espectrales u horarios innecesarios para la realización de las actividades previstas en la zona en la que se instalan las luces.

Un ineficiente y mal diseñado alumbrado exterior, la utilización de proyectores y cañones láser, la inexistente regulación del horario de apagado de iluminaciones publicitarias, monumentales u ornamentales, etc., generan este problema cada vez más extendido.

La contaminación lumínica tiene como manifestación más evidente el aumento del brillo del cielo nocturno, por reflexión y difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire, de forma que se altera su calidad y condiciones naturales hasta el punto de hacer desaparecer estrellas y demás objetos celestes.

Es indudable que el alumbrado exterior es un logro que hace posible desarrollar múltiples actividades en la noche, pero es imprescindible iluminar de forma adecuada, evitando la emisión de luz directa a la atmósfera y empleando la cantidad de luz estrictamente necesaria allí donde necesitamos ver. Toda luz enviada lateralmente, hacia arriba o hacia los espacios en donde no es necesaria no proporciona seguridad ni visibilidad y es un despilfarro de energía y dinero.

Sobre este grave problema, hasta el momento, existe escasa conciencia social, pese a que genera numerosas y perjudiciales consecuencias como son el aumento del gasto energético y económico, la intrusión lumínica, la inseguridad vial, el dificultar el tráfico aéreo y marítimo, el daño a los ecosistemas nocturnos y la degradación del cielo nocturno, patrimonio natural y cultural, con la consiguiente pérdida de percepción del Universo y los problemas causados a los observatorios astronómicos.

Estos perjuicios no se limitan al entorno del lugar donde se produce la contaminación —poblaciones, polígonos industriales, áreas comerciales, carreteras, etc.—, sino que la luz se difunde por la

atmósfera y su efecto se deja sentir hasta centenares de kilómetros desde su origen.

Desde comienzos de los años 1980 existen diferentes movimientos organizados de gente preocupada por este problema y que promueven campañas de prevención de la contaminación lumínica. Es posible aplicar medidas que, manteniendo un correcto nivel de iluminación, llevarían a prevenir el problema de la contaminación lumínica como las siguientes:

a) Impedir que la luz se emita por encima de la horizontal y dirigirla sólo allí donde es necesaria. Emplear de forma generalizada luminarias apantalladas cuyo flujo luminoso se dirija únicamente hacia abajo.

b) Usar lámparas de espectro poco contaminante y gran eficiencia energética, preferentemente de vapor de sodio a baja presión (VSBP) o de vapor de sodio a alta presión (VSAP), con una potencia adecuada al uso.

c) Iluminar exclusivamente aquellas áreas que lo necesiten, de arriba hacia abajo y sin dejar que la luz escape fuera de estas zonas

d) Ajustar los niveles de iluminación en el suelo a los recomendados por organismos como el Instituto Astrofísico de Canarias<sup>1</sup> o la Comisión Internacional de Iluminación.

e) Regular el apagado de iluminaciones ornamentales, monumentales y publicitarias.

f) Prohibir los cañones de luz o láser y cualquier proyector que envíe la luz hacia el cielo.

g) Reducir el consumo en horas de menor actividad, mediante el empleo de reductores de flujo en la red pública o el apagado selectivo de luminarias. Apagar totalmente las luminarias que no sean necesarias.

Para medir la calidad del cielo, se utilizan escalas como por ejemplo la escala de cielo oscuro de Bortle.

El 20 de abril de 2007 se promulgó la Declaración de la Palma por el derecho a observar las estrellas, con el apoyo de la Unesco.

## 6 CONTAMINACIÓN VISUAL

La contaminación visual es un tipo de contaminación que parte de todo aquello que afecte o perturbe la visualización de sitio alguno o rompan la estética de una zona o paisaje, y que puede incluso llegar a afectar a la salud de los individuos o zona donde se produzca el impacto ambiental.

Se refiere al abuso de ciertos elementos “no arquitectónicos” que alteran la estética, la imagen del paisaje tanto rural como urbano, y que generan,



a menudo, una sobreestimulación visual agresiva, invasiva y simultánea.

Dichos elementos pueden ser carteles, cables, chimeneas, antenas, postes y otros elementos, que no provocan contaminación de por sí; pero mediante la manipulación indiscriminada del hombre (tamaño, orden, distribución) se convierten en agentes contaminantes.

Una salvaje sociedad de consumo en cambio permanente que actúa sin conciencia social, ni ambiental es la que avala (o permite) la aparición y sobresaturación de estos contaminantes. Esto se evidencia tanto en poblaciones rurales como en aglomeraciones urbanas de mayor densidad. Pero lógicamente es en las metrópolis, donde todos estos males se manifiestan más crudamente.

Todos estos elementos descriptos influyen negativamente sobre el hombre y el ambiente disminuyendo la calidad de vida.

La cartelería publicitaria es el agente más notorio por su impacto inmediato, creando una sobreestimulación en el ser humano mediante la información indiscriminada, y los múltiples mensajes que invaden la mirada. Así el hombre percibe un ambiente caótico y de confusión que lo excita y estimula, provocándole una ansiedad momentánea mientras dura el estímulo.

La simultaneidad de estos estímulos a la que se ven sometidos, por ejemplo, los automovilistas, pueden llegar a transformarse en disparadores de accidentes de tránsito. Dado que pueden llegar a generar distracción, e incluso a imposibilitar la percepción de las señales indicadoras de tránsito. Esta situación, inevitablemente, actúa también en detrimento de los mismos medios de comunicación, mimetizando los diferentes signos y señales a que se somete a los individuos, camuflándose mutuamente y perdiendo fuerza la clara lectura del mensaje.

Pero estos agentes también afectan notoriamente al espacio físico.

Se ven así fachadas destruidas u ocultas por la superposición de carteles, estructuras metálicas y chimeneas. La arquitectura aparece desvalorizada y miniaturizada. El cielo oculto por cables y antenas. El espacio público desvirtuado e invadido por postes, sostenes de carteles, refugios; el tránsito peatonal entorpecido; y la vegetación destruida. Este panorama es terriblemente agresivo para el hombre común, imaginemos cuánto lo es para un discapacitado, niño o anciano.

Esta situación no sólo atenta contra la belleza del espacio urbano, sino también sobre la lectura poco clara que tienen los individuos del mismo, dificultando la identificación del habitante con su ciudad.

Una ciudad con contaminación visual denota un estado con falta de política para la ciudad, con una regulación deficitaria o inexistente del espacio público y privado. Así las ciudades se convierten en escenarios de millones de decisiones individuales despreocupadas por su entorno, que conviven formando un caos difícil de asimilar por el ojo humano.