

# Bloque III

Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución

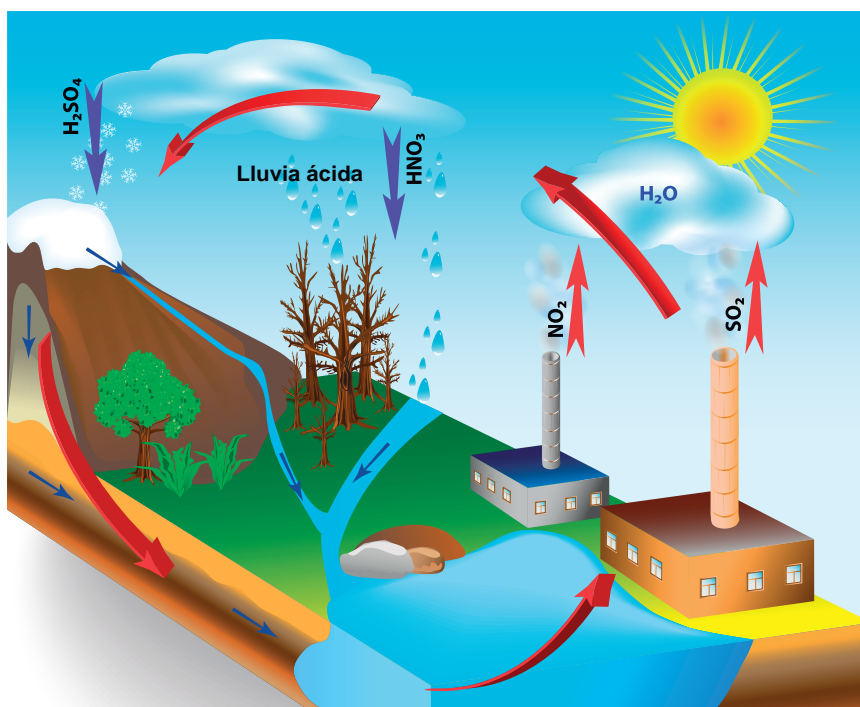


Figura 3.13. Formación de lluvia ácida

Ambos ácidos son muy solubles en agua, por lo cual son arrastrados con la lluvia y depositados en los ecosistemas.

Recordarás que las sustancias ácidas tienen un pH por debajo de 7. La lluvia ácida tiene valores de pH entre 4 y 3, por lo cual, cuando se deposita sobre el suelo o el agua, los acidifica y los daña, pues la mayoría de los organismos en la naturaleza requiere pH entre 6 y 7 para desarrollarse adecuadamente.

El efecto nocivo de la lluvia ácida genera daños también en los ambientes urbanos, ya que degrada los materiales de construcción, corroe las estructuras metálicas y daña los edificios y monumentos históricos.



Figura 3.14. Efectos de la lluvia ácida sobre los monumentos históricos

### Disminución de la capa de ozono

La destrucción de la capa de ozono ‘bueno’ (estratosférico), se verificó sin control en décadas anteriores, debido a que se emitieron a la atmósfera contaminantes con cloro y bromo, conocidos como clorofluorocarbonos (CFC), hidrofluorocarbonos (HFC), halones y bromuros. Estos gases se acumulan en la troposfera porque no se disuelven con la lluvia, luego son transportados por el viento hacia la estratosfera, donde se vuelven muy reactivos y participan en una serie de reacciones químicas aceleradas por la radiación solar. La consecuencia de estas reacciones es la destrucción del ozono estratosférico y con ello la disminución de la capa de ozono “bueno”, por lo cual existe un incremento de la radiación ultravioleta –parte del espectro de radiación solar– que ingresa a nuestro planeta. El proceso completo se observa en la figura 3.15.

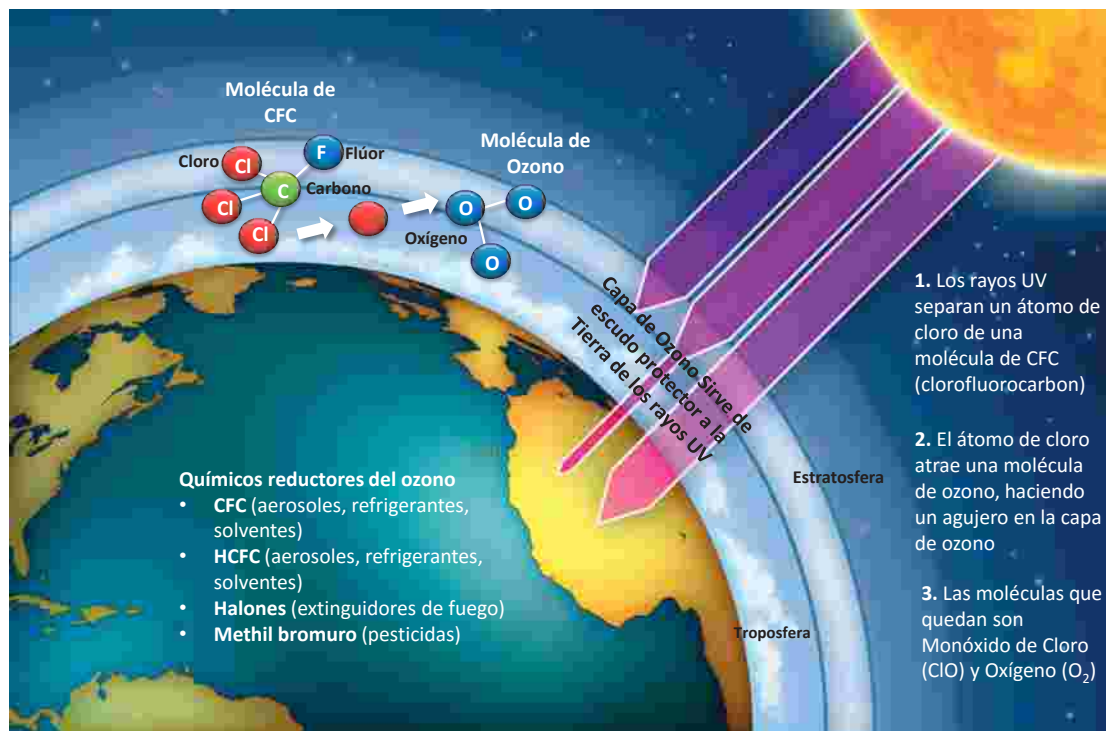


Figura 3.15. Reacciones químicas implicadas en la disminución de la capa de ozono

El primer instrumento para medir el ozono fue desarrollado por Gordon M.B. Dobson en 1920; la unidad de medida del ozono en la atmósfera son las “unidades Dobson”, en honor a este científico.

A partir del desarrollo de este instrumento se comenzaron a hacer diferentes mediciones en todo el mundo, y fue en la década de 1980 cuando se descubrió un agotamiento del ozono en la Antártida, al cual se le denominó el “agujero de la capa de ozono”, debido a que cuando se miraba a la Antártida desde el espacio, era justo lo que se apreciaba.

# Bloque III

Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución

En esta figura puedes observar cómo se veía la capa de ozono en 1979, y el incremento de este agujero hacia 1987 y en años subsecuentes, de tal suerte que toda la Antártida presentaba un agotamiento de la capa.

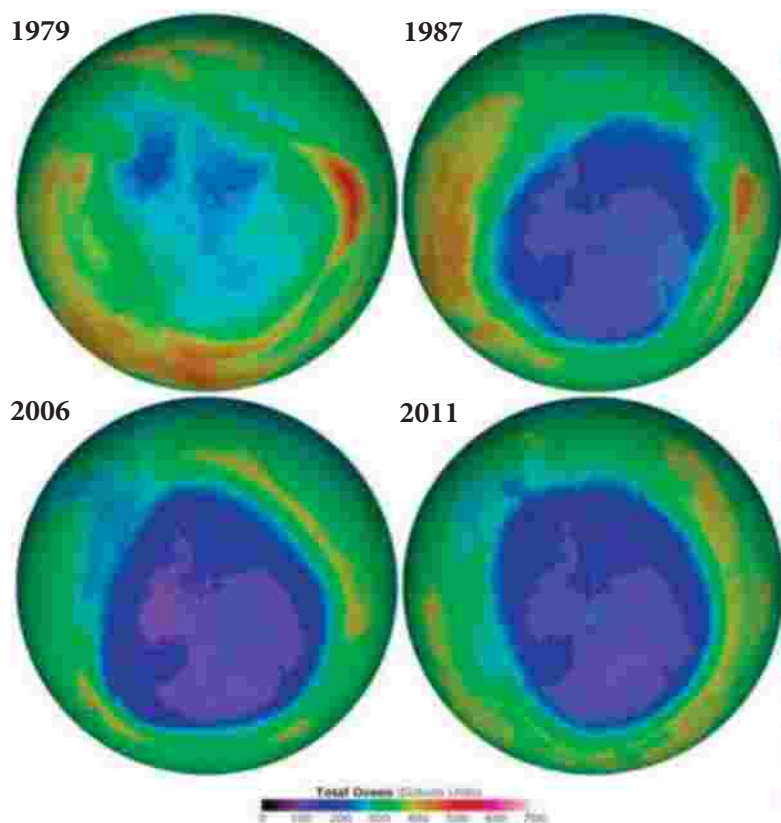


Figura 3.16. Incremento histórico de 1979 a 2011 del agujero de la capa de ozono en la Antártida

Ante esta situación, la comunidad mundial se reunió en Montreal, Canadá, en 1985, para establecer el denominado *Protocolo de Montreal*, que regula la emisión de sustancias que agotan la capa de ozono. Dichas sustancias son los CFC y los compuestos bromados que se utilizaban en la mayoría de los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y extintores de fuego.

A partir de 1987, 180 países ratificaron el Protocolo, lo cual significó una disminución de la emisión de estas sustancias a la atmósfera. No obstante, el tiempo de vida media de los CFC es de más de 100 años, por lo cual, aún cuando se dejen de emitir completamente, sus efectos continuarán durante el próximo siglo.

El agotamiento ha sido gradual y actualmente se sigue registrando, pero es mayor en las latitudes polares y menor hacia el ecuador terrestre. La destrucción masiva en los polos –sobre todo en la Antártida– se debe a que durante el invierno se tienen temperaturas muy bajas que permiten la formación de nubes estratosféricas polares (que concentran el cloro y el bromo), además el aire en esta temporada queda aislado, lo cual promueve la destrucción de la capa de ozono.

### Calentamiento global

El calentamiento global es el incremento de las temperaturas promedio terrestres y marinas mundiales. Como se explicó en párrafos anteriores, existe evidencia de que en los últimos 50 años han incrementado las emisiones de GEI como consecuencia de un aumento en la quema de combustibles fósiles, lo cual ha venido de la mano de un incremento de la temperatura promedio mundial.

Como estudiaste en *Geografía*, la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) crearon, en 1988, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), cuya función es monitorear y analizar detalladamente el cambio del clima en el mundo. Este panel está integrado por científicos de diferentes países, incluido México.

Las observaciones y proyecciones realizadas por el IPCC establecen, con base en evidencias científicas, que el acelerado cambio de la temperatura es una consecuencia del incremento de los GEI a partir de la Revolución Industrial. Se estima que, de continuar la tendencia actual de emisiones, para el 2020 la temperatura del planeta habrá incrementado varios grados centígrados desde entonces, lo cual traerá graves consecuencias para los ecosistemas y con ello para los seres humanos.

Ante tal situación, en 1992, durante la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro, Brasil (también conocida como la Cumbre de Río), los países asistentes, preocupados por la situación ambiental mundial, decidieron adoptar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera.

Fue hasta 1997 que la CMNUCC adoptó el instrumento legal que formalizaba la intención de los países firmantes de disminuir sus emisiones de GEI. Este instrumento es el *Protocolo de Kyoto* y tenía metas claras de reducción, sobre todo para los países desarrollados que son los principales productores de gases de efecto invernadero.

Dado que las metas de reducción de GEI implican cambios en los procesos productivos, Estados Unidos y China, que son los principales emisores de GEI, no ratificaron la firma de convenio. En 2012 Canadá, Rusia, Nueva Zelanda y Japón se retiraron también. A pesar de estas complicaciones políticas y de toda la polémica derivada de los intereses económicos, actualmente existen 200 países adheridos al Protocolo, y la meta es que para 2020 se puedan disminuir las emisiones de GEI al nivel de las que se tenían en el año de 1990. En la figura 3.17 se presentan los datos más importantes sobre el calentamiento global y sus efectos.



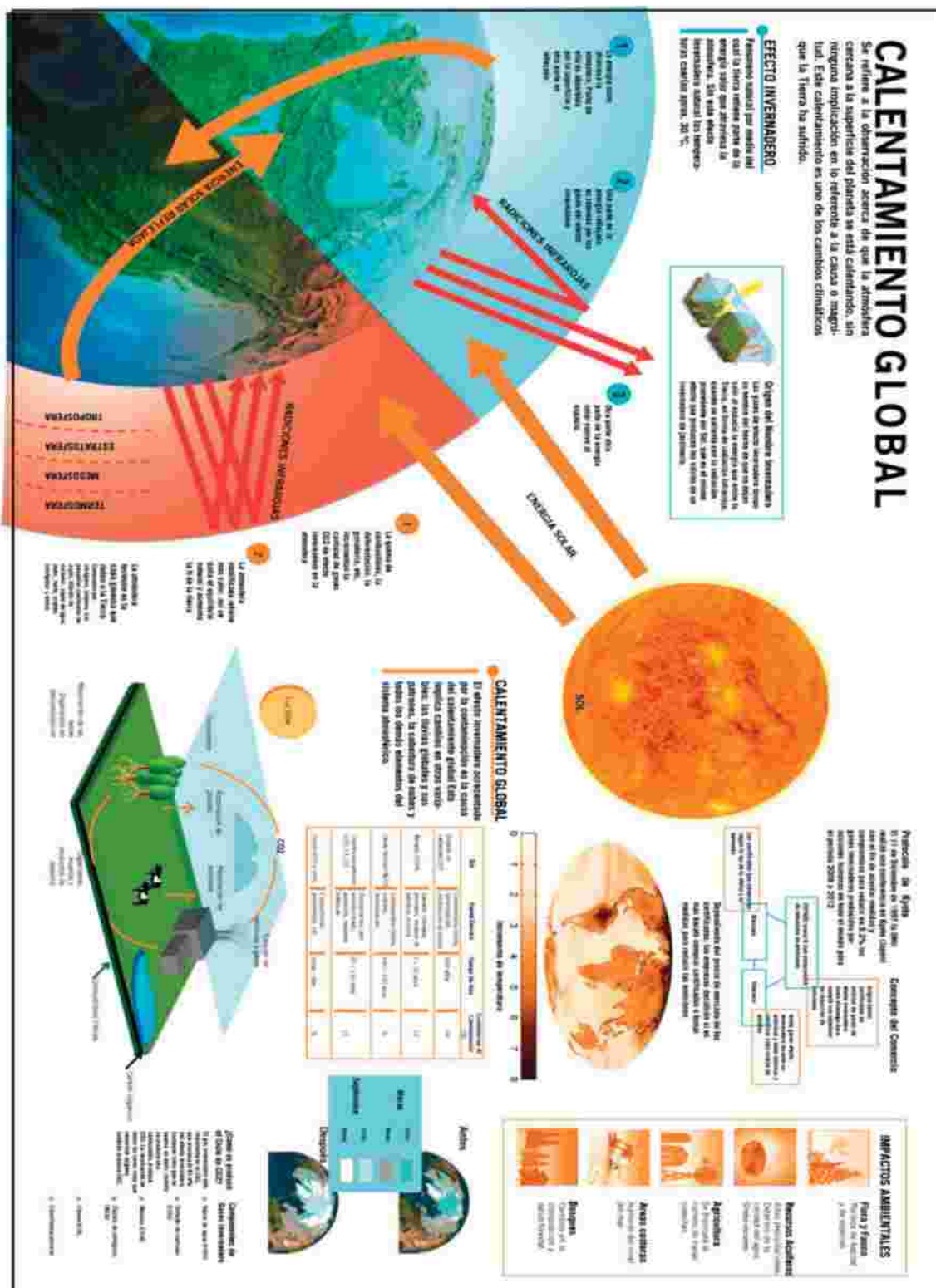


Figura 3.17. Principales causas y consecuencias del calentamiento global

## Contaminación del agua

En el bloque anterior recordamos que casi 70% de la superficie del planeta está cubierta por agua. Sin embargo, no toda el agua está disponible para el consumo humano. ¿Recuerdas la distribución del agua en el planeta?

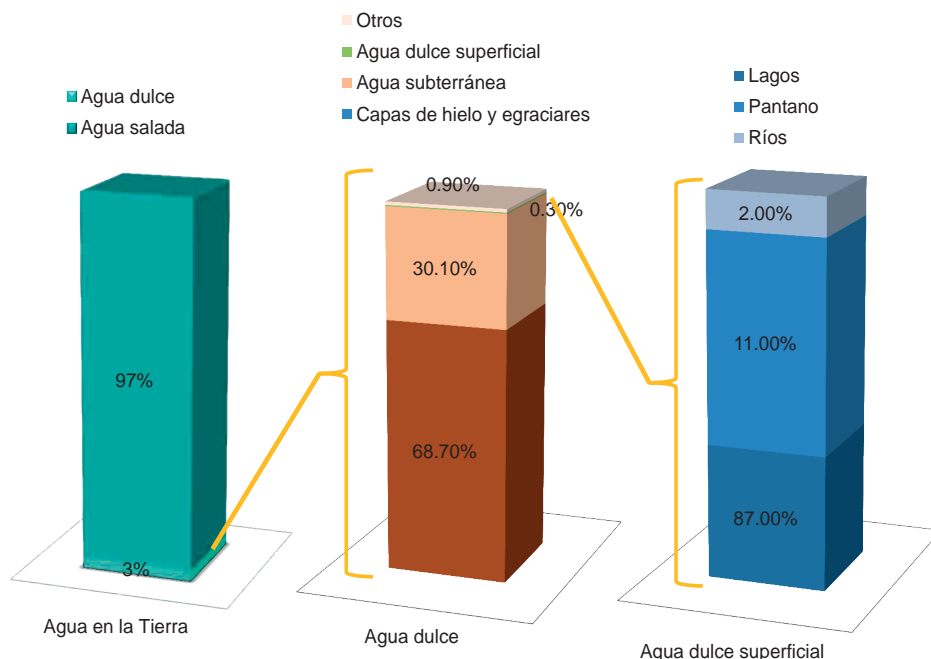


Figura 3.18. Distribución del agua en el planeta Tierra

Puedes ver que de toda el agua existente en la Tierra, el 97% es salada porque se encuentra en los océanos y los mares, el 3% es agua dulce, es decir, podría ser apta para el consumo humano, no obstante, de ese 3%, el 68.7% se encuentra congelada en los glaciares, un 30.1 % es agua subterránea y se encuentra en los mantos acuíferos; del 0.9 % restante, sólo su tercera parte, es decir; 0.3% son aguas superficiales que podemos observar en lagos (87%), pantanos (11%) y ríos (2%). En consecuencia, aún cuando el agua es abundante en el planeta, sólo una pequeña fracción está disponible para que podamos utilizarla. Cuando lo hacemos, la contaminamos y la descargamos sobre las aguas superficiales, contaminando el 0.3% del 3% de agua dulce.

Con esta información puedes inferir que el agua tiene diversos usos y, por lo tanto, se requieren diferentes estándares de calidad específicos para cada uso: urbano, agrícola, industrial, doméstico y consumo humano.



Figura 3.19. Diferentes usos del agua

Cuando hablamos de calidad del agua nos referimos a la cantidad de gases, sales, partículas y contaminantes disueltos o en suspensión, así como la cantidad de bacterias o microorganismos que contiene. Por lo tanto, al referirnos a la calidad del agua se pretende señalar que por su composición física, química y biológica debe contribuir a mantener la comunidad de organismos que la utilizan y a proteger la salud pública.

De esta forma cada tipo de uso que damos al agua requiere condiciones diferentes. Por ejemplo, la de uso industrial necesita mantener un contenido bajo de sales, porque éstas se acumulan y depositan en las tuberías de la maquinaria, taponándolas. Dependiendo del consumidor final de los diferentes cultivos, es el tipo de agua que se requiere; por ejemplo, si se tienen cultivos forrajeros, que serán consumidos por el ganado, se puede utilizar un agua pretratada que elimine las bacterias y algunos contaminantes, mientras que si es para riego de productos para consumo humano requiere un nivel de calidad más alto.

El suelo hará la retención o filtro del resto de los solutos del agua y no permitirá que pasen al cultivo, pero si el consumidor final es el ser humano, se requiere agua potable para evitar la contaminación de los vegetales y hortalizas y eliminar posibles problemas de salud pública.

El agua para uso urbano y doméstico requiere estar libre de contaminantes y patógenos, y si es para consumo humano se requiere que sea de alta calidad, que sea agua purificada, con bajo contenido de sales, sin patógenos ni contaminantes de ningún tipo.

# Bloque III

Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución

En consecuencia, de la pequeña cantidad de agua dulce que tenemos disponible en el planeta para consumo humano, debemos procurar su buen uso para evitar su contaminación y así asegurar que se pueda proveer a la población mundial del recurso, pero también necesitamos que las aguas superficiales sean de buena calidad para que el resto de las especies con las que compartimos el planeta la puedan consumir para realizar adecuadamente sus procesos metabólicos.

La calidad de un cuerpo de agua, ya sea subterráneo o superficial, se ve afectado por diversos factores, como las descargas de aguas residuales domésticas, agropecuarias o industriales, y la disposición inadecuada de contaminantes en el suelo, que al ser lavados de este sistema son transportados hacia los ríos, lagos, océanos y acuíferos.

La calidad del agua se evalúa en función del uso que se le quiere dar. En general se utilizan dos métodos:

## 1. Evaluación de parámetros físicos y químicos:

Aquí se determinan la cantidad de gases disueltos, como el oxígeno, que será un indicador del grado de aireación del agua y que permitirá un adecuado desarrollo de la vida en ella, por ejemplo, peces y organismos acuáticos que requieren oxígeno para vivir. Se evalúa también la concentración de compuestos de nitrógeno y fósforo, que también permitirán un adecuado desarrollo de la vida –recuerda que cuando revisaste los ciclos biogeoquímicos estudiaste que estos dos elementos son necesarios para los organismos. Finalmente se analiza también la cantidad de sales o contaminantes, como los metales pesados, que pueden llegar a ser tóxicos para los organismos.

## 2. Evaluación de parámetros biológicos:

Si consideras que muchos de los problemas de contaminación del agua derivan de la descarga de aguas residuales que se hace sobre ríos, lagos, lagunas e incluso el mar, entonces te puedes dar cuenta que un parámetro importante de contaminación son las bacterias fecales, y unas de las más importantes en esta categoría son las coliformes, que se introducen al ambiente a través de las heces de los seres humanos y animales. Por lo cual un agua que tiene ausencia de este tipo de bacterias se considera biológicamente segura.

Dado que la calidad del agua es muy importante, existe toda una legislación que regula las concentraciones de elementos físicos, químicos y biológicos. En México se especifican en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) respectivas, que revisaremos con más detalle al final de este bloque.

Hasta aquí has estudiado cuál es la disponibilidad de agua dulce en el planeta, los usos que le damos y cómo evaluamos su calidad. Ahora es momento de revisar cuáles son las proyecciones del uso de este recurso para los próximos años.



## Identificas el impacto ambiental y desarrollo sustentable, proponiendo y aplicando alternativas de solución

Observa detalladamente la siguiente información.



Figura 3.20. Algunos datos importantes sobre el uso y consumo de agua

## Contaminación del suelo

Las diversas actividades humanas, como la agricultura, ganadería, extracción de petróleo, producción de energía, los procesos industriales, las actividades urbanas y domésticas, producen residuos que de una u otra forma son depositados o enterrados en el suelo.

Como has revisado, el suelo cumple diferentes funciones en los ecosistemas, una de ellas es que filtra y amortigua los contaminantes por su capacidad de retenerlos en la fracción sólida (materia orgánica y los minerales que lo componen), de esta forma evita que los compuestos tóxicos sigan su ruta a través de los ecosistemas y contaminen los cuerpos de agua, o se acumulen en las plantas o animales. No obstante, al igual que el aire y el agua, esta capacidad filtro tiene un límite, y si la carga contaminante (cantidad, concentración y tiempo de depósito) excede dicha capacidad, irremediablemente el suelo se contaminará, permitiendo la diseminación de los contaminantes hacia los ecosistemas, en un proceso que se conoce como **bioacumulación**.



**Bioacumulación:** es la concentración de contaminantes a lo largo de una cadena trófica.



Figura 3.21. Proceso de bioacumulación de contaminantes

Como ya sabes, todo en la naturaleza está interconectado, por lo cual la contaminación de uno de los compartimientos (agua, aire o suelo) tiene efectos directos sobre los otros. A continuación te mostramos una figura que resume los principales contaminantes de los suelos, sus fuentes y posibles rutas de diseminación en los ecosistemas. Analízala con detalle.

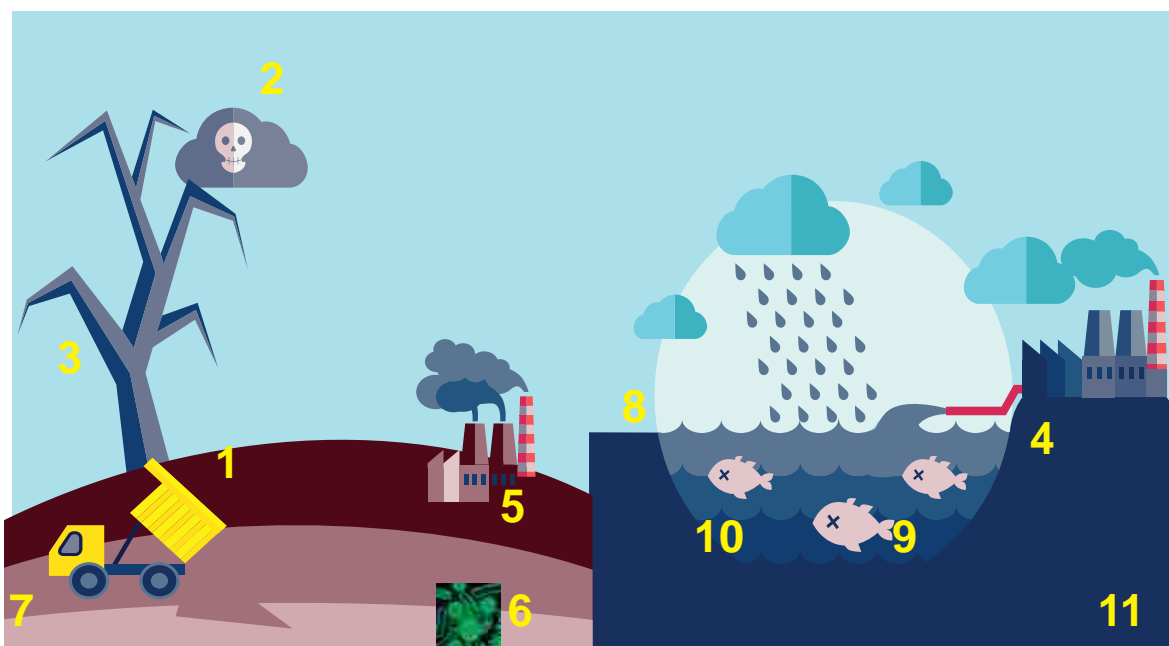


Figura 3.21. Proceso de bioacumulación de contaminantes

**1. Metales pesados.** Causas: producto de los procesos industriales, la minería y descargas de aguas residuales contaminadas. Efectos: daños en el sistema nervioso y el hígado, precursores de cáncer.

**2. Pesticidas, plaguicidas y herbicidas.** Causas: aplicados a los cultivos en cantidades excedentes. Efectos: cancerígenos y daños al sistema nervioso.

**3. Nitratos.** Causas: fertilizantes aplicados a los cultivos, acumulación de abono orgánico, residuos de cultivos y aplicación de aguas residuales. Efectos: emisión de óxido nítrico a la atmósfera (por transformación anaeróbica), inhibe el transporte de oxígeno a la sangre, eutrofización de los cuerpos acuáticos.

**4. Hidrocarburos.** Causas: derrames petroleros durante su extracción, transporte y uso. Efectos: cancerígenos, incluso a bajas dosis de exposición.

**5. Disolventes clorados:** Causas: aguas residuales de la fabricación de aparatos electrónicos, productos de limpieza, plásticos. Efectos: desórdenes reproductivos y cancerígenos.

6. Si el suelo pierde su capacidad de filtro y amortiguadora, el depósito de estos contaminantes producirá la bioacumulación a través de las cadenas tróficas, incluidas las especies acuáticas y aéreas.

7. Se degrada el suelo y se pierden todas sus funciones.

8. **Eutrofización:** acumulación de nitrógeno que produce una gran cantidad de algas que impiden el paso de la luz a profundidad, por lo tanto, disminuyen las poblaciones de peces y organismos acuáticos.

9. Bioacumulación en las cadenas tróficas acuáticas.

10. **Acumulación de sales, arrastradas desde los suelos.** Efectos: muerte de organismos que no están adaptados para vivir en aguas saladas.

11. **Acuíferos contaminados.** Se tienen que buscar otras fuentes de agua potable para las poblaciones cercanas.

Los efectos de la contaminación del suelo son, como ya hemos mencionado, la pérdida de sus funciones, lo cual lleva a los siguientes problemas a escalas regionales y mundial.

## Desertificación

Es la pérdida de la productividad de las tierras como resultado de la sobreexplotación o la contaminación de los suelos. Es particularmente importante en las regiones áridas y semiáridas del mundo, dado que por las condiciones ambientales, estos suelos son muy susceptibles a la degradación.

Si recuerdas los biomas que revisamos en el bloque II, podrás darte cuenta que en las regiones con escasez de lluvia vive una tercera parte de la población mundial que, además de enfrentar la amenaza de la falta del agua, también es posible que no pueda cubrir sus necesidades alimenticias debido a la desertificación de sus suelos.

De acuerdo con el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), a escala mundial la desertificación abarca más de 3.5 millones de ha, lo cual representa 25% de la masa terrestre y amenaza el sustento de más de mil millones de personas en aproximadamente 100 países. En la figura 3.23 se muestran en rojo las regiones con muy alto riesgo de desertificación por la actividad humana y en naranja las zonas con alto riesgo. Observa que la concentración es mayor en la región central de África y en Asia, donde existe una alta densidad de población, pero México no es ajeno a esta problemática.

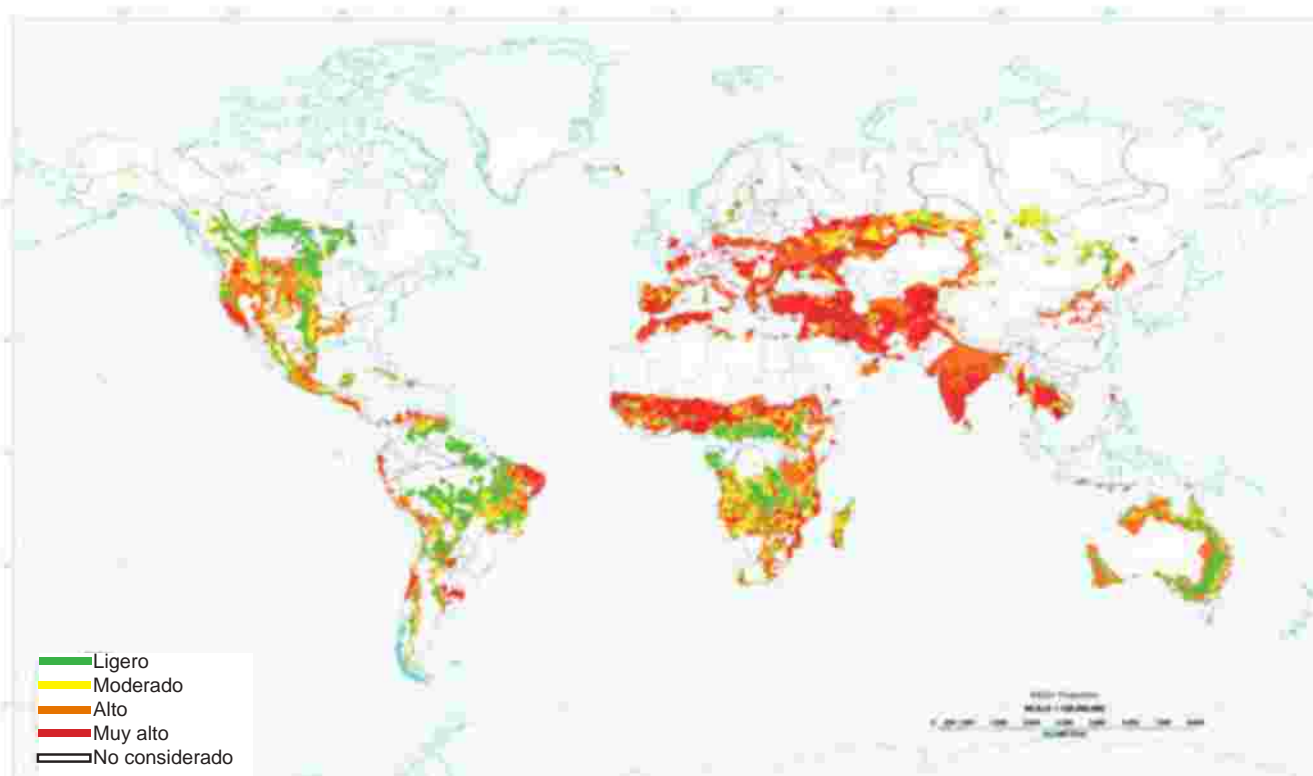


Figura 3.23. Riesgo de desertificación inducida por actividades humanas en el mundo

Con el suelo desertificado se pierden las siguientes funciones:

1. Provisión de alimentos para todas las especies, incluidos nosotros.
2. Capacidad para soportar diversos ecosistemas, por lo cual la biodiversidad disminuirá por falta de recursos.
3. Pérdida de la capacidad filtro y amortiguadora, por lo cual los contaminantes se diseminarán rápidamente por los ecosistemas.
4. No se podrán utilizar los suelos como depósito de desechos.
5. Se alterarán los ciclos biogeoquímicos, como el del nitrógeno y el carbono, por lo cual incrementarán los GEI y se acelerará el cambio climático.
6. El ciclo hidrológico también sufrirá alteraciones y habrá menos agua disponible.



## Deforestación

Con la pérdida de suelos productivos por desertificación viene otro gran problema, porque la población mundial necesita alimentos y recursos, razón por la cual se talan los bosques y selvas para utilizarlos como suelos para cultivo o ganadería, muchas veces para reponer los espacios perdidos por la desertificación. A esta pérdida forestal se le conoce como deforestación y es una práctica que va en aumento a nivel mundial. Observa en el siguiente mapa la pérdida de la cobertura original de los bosques en el mundo.

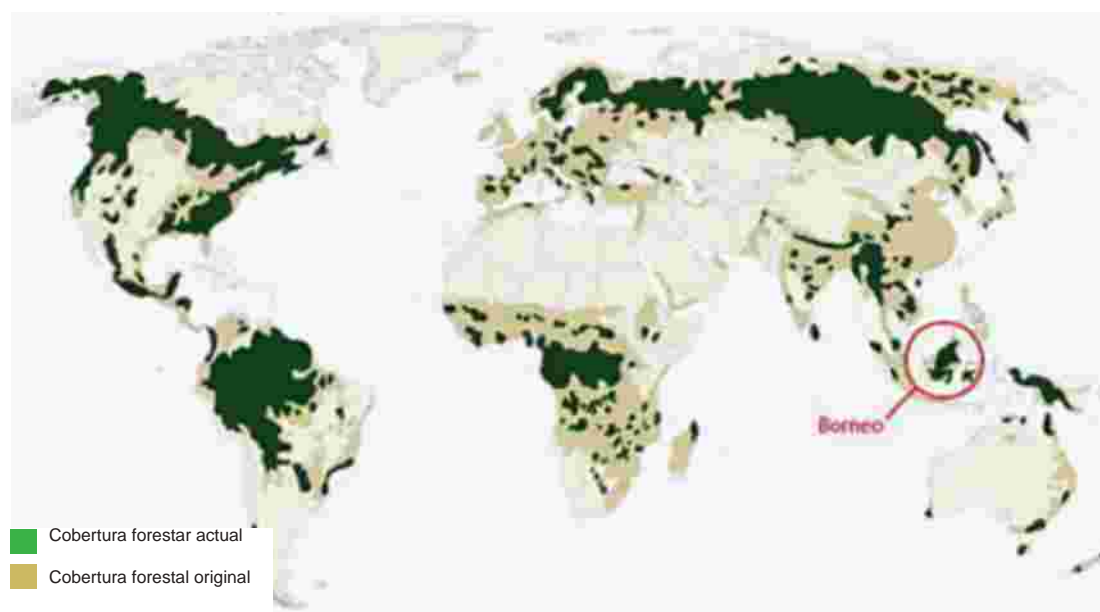


Figura 3.24. Deforestación de los bosques en el mundo

La pérdida de la vegetación tiene los siguientes impactos altamente negativos:

1. Pérdida de la biodiversidad.
2. Incremento del cambio climático: los bosques consumen  $\text{CO}_2$  atmosférico a través de la fotosíntesis, por lo cual funcionan como sumideros de este gas y evitan su acumulación en la atmósfera. Así, hay menos moléculas de dióxido de carbono que puedan atrapar y retener calor e incrementar la temperatura.
3. Absorben agua en sus doseles, por lo cual favorecen el ciclo hidrológico y contribuyen a la recarga de acuíferos.
4. La cubierta vegetal favorece la agregación del suelo y evita que este se pierda por erosión hídrica o eólica.
5. El espeso dosel de los bosques regula la temperatura de estos ecosistemas, por lo cual se favorece la diversidad de especies en estos biomas.

## Pérdida de biodiversidad

La desertificación y la deforestación, así como los métodos de sobreexplotación y consumo del hombre, están provocando una pérdida acelerada de la biodiversidad. Algunos científicos estiman que se extinguen entre 150 y 200 especies cada 24 horas. Este episodio de extinción es el más grande que se ha experimentado en los últimos 65 millones de años, cuando desaparecieron los dinosaurios.

Si solo consideramos la diversidad de vertebrados, los números son alarmantes, como se muestra a continuación.



Figura 3.25. Pérdida de vertebrados alrededor del mundo

A esta disminución de vertebrados hay que agregar la pérdida de organismos invertebrados, como insectos, animales marinos, plantas, hongos, microorganismos, entre otros.