

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL



Uno de los principales y más graves problemas al que se enfrenta el hombre en la actualidad es la contaminación del agua, aire y suelo; y es en las últimas décadas que ha empezado a sufrir las consecuencias de este deterioro ambiental, el cual rebasa las fronteras de un país, volviéndose un problema a nivel mundial.

La contaminación es básicamente un cambio indeseable en las características físicas, químicas o biológicas del ambiente natural, producido sobre todo por la actividad humana. Aunque existe también cierta contaminación natural generada por ejemplo por las erupciones volcánicas y los incendios forestales. La contaminación en un sentido práctico es el resultado de la ineficiencia de los procesos desarrollados por el hombre, ya que la extracción de materias primas, la fabricación de un producto, la energía necesaria para el proceso de fabricación, la distribución de productos, los envases y empaques para su comercialización y el producto mismo generan una considerable cantidad de desperdicios que ya no son útiles (aguas residuales, emisiones a la atmósfera, residuos sólidos), y la naturaleza no tiene la capacidad de degradar a muchos de ellos debido a sus características químicas complejas, permaneciendo en el ambiente durante años.

El ambiente se ha tratado siempre como una entidad separada, distinta de la especie humana, sin darse cuenta cabalmente el ser humano de que formamos parte integral de muchos ecosistemas terrestres, acuáticos y aéreos en el cual todos sus componentes tanto físicos como biológicos (incluyendo a la especie humana) están interrelacionados y son interdependientes. Este concepto de la separación es responsable, en parte, del deterioro actual del planeta Tierra.

¿En qué consiste la contaminación del suelo?

La contaminación del suelo consiste en la incorporación en el suelo de materias extrañas como sustancias químicas, residuos industriales y de otros tipos que al acumularse en concentraciones tales deterioran la calidad del suelo y repercuten negativamente en su comportamiento, haciéndolo inútil para los usos pretendidos y provocando la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

Los problemas relacionados con la contaminación del suelo recientemente han adquirido más relevancia, porque ha surgido mayor conocimiento del riesgo potencial que representa para la salud pública y el ambiente, así como por el tamaño del problema y del costo que implica su restauración.





Esta contaminación genera serios problemas de salud a la población y daños al ambiente por la posible transferencia de sustancias químicas a los diferentes medios, tales como agua superficial y subterránea, sedimentos y aire; así como la imposibilidad de usar el suelo de acuerdo con los fines a los que está destinado.

¿Cuáles son las funciones del suelo?

El suelo es de vital importancia para sustentar la vida terrestre y entre sus principales funciones se encuentran las siguientes:

- Filtro regulador durante la recarga de acuíferos y protección de éstos.
- Medio para la producción de alimentos agrícolas y pecuarios.
- Productor de recursos forestales.
- Hábitat biológico y reserva para la preservación de especies.
- Lugar donde se llevan a cabo los ciclos biológicos, biogeoquímicos y de la red trófica.
- Base física para la construcción de edificaciones y servicios

¿Cuáles son las principales causas de contaminación del suelo?

Los suelos se contaminan principalmente a través de actividades industriales y agrícolas (plaguicidas), por prácticas ambientalmente inadecuadas de disposición de residuos y por derrames accidentales de sustancias químicas, en especial durante su transporte. Las principales causas de contaminación del suelo son:

- Disposición inadecuada de residuos peligrosos
- Fugas de tanques y contenedores subterráneos
- Fugas de tuberías y ductos
- Lixiviación de materiales en sitios de almacenamiento, rellenos sanitarios y tiraderos a cielo abierto
- Derrames accidentales de sustancias químicas (durante su transporte)
- Aplicación de sustancias en el suelo, tales como agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes)
- Aguas residuales descargadas sin tratamiento previo
- Fugas de alcantarillados

Durante años, la disposición irresponsable e inadecuada de residuos peligrosos en múltiples lugares sin control ha ocasionado un grave problema de contaminación de suelos. Los lugares donde más frecuentemente se depositan estos residuos son terrenos baldíos, patios traseros de las industrias, tiraderos municipales, barrancas, derechos de vía de carreteras, drenajes municipales y cuerpos de agua, lo cual provoca también el deterioro del aire y del agua superficial y subterránea como consecuencia de la migración de los contaminantes desde el suelo hacia estos medios. Otras prácticas comúnmente usadas durante décadas para disponer los residuos químicos industriales consiste en colocarlos en tambos y enterrarlos, o bien abandonar los residuos en tanques y contenedores, produciendo todo esto contaminación en los suelos, porque los tambos, tanques y contenedores se corroen y su contenido se fuga al ambiente.

¿Cuáles son las consecuencias de la contaminación del suelo?

La contaminación del suelo tiene serias consecuencias ambientales, por ejemplo concentraciones altas de contaminantes eliminan a los microorganismos del suelo volviéndolo estéril, lo cual a su vez impide que crezca la vegetación. Los efectos a la salud humana ocurren cuando la tierra contaminada se vuelve a utilizar, especialmente si los nuevos usuarios no tienen conocimiento de que el sitio está contaminado y, por ejemplo, se hacen desarrollos habitacionales o la población está en contacto con este suelo de manera accidental. El uso agrícola de suelo contaminado también ocasiona problemas a la salud si los contaminantes se transfieren a los cultivos y al ganado, entrando de esta manera a la cadena alimenticia, produciendo diferentes efectos al organismo dependiendo de las sustancias químicas involucradas.

La contaminación del suelo también tiene impactos ecológicos, por ejemplo; los metales además de sus posibles efectos a la salud humana ocasionan impactos adversos sobre las comunidades de microorganismos y hongos en el suelo. Asimismo, varios contaminantes son capaces de dañar los cimientos de las construcciones. El lixiviado de sustancias químicas a partir de sitios de almacenamiento y tiraderos de basura, hacia el agua subterránea es una consecuencia muy seria de la contaminación del suelo, ya que provoca la contaminación del agua potable y en ocasiones se disemina a considerables distancias entrando de esta manera en contacto con el hombre.

¿Cuáles son los principales contaminantes del suelo?

De manera genérica se puede considerar que los contaminantes presentes en el suelo son: hidrocarburos del petróleo (petróleo crudo, combustóleo, diesel, asfaltos, etc), metales pesados provenientes de actividades mineras, beneficio de metales y residuos peligrosos (cadmio, mercurio, plomo, cromo, etc), compuestos orgánicos volátiles, semivolátiles y persistentes, plaguicidas y fertilizantes, y bifenilos policlorados.

¿Cuáles son las tecnologías de restauración de suelo contaminado?

Las técnicas para restauración de suelo contaminado se han desarrollado en los últimos años, principalmente como resultado de las acciones por parte de los gobiernos, como es la expedición de leyes y reglamentos que hacen responsables a los propietarios de las industrias o de la tierra, de la contaminación que ocasionan sus actividades, exigiéndoles la limpieza del suelo contaminado. No obstante, la experiencia sobre restauración de suelo es muy reciente incluso en los países desarrollados.

Actualmente las principales técnicas para restauración de suelos son las siguientes:

- *Incineración.* el suelo contaminado se expone a calor excesivo en un incinerador que puede ser un horno rotatorio o de lecho fluidizado. Involucra la destrucción térmica de los contaminantes por calentamiento. Se generan cenizas que deben disponerse en rellenos sanitarios o sitios adecuados.





- *Estabilización/solidificación.* es una técnica para fijar o modificar químicamente los contaminantes mediante su inmovilización previendo así la migración al ambiente. Consiste en mezclar el suelo con reactivos y materiales para estabilizar y/o encapsular los compuestos químicos produciendo un bloque monolítico de alta rigidez.
- *Vitrificación.* se emplea calor para convertir el material contaminado en un producto cristalino químicamente inerte y estable parecido al vidrio. Se introducen electrodos dentro del suelo contaminado, se aplica una corriente eléctrica muy alta y el suelo se funde por la elevada temperatura.
- *Biorremediación.* es un proceso biológico que consiste en el uso de microorganismos (hongos, bacterias y levaduras) para degradar las sustancias peligrosas del suelo formando compuestos no tóxicos como agua, bióxido de carbono, ácidos grasos y otros productos inocuos.
- *Lavado de suelo.* consiste en excavar el suelo del área contaminada, tamizarlo para separar objetos grandes y rocas, y después se lava con agua o una solución acuosa para remover los contaminantes. El efluente contaminado se recupera, se trata y se recicla o se dispone. Se pueden emplear tensoactivos o ácidos para ayudar a la remoción.
- *Extracción con vapor.* se emplea la aireación para remover los compuestos orgánicos volátiles presentes en la zona no saturada del sitio contaminado. Consiste en la inyección de aire limpio que fluye dentro de la zona no saturada del suelo, el aire arrastra los compuestos orgánicos volátiles en fase vapor que se encuentran en los poros, después el aire se extrae aplicando vacío. Es útil para derrames recientes, también se conoce como venteo de suelo y extracción con vacío.
- *Desorción térmica.* es un proceso de separación con calor a baja temperatura (93 a 482 °C), diseñado para remover contaminantes orgánicos por evaporación. El suelo se calienta mediante inyección de vapor, por calentamiento directo, calentamiento indirecto a través de las paredes de un horno o por calentamiento libre de oxígeno en un horno sellado.
- *Tratamiento químico.* consiste en emplear sustancias químicas para transformar los contaminantes presentes en el suelo. Consisten en oxidación, reducción, neutralización o deshalogenación.

¿En qué consiste la contaminación del aire?

La contaminación del aire se puede definir como la presencia en la atmósfera de uno o más sustancias o sus combinaciones en cantidades tales y con tal duración que afecten la salud humana; así como, la vida de los animales y las plantas.

El aire se contamina principalmente como consecuencia de la actividad humana debido a los procesos de combustión, la actividad industrial que libera contaminantes a la atmósfera y la agricultura, pero también por procesos naturales como erupciones volcánicas e incendios forestales.



La contaminación del aire representa una de las mayores amenazas para la salud humana porque tenemos más posibilidades de estar expuestos a ella, ya que el hombre respira constantemente para sobrevivir, inhalando de esta manera los contaminantes.

¿Por qué se contamina el aire?

La causa principal de la contaminación del aire es la combustión. Cuando ocurre la combustión completa el hidrógeno y el carbono del combustible se combinan con el oxígeno del aire para producir calor, luz, bióxido de carbono y vapor de agua. Sin embargo, las impurezas del combustible, una relación incorrecta entre el combustible y el aire o temperaturas de combustión muy altas o muy bajas son causa de la formación de productos secundarios, tales como monóxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, cenizas e hidrocarburos no quemados, todos ellos contaminantes del aire. Esta combustión ocurre tanto en las industrias como en los diferentes tipos de transporte tales como automóviles, camiones, autobuses, motocicletas ferrocarriles y aviones.

Otra causa importante de contaminación del aire se debe a las emisiones industriales como consecuencia de los diferentes procesos de fabricación, tales como humos y vapores de azufre de la industria petroquímica, partículas de la industria minera y vapores de metales provenientes de la producción de metales.

Procesos naturales como incendios forestales, descomposición de la vegetación, tormentas de polvo y erupciones volcánicas también contaminan el aire. Aunque la producción de muchos gases y materia particulada es mayor cuando proviene de fuentes naturales que cuando procede de fuentes producidas por el hombre, la distribución y dispersión globales de dichos contaminantes resultan en concentraciones promedio bajas. Sin embargo, los contaminantes producidos por el hombre se concentran por lo general en regiones geográficas de poca extensión, por tanto la mayor parte de la contaminación del aire la provoca el hombre.

¿Cuáles son los contaminantes del aire?

Los contaminantes del aire provienen de muchas fuentes y se emiten bajo diferentes formas, pero se pueden clasificar en dos amplias clases: las partículas y, los gases y vapores. De esta manera los contaminantes del aire son:

- Materia particulada o partículas
- Compuestos que contienen azufre (SO_2 , H_2S , SO_3 , H_2SO_4 ,)
- Compuestos orgánicos (compuestos que contienen carbono, cetonas, aldehídos, ácidos)
- Compuestos que contienen nitrógeno (NO , NH_3 , NO_2)
- Monóxido de carbono (CO)
- Compuestos halogenados (HCl , HF)
- Compuestos radiactivos

¿Qué es la materia particulada o partículas?

Las partículas consisten en materias sólidas y líquidas, dispersas y arrastradas por el aire mayores a una molécula individual ($0.0002 \mu\text{m}$ de diámetro) pero menores a $500 \mu\text{m}$.





- Las partículas se dividen de acuerdo con su tamaño en
- Polvo fino (menor de 100 μm de diámetro)
- Polvo grueso (más de 100 μm de diámetro)
- Vapores (0.001 – 1 μm de diámetro)
- Neblinas (0.1 – 10 μm de diámetro)

Las partículas sólidas que existen en la atmósfera son generadas por la combustión de combustibles como el carbón y el combustóleo en hornos estacionarios, y por la combustión de la gasolina, diesel y combustible en los motores de fuentes móviles. Los procesos de fabricación como el molido, fundición y trituración también contribuyen a la contaminación del aire.

¿Qué peligro representan las partículas?

Las partículas presentan un riesgo para los pulmones; incrementan las reacciones químicas en la atmósfera; reducen la visibilidad; aumentan la posibilidad de la precipitación, la niebla y las nubes; reducen la radiación solar, con los cambios en la temperatura ambiental y en las tasas biológicas de crecimiento de las plantas; y ensucian las superficies de las construcciones y de diversos materiales.

Las partículas, solas o en combinación con otros contaminantes representan un peligro muy grave para la salud, pueden tener un efecto tóxico de una o más de las siguientes maneras:

- La partícula puede ser intrínsecamente tóxica debido a sus características químicas y/o físicas.
- La partícula puede interferir con uno o más de los mecanismos del aparato respiratorio.
- La partícula puede actuar como un conductor de una sustancia tóxica absorbida.

¿Qué es el monóxido de carbono (CO)?

Es un gas incoloro e inodoro. Es muy estable y tiene una vida media en la atmósfera de 2 a 4 meses. Muchos estudios demuestran que altas concentraciones de monóxido de carbono (> 750 ppm) pueden causar cambios fisiológicos y patológicos y finalmente, la muerte. El monóxido de carbono es un veneno que inhalado priva a los tejidos del cuerpo del oxígeno que necesitan.

El monóxido de carbono es generado principalmente por la combustión incompleta de los combustibles carbonáceos en motores de automóviles y unidades de calefacción.

¿Qué son los óxidos de azufre (SOx)?

El dióxido de azufre y trióxido de azufre son los óxidos dominantes del azufre presentes en la atmósfera. El dióxido de azufre es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo. Se convierte parcialmente a trióxido de azufre, ácido sulfúrico y/o a sus sales mediante procesos fotoquímicos o catalíticos en la atmósfera. El trióxido de azufre forma ácido sulfúrico con la humedad del aire. Los óxidos de azufre en combinación con las partículas y la humedad del aire producen los efectos más perjudiciales atribuidos a la contaminación atmosférica del aire.



El dióxido de azufre provoca bronco-constricción, la mayoría de las personas muestran reacción al SO_2 a concentraciones de 5 ppm o mayores. El ácido sulfúrico es un irritante mucho más potente para el hombre que el dióxido de azufre.

La principal fuente de los óxidos de azufre proviene del consumo de combustibles que contengan azufre. Algunos compuestos de azufre se liberan a la atmósfera durante el procesamiento de minerales y de los procesos de fabricación que utilizan ácido sulfúrico.

¿Qué son los hidrocarburos y los óxidos de nitrógeno (NOx)?

Los hidrocarburos no quemados, en combinación con los óxidos de nitrógeno y en presencia de la luz solar, forman oxidantes fotoquímicos, componentes del neblumo fotoquímico, que tienen efectos adversos en la salud del hombre y de las plantas.

De los óxidos de nitrógeno, el óxido nítrico (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO_2) son los más importantes contaminantes del aire. El dióxido de nitrógeno actúa como un fuerte irritante y a iguales concentraciones es más dañino que el NO, además puede reaccionar con la humedad presente en la atmósfera para formar ácido nítrico.

Los hidrocarburos no quemados son el resultado de la combustión incompleta de los combustibles y durante la refinación del petróleo. Una porción relativamente pequeña proviene de otras operaciones como la limpieza en seco y la limpieza de las piezas manufacturadas.

Los óxidos de nitrógeno se forman en un proceso de combustión cuando el nitrógeno del aire o del combustible se combina con el oxígeno a elevadas temperaturas. Una pequeña cantidad de estos óxidos es liberada en las plantas que emplean o fabrican ácido nítrico.

¿Cuáles son los oxidantes fotoquímicos?

Los agentes fotoquímicos son el ozono, el nitrato de peroxiacetilo, el nitrato de peroxibencilo y otras trazas de sustancias oxidantes. El ozono es el principal agente fotoquímico considerado como contaminante secundario ya que no se libera como tal a partir de una fuente directa, sino que se origina por las reacciones que tienen lugar en la atmósfera entre los óxidos de nitrógeno y los hidrocarburos no quemados en presencia de la luz solar.

El ozono reacciona con mucha facilidad y se combina con casi todas las sustancias que entran en contacto con él. Es irritante para el sistema respiratorio, ya que produce constricción del pecho e irritación de la membrana mucosa; ocasiona dolores de cabeza, dificultad para respirar e irritación ocular.

¿Qué es el neblumo?

Neblumo es el nombre que usualmente se le da a aquella forma de contaminación del aire que se origina de la interacción de la luz solar con varios constituyentes de la atmósfera, se caracteriza por un nivel relativamente alto de oxidantes que irritan ojos y garganta, y dañan plantas y diversos materiales parecidos al hule; también los olores y la disminución de la visibilidad son característicos del neblumo, también se le conoce como smog fotoquímico.



¿Qué equipo de control de aire contaminado existe?

Mediante la precipitación, oxidación y absorción en los océanos y el suelo, la atmósfera se puede limpiar por sí sola si se le da el tiempo suficiente; sin embargo la tasa a la que se descargan los contaminantes a la atmósfera en regiones densamente pobladas, excede a veces la tasa de limpieza de la atmósfera.

En el caso de los medios de transporte se emplean principalmente diferentes tipos de filtros para partículas y para humos y vapores los convertidores catalíticos.

Para evitar la contaminación del aire se emplean diferentes equipos para tratar las emisiones gaseosas de las industrias antes de descargarlas a la atmósfera. El tratamiento del aire se divide en equipo para partículas, y para gases y vapores; estos equipos se utilizan en las instalaciones industriales.

¿Qué equipos para remoción de partículas existen?

- Cámaras de sedimentación por gravedad.- se emplea la fuerza gravitacional para remover las partículas en cámaras de sedimentación, cuando las partículas son mayores a 50 μm si tienen baja densidad y tan pequeñas como 10 μm cuando son partículas densas.
- Separadores ciclónicos (centrífugos).- los separadores ciclónicos son dispositivos purificadores del gas que emplean una fuerza centrífuga generada haciendo girar una corriente de gas con el fin de separar las partículas (sólidas o líquidas) del gas que las transporta.
- Colectores húmedos.- se utiliza un líquido, por lo general agua, para capturar las partículas o para aumentar el tamaño de los aerosoles, lo que facilita la remoción del contaminante de la corriente de gas.
- Filtros de tela.- es un de los métodos más antiguos y de uso más generalizado, el filtro consiste en cualquier estructura porosa compuesta de material granular o fibroso que tiende a retener las partículas conforme pasa el gas que lo arrastra, a través de los espacios vacíos del filtro.
- Precipitadores electrostáticos.- su operación se basa en la mutua atracción entre las partículas con una carga eléctrica y un electrodo colector de polaridad opuesta.

¿Cuáles son las técnicas de control de gases y vapores que existen?

- a) Adsorción con un sólido selectivo.- es un proceso de separación que se basa en la capacidad que tienen ciertos sólidos para remover en forma preferencial, componentes gaseosos (o líquidos) de una corriente. Las moléculas del gas o vapor contaminantes, presentes en una corriente residual se acumulan en la superficie del material sólido.
- b) Absorción por solventes líquidos.- consiste en poner en contacto el gas efluente impuro con el líquido limpiador y separar posteriormente el gas limpio del líquido contaminado. En el



proceso de limpieza, el gas contaminante es absorbido por el líquido de limpieza, también es conocida esta operación como lavado.

- c) Incineración.- es un proceso de combustión que se utiliza para remover contaminantes combustibles del aire (gases, vapores u olores). La incineración por flama directa es un método por el cual los gases residuales se queman directamente en una cámara de combustión, con o sin adición de combustible adicional.
- d) Tratamiento biológico.- existen tres tecnologías principales de tratamiento biológico de gases: los biolavadores, las columnas empacadas, también llamadas filtros percoladores, y los biofiltros.

En el biolavado primero el gas contaminado entra en contacto con una fase líquida que absorbe los contaminantes. Después el líquido se trata mediante un proceso biológico tradicional como lodos activados.

Filtros percoladores el gas contaminado y un medio de cultivo líquido circulan a contracorriente a través de una columna que contiene un soporte inorgánico sobre el cual crece una película de microorganismos capaz de depurar el gas contaminado.

La biofiltración consiste en un soporte orgánico (aserrín, turba, composta, etc.) que provee los nutrientes necesarios para el crecimiento de microorganismos. El aire contaminado pasa a través del lecho y los microorganismos presentes en la superficie del soporte degradan los contaminantes.

¿Qué es el efecto invernadero?

Cuando la luz solar llega a la Tierra, calienta su superficie, la cual irradia este calor como radiación infrarroja. El vapor de agua y el bióxido de carbono principalmente y en menor proporción otros gases atmosféricos como metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos y el ozono, absorben parte de la energía irradiada, en lugar de dejarla pasar por la atmósfera hacia el espacio, provocando un aumento de la temperatura del planeta, este fenómeno se conoce como efecto invernadero.



¿En qué consiste la contaminación del agua?

La contaminación del agua consiste en el ingreso de sustancias ajenas a ella llamadas contaminantes las cuales modifican las propiedades fisicoquímicas del agua. Cuando los contaminantes ingresan a un cuerpo de agua, se inicia un proceso de degradación que puede llegar a niveles tales que sea necesario suspender su consumo humano y todo tipo de actividad productiva y recreativa relacionada con ella.



¿Cuáles son los principales usos del agua?

El agua es un recurso esencial de la vida, indispensable para lograr un cierto nivel de desarrollo de cualquier país, empleándose para:

- Consumo humano
- Actividades industriales
- Riego agrícola
- Navegación
- Elaboración de alimentos
- Recreación
- Producción de energía eléctrica
- Acuicultura

¿Cómo se clasifica el agua?

El agua se clasifica en aguas superficiales que incluyen ríos, arroyos, lagos y estuarios y en agua subterránea es decir aquella que llena los poros o grietas de las rocas que están por debajo de la superficie terrestre, formando los llamados acuíferos.

¿Cuáles son las principales causas de contaminación del agua?

El agua superficial se contamina principalmente por el vertido de aguas residuales industriales y domésticas, y por la disposición de residuos. Mientras que el agua subterránea se contamina por las actividades que contaminan al suelo y al subsuelo, como la disposición de residuos peligrosos, los derrames accidentales de sustancias peligrosas y la aplicación de plaguicidas, ya que estos contaminantes migran a través del suelo hasta llegar al agua subterránea contaminándola. De esta manera las principales causas de contaminación del agua son:

- Descargas de aguas residuales municipales
- Descargas de aguas residuales industriales
- Derrames de sustancias químicas
- Disposición de residuos peligrosos
- Esguimientos superficiales agrícolas, urbanos, mineros y silvícolas
- Infiltraciones hacia el agua subterránea

¿Puede un sistema natural purificar el agua?

Los ríos, arroyos y lagos tienen la capacidad de purificarse por sí solos, en el caso de algunos contaminantes como los compuestos orgánicos gracias a la descomposición natural por acción microbiana (biodegradación), siempre y cuando las descargas de contaminantes sean pocas, esporádicas y en pequeñas concentraciones. Cuando las descargas son continuas, y en grandes concentraciones y volúmenes, el sistema pierde su capacidad de autodepuración, originando con el tiempo cuerpos de agua que ya no pueden sustentar vida (peces, algas, etc.).



¿Cuáles son los contaminantes más comunes del agua?

Los contaminantes presentes en el agua son materia orgánica, sólidos suspendidos, compuestos y solventes orgánicos, metales pesados, colorantes, compuestos inorgánicos, grasas y aceites, plaguicidas, fertilizantes, detergentes, cloruros y microorganismos patógenos, entre los más importantes.

¿Cuáles son los principales procesos de tratamiento de las aguas residuales?

La principal forma de evitar la contaminación del agua es suspendiendo la descarga de contaminantes y de aguas residuales tanto industriales como domésticas. Así como dando tratamiento a estas aguas residuales para que estén en condiciones de ser vertidas a un cuerpo de agua superficial.

Se emplean diversos métodos de tratamiento del agua residual que permiten eliminar los contaminantes presentes hasta alcanzar un nivel de calidad que depende de los usos a los cuales será destinada el agua residual tratada.

El tratamiento del agua residual tanto doméstica como industrial se lleva a cabo en una planta de tratamiento mediante uno o la combinación de varios de los siguientes procesos, los cuales se clasifican en tratamiento primario, secundario y terciario:

Cribado o rejillas	}	Tratamiento primario
Desarenadores		
Desgrasadores		
Sedimentadores primarios		
Procesos químicos	}	Tratamiento secundario
Tratamiento biológico		
Sedimentadores secundarios		
Desinfección	}	Tratamiento terciario
Ósmosis inversa		
Intercambio iónico		

Tratamiento primario.- su objetivo consiste en la separación por medios físicos de las partículas en suspensión que lleva el agua residual. Los procesos más comunes son:

- Cribado de materiales mediante el uso de rejillas.- es el primer proceso físico, el uso de las rejillas es para separar las partículas grandes, plásticos, fibras, etc., arrastrados con las aguas residuales.
- Desarenadores.- se emplean para la separación de la arena y materiales inorgánicos que transportan las aguas residuales, de aquellos materiales orgánicos que son capaces de descomponerse. La separación de arena evita que se deposite arena en los tanques de aireación y protege del taponamiento de tuberías y del desgaste de bombas.
- Sedimentadores primarios.- se emplean para remover la mayor parte de los sólidos suspendidos por asentamiento gravitacional.





- Flotación por aire disuelto.- el proceso de flotación se usa para eliminar distintos tipos de contaminantes como son grasas y aceites suspendidos, fibras y celulosa en la industria papelera y sólidos suspendidos. En algunos casos se usan floculantes para incrementar la remoción. La separación entre distintos componentes se debe a su diferencia de densidades. El proceso consiste en producir burbujas gaseosas dentro de la fase líquida haciendo que floten los contaminantes con densidad menor a la del agua.

Tratamiento secundario.- Su finalidad es la reducción de la materia orgánica presente en las aguas residuales.

- Procesos químicos.- se usan procesos químicos para remover metales y metales pesados mediante la adición de sustancias químicas que forman con ellos compuestos insolubles y más densos que el agua los cuales sedimentan.
- Tratamiento biológico.- consiste en la degradación de contaminantes orgánicos con el empleo de microorganismos tales como hongos, bacterias, protozoarios y levaduras. Los tratamientos biológicos se clasifican de acuerdo a su forma de operación en aerobios, anaerobios, anóxicos y una combinación de los tres. Se utilizan para la eliminación de la materia orgánica, normalmente medida como demanda bioquímica de oxígeno (DBO), carbono orgánico total (COT) o demanda química de oxígeno (DQO); para la eliminación de nitritos y nitratos, fósforo y estabilización de lodos.
- Sedimentadores secundarios.- se usan para eliminar la totalidad de los lodos producidos por los procesos biológicos usados en los trenes de tratamiento.

Tratamiento terciario.- se emplea para reducir drásticamente los niveles de nutrientes inorgánicos, especialmente los fosfatos y nitratos del efluente final.

- Desinfección.- consiste en la destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua residual mediante la adición de

un agente desinfectante como puede ser el cloro, ozono, plata, mercurio o bien un agente físico como es calor, radiación ultravioleta o ionización. El cloro es el desinfectante más comúnmente usado.

- Intercambio iónico.- consiste en intercambiar los iones contaminantes del agua con los iones que se mantienen unidos a los grupos funcionales en la superficie de un sólido, como las resinas de intercambio iónico.
- Adsorción por carbón activado.- consiste en eliminar los contaminantes mediante su adsorción en la superficie del carbón activado.

¿Cuáles son los principales sistemas de tratamiento biológico?

Las plantas de tratamiento de aguas residuales emplean en el tratamiento secundario los siguientes tratamientos biológicos.

- Lodos activados.- consiste en poner las aguas residuales en contacto con una población microbiana mixta en forma de suspensión floculenta en un sistema aireado y agitado.
- Filtro rociador.- en este equipo se desarrolla una capa de microorganismos sobre un soporte sólido (empaquete) y se escurre el agua residual mediante rociadores sobre la película biológica para entrar en contacto con los microorganismos.
- Discos biológicos rotatorios.- consisten en un disco construido con láminas corrugadas de polietileno en cuya superficie se forma una capa de microorganismos y gira para estar en contacto con el agua residual. Este equipo se conoce también como biodiscos.
- Lagunas.- una laguna de tratamiento consiste básicamente en una excavación hecha en el suelo, en la cual se coloca el agua residual para que sea tratada por la acción microbiana de organismos presentes en el sistema.

¿Cómo se clasifican las tecnologías de tratamiento del agua, aire y suelo de acuerdo a su principio de operación?

De manera general de acuerdo con el principio de operación los procesos de tratamiento del agua, aire y suelo se clasifican en:

- Tratamientos físicos.- los contaminantes se tratan por medio de procesos de separación y purificación, que consisten en técnicas tales como filtración, centrifugación, evaporación, extracción con solventes.
- Tratamientos químicos.- los contaminantes se separan o transforman en compuestos menos peligrosos mediante el uso de reacciones químicas. Estas técnicas son: precipitación, neutralización, hidrólisis, fotólisis, oxidación-reducción y deshalogenación.
- Tratamientos biológicos.- estos procesos consisten en el uso de microorganismos naturales o desarrollados para degradar los compuestos químicos presentes en el agua, aire y suelo. Los procesos biológicos pueden transformar materiales tóxicos en elementos no tóxicos tales como agua, bióxido de carbono y otros productos inocuos. Se aplica a compuestos orgánicos biodegradables.

- Tratamientos térmicos.- las tecnologías de tratamiento térmico emplean calor para destruir o transformar los contaminantes de interés. Este tipo de procesos convierten los materiales peligrosos en dióxido de carbono, agua, nitrógeno, oxígeno, gases ácidos y partículas. La degradación térmica es aplicable a compuestos orgánicos. Solo el agua no se trata por medio de este tipo de procesos.

