

**COMPETENCIA SOBRE AGUA, ENERGÍA Y
AMBIENTE**

5° ciclo - año 2011

Bibliografía 4° programa:

Temas:

- 1) Parámetros del agua potable
- 2) Energías renovables

1 – Agua potable, parámetros

Introducción

*Que cosa tan dura es la piedra, que cosa tan blanda es el agua.
Con todo, las duras piedras se taladran con el agua blanda.*
Ovidio

El agua en todas sus formas, no tiene gran respeto a las leyes de la química. La mayoría de los materiales actúan, bien como ácidos, bien como bases, perteneciendo a una o a otra categoría. El agua no. Es una de las pocas sustancias que se pueden comportar como ácido o como base, por lo que en ciertas condiciones es capaz de reaccionar con ella misma. O con cualquier otra cosa.

Las moléculas de agua están fuera de equilibrio y son difíciles de satisfacer. Se alargan para interferir con cualquier molécula que encuentran, empujando sus átomos, rodeándolos y disolviéndolos. El agua es el disolvente definitivo, humedece todo, arranca elementos de las rocas, y los dispone para la vida. Ante ella nada está seguro. No hay un contenedor lo suficientemente fuerte para albergarla. (L. Watson, *The Water Planet*, 1988).

Cuando se viaja por el mundo, una de las primeras cosas que se aprende a preguntar es si el agua de bebida está en buen estado, si es potable. Desgraciadamente en la mayoría de los lugares del mundo la respuesta es “no”. Cerca del 40% de la raza humana no tiene acceso adecuado a agua segura. Se estima que las enfermedades hídricas provocan la muerte de más de 25 mil personas diariamente.

Agua segura

A fines del siglo XX se establecieron los primeros límites que restringían la cantidad de organismos presentes en el agua apta para el consumo humano: en ciertos casos, el agua está tan contaminada por las actividades humanas que es nociva para la salud, y llega a transformarse en la fuente de algunas de las enfermedades a las que nos exponemos día a día. Esta contaminación puede estar causada por agentes patógenos, desechos humanos, sustancias químicas orgánicas e inorgánicas, agentes químicos que ocasionan crecimiento excesivo de plantas acuáticas, sedimentos o material suspendido y sustancias radioactivas y microorganismos. En cada país existen distintos organismos que evalúan y controlan el grado de contaminación que poseen sus aguas. El agua apta para el consumo humano puede ser considerada agua segura o agua potable, de acuerdo al cumplimiento de los requisitos químicos, físicos, microbiológicos y organolépticos.

El **agua potable** es aquella que cumple, sin excepción, todas las normas y requisitos físicos, químicos y microbiológicos definidos en las normas vigentes en cada país y es apta para el consumo humano; mientras que el **agua segura** es aquella que también es apta para nuestro consumo. Desde 1990, la ONU ha emitido 10 declaraciones formales sobre el Derecho al Agua, y a fines del año 2002 el Comité de Derechos Sociales, Económicos y Culturales de la misma organización, a través de un pacto, reconoció el derecho humano fundamental a contar con agua **segura**, afirmando que “el agua debe ser considerado un bien social y cultural, y no primordialmente como un bien económico”: todos los

países que firmaron dicho pacto tienen que velar por que el cumplimiento del mismo.

El agua que llega a todos los seres humanos debe ser suficiente para poder abastecer las necesidades básicas de los mismos y debe estar al alcance económico de todos nosotros, pero tampoco debe ser utilizada indiscriminada e irracionalmente.

Para comprobar si un agua cumple con las normas, es necesario hacer varios análisis. Algunos de ellos se pueden hacer en casa con equipos sencillos, pero los más importantes para la salud deben realizarse con una muestra, en un laboratorio.



Parámetros ó características del agua

En la descripción de la calidad del agua, se usan cuatro tipo de características ó parámetros:

1. **Físicos:** se relacionan con la calidad del agua para uso doméstico, y se suelen relacionar con la apariencia del agua, su color, turbiedad, temperatura y en particular su sabor y olor.
2. **Químicos:** incluye la identificación de sus componentes y las concentraciones de éstos.
3. **Microbiológicos:** los agentes microbiológicos son importantes para la salud pública y también suelen serlo en la modificación de las características químicas del agua.
4. **Radiológicos:** estos factores se deben considerar en zonas donde el agua pudiese tener contacto con sustancias radioactivas. La radiactividad del agua reviste interés para la salud pública.

Parámetros físicos del agua

¿Qué diría si en un momento dado le pidieran describir al menos una propiedad física del agua? Nuestra respuesta más probable sería «el agua es húmeda». Ésta no es sólo la respuesta más simple sino también la más obvia para nosotros. La humedad del agua es quizás, la más obvia de sus características físicas.

Otras características físicas del agua que nos interesan para definir la calidad física del agua de un abastecimiento de agua en particular (cualquier suministro de agua) son las detectables con los sentidos: el olor, gusto o sabor, vista y tacto. El sabor y olor, color, temperatura, turbidez y contenido de sólidos están dentro de esta categoría.



En la figura se puede ver lo que forma parte de la sección siguiente. Incluimos los parámetros físicos tradicionales como sabor y olor, color, temperatura, turbidez y sólidos. También incluye el pH. Comparamos la alcalinidad y la dureza, aunque pueden ser considerados parámetros químicos. Finalmente, a causa de la importancia del pH en el tratamiento del agua, revisaremos conceptos básicos sobre la solubilidad en agua.

SABOR Y OLOR

Que el agua sea potable no necesariamente implica que tenga buen sabor. Sin embargo, el agua sabrosa, agradable para tomar, no es necesariamente segura. A través del tiempo hemos aprendido que el agua debe ser potable y sabrosa al mismo tiempo, porque si no es sabrosa las personas optarán por agua no tratada que tal vez no sea segura.

Sabor y olor se usan conjuntamente en el conocimiento popular acerca del agua. En el agua de bebida el sabor y el olor no son por lo común un problema hasta que saltan las quejas del consumidor; los especialistas del agua potable han aprendido pronto de su experiencia que los inconvenientes de olor y sabor son la primera señal de alarma de un posible riesgo para la salud. Olor y sabor son por tanto importantes por razones estéticas (como medida de la aceptación del agua), con un impacto pequeño en la fiabilidad del agua pero no deben ser ignorados. Se encuentran más probablemente un olor y sabor censurables en el origen del agua que en el grifo del consumidor.

La desinfección es frecuentemente uno de los puntos de disgusto. Por ejemplo, la queja mayoritaria del consumidor de agua es “el sabor a cloro”, cuando el umbral del olor es algunas veces de tan sólo de 0,2 a 0,4 mg/L, a un nivel normal de pH.

El sabor y el olor en el agua se deben a una gran variedad de sustancias, como son los minerales, metales y sales del suelo, los constituyentes de las aguas residuales y los productos finales de las reacciones biológicas. Los olores a tierra y a moho, que suelen encontrarse en algunos suministros de agua, se derivan de procesos biológicos naturales. Un olor más desagradable (causado por el ácido sulfhídrico (H₂S), por ejemplo) es común en abastecimientos de agua. El olor a huevos podridos de ese gas se puede encontrar en agua natural que ha estado en contacto con depósitos de materia orgánica en descomposición. Los suministros de agua subterránea pueden tener esa característica. Los pozos se llaman entonces «*pozos de azufre*».

Los inconvenientes de olor y sabor son más frecuentes en aguas superficiales que en aguas subterráneas. En las aguas superficiales, los problemas de sabor y olor se deben a algas u otros microorganismos. En el agua subterránea son el resultado de la influencia humana, en particular el lixiviado de los vertederos o rellenos sanitarios.

En la depuración de aguas contaminadas, uno de los métodos más comunes para eliminar el sabor y el olor es oxidar los materiales causantes del problema con sustancias oxidantes, como el permanganato de potasio y el cloro. Otro método muy usual es añadir carbón activado en polvo antes de pasar por el filtro. El carbón activado tiene orificios pequeñísimos que absorben las partículas que causan el olor y el sabor. Estos inconvenientes son a menudo controlables en la totalidad de la cuenca, con alguicidas, aireación y pretratamiento. Un sistema de tratamiento con una filtración que funcione adecuadamente, puede ayudar también a minimizar los problemas de sabor y olor.

COLOR

También se puede juzgar la calidad del agua por su color y el consumidor lo hace, por lo menos desde el punto de vista psicológico.

El agua pura es incolora, pero el agua en la naturaleza está coloreada a menudo por sustancias externas, como son la materia orgánica del suelo, vegetación, minerales y organismos acuáticos normalmente presentes en las aguas naturales. Al color también pueden contribuir los residuos y efluentes municipales e industriales.

El color del agua se clasifica como **color verdadero** o como **color aparente**. El color del agua que se debe parcialmente a los sólidos disueltos que permanecen después de haber eliminado la materia orgánica en suspensión, se conoce como color verdadero. El color que aporta la materia suspendida en el agua, es el color aparente. En la depuración del agua, el color verdadero es el más difícil de quitar.

Como ya dijimos, el impacto del color en el agua es un asunto estético: los consumidores no encuentran el agua aceptable. No importa como sea de segura para beber, la mayor parte de la gente rechaza el agua que ofende su

sentido de la vista. Si se le da oportunidad, el público obviamente prefiere el agua clara e incolora.

Los efectos del color del agua, sin embargo, van más allá de las implicaciones psicológicas. El agua coloreada afecta al lavado de ropa, a la industria del papel, a las fábricas textiles y de alimentos. El color del agua tiene un efecto profundo sobre su comercialización tanto para uso doméstico como industrial.

TEMPERATURA

El agua posee muchas cualidades térmicas importantes. Por ejemplo, tiene un elevado calor específico. No está sometida a fluctuaciones de temperatura rápidas ya que puede absorber o perder grandes cantidades de calor con cambios relativamente pequeños de temperatura. La temperatura del agua cambia gradualmente como consecuencia de cambios estacionales. La temperatura del aire circulante influirá más en las masas pequeñas de agua, que en las grandes.

Un abastecimiento ideal de agua tendrá, en todo momento, una temperatura casi constante o una variación de temperatura mínima. Las condiciones reales, sin embargo, no siempre son tales, especialmente en los abastecimientos de agua superficial. Muchos de los problemas de contaminación térmica son consecuencia de actividades antropogénicas. Sin embargo, algunos problemas de calidad son el resultado de fluctuaciones naturales de temperatura.

Cualquiera que sea la causa de las fluctuaciones de temperatura, la vida y reproducción de los peces y de otros organismos acuáticos requiere ciertas condiciones de temperatura. El inconveniente del calor o la temperatura en aguas superficiales (además de la salud de la población de peces) es que **afecta la solubilidad del oxígeno en el agua, la velocidad de actividad bacteriana y la velocidad de transferencia de los gases al agua y del agua.**

La temperatura no se utiliza normalmente para evaluar el agua más allá de la preferencia de la mayor parte de las personas por el agua de bebida fría; la temperatura tiene poca importancia directa en los suministros públicos de agua. No obstante, es uno de los parámetros más importantes de los sistemas de agua superficial, ya que están sometidos a grandes variaciones de temperatura.

También afecta a la eficiencia de los procesos que tienen lugar en las plantas de tratamiento. Por ejemplo, la temperatura afecta a la velocidad de disolución y reacción de la mayoría de productos químicos. El agua fría requiere mayor cantidad de productos químicos para que se produzca la coagulación y floculación de forma eficaz. Cuando la temperatura del agua es alta, la demanda de cloro también puede aumentar por incremento de la reacción, y debido a que las temperaturas más cálidas favorecen el desarrollo de algas y de muchos componentes orgánicos del agua de origen.

TURBIDEZ o TURBIEDAD

La *turbidez* es una propiedad que ayuda a cuantificar la cantidad de luz que atraviesa una columna de agua con partículas orgánicas dispersas (incluyendo algas) y partículas inorgánicas. La dispersión de la luz se incrementa con la carga de partículas en suspensión.

La turbiedad o falta de transparencia del agua es causada por materiales suspendidos en ella, tales como arcilla, sedimentos, algas y otras materias orgánicas. Hay dos maneras principales de medir la cantidad de partículas en suspensión en el agua: por el procedimiento de sólidos totales suspendidos o analizando su transparencia.

La turbidez juega un papel importante en la calidad del agua de consumo humano porque una de las primeras impresiones que se perciben es la transparencia. La turbidez también está compuesta por constituyentes orgánicos e inorgánicos y esas partículas orgánicas pueden contener microorganismos. Por tanto, las condiciones de turbidez incrementan la posibilidad de una enfermedad de transmisión hídrica. La turbidez se puede clasificar mediante parámetros físicos, porque produce objeciones estéticas y psicológicas en los consumidores, o mediante parámetros microbiológicos, porque puede albergar organismos patógenos e impedir la efectividad de la desinfección.

En los abastecimientos con agua superficial, la turbidez es casi siempre el resultado de la erosión de material coloidal muy pequeño, incluyendo fragmentos de roca, limo, arcilla y óxidos metálicos del suelo. Los microorganismos y el material vegetal pueden contribuir también a la turbidez. Las aguas residuales de la industria y las domésticas realizan aportaciones a la turbidez del agua. Contribuyen a la turbidez detergentes, jabones y agentes emulsionantes.

SÓLIDOS

Todos los contaminantes del agua que no sean gases, contribuyen al contenido de sólidos. Los *sólidos* pueden estar en el agua, bien en suspensión bien en disolución.

Algunos sólidos disueltos se pueden percibir por los sentidos, pero estos se tratan más apropiadamente en la categoría de parámetros químicos.

Se clasifican por la distribución de tamaño, el estado, y las características químicas.

Los sólidos en el agua de bebida son partículas inorgánicas (sales) con pequeñas concentraciones de materia inorgánica o líquidos inmiscibles. Los iones principales son carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, potasio, sodio, magnesio y calcio. La materia orgánica presente en muchas aguas superficiales es la fibra de plantas o sólidos biológicos (bacterias, etc.). Los inorgánicos son arcilla, limo y otros constituyentes del suelo. Estos materiales son a menudo contaminantes naturales que llegan al agua por su acción erosiva al correr sobre ciertas superficies. Las propiedades filtrantes del suelo generalmente significan que los sólidos en suspensión rara vez son un constituyente de las aguas subterráneas.

Otros materiales en suspensión son el resultado del uso humano del agua. Por ejemplo, las aguas residuales domésticas normalmente contienen grandes cantidades de sólidos en suspensión, mayoritariamente de naturaleza orgánica. El uso industrial del agua puede llevar a la acumulación de una amplia variedad de impurezas orgánicas e inorgánicas en suspensión. Los líquidos inmiscibles como aceites y grasas son constituyentes normales de las aguas residuales.

El parámetro “sólidos” se utiliza para evaluar y medir todos los sólidos disueltos y en suspensión del agua. Los sólidos se clasifican (al margen de su composición química) entre los parámetros físicos de calidad de agua.

En la depuración del agua, el medio más efectivo para eliminar los sólidos del agua es la filtración. Sin embargo, algunos sólidos (incluidos los coloides y otros sólidos disueltos) no se pueden eliminar por filtración.

pH (potencial hidrógeno)

El pH es un número del 0 al 14 en una escala que indica la relativa acidez o alcalinidad del agua. El agua destilada, completamente pura, tiene un pH neutro de 7. Cuanto más bajo es el número, mayor acidez, y cuanto más alto, mayor la alcalinidad.

Cuando se examina un agua en su origen con objeto de valorar su uso potencial como agua de bebida, este parámetro tiene valores entre 4 y 9. Los valores más frecuentes se encuentran entre 5,5 y 8,6. El agua potable de red debe tener un pH entre 6,5 y 8,5 para evitar corrosiones.

El pH del agua se mide generalmente agregando unas gotas de fenol rojo (hidrobenceno) o cresol rojo (metifenol) a una muestra de agua que entonces se tiñe de un tono que va del amarillo al rojo, según la acidez o alcalinidad de la muestra. El color resultante se compara contra una tabla de colores que indica el número del pH al que le corresponde cada tonalidad de la prueba.

También es posible obtener el pH del agua con unas tiras de papel sensible que simplemente se sumergen en el agua y se comparan con una tabla de colores.

El pH del agua está controlado por el equilibrio alcanzado por los compuestos disueltos en el sistema. En las aguas naturales, el pH es principalmente función del sistema de carbonatos (dióxido de carbono, ácido carbónico, bicarbonato y carbonato). La entrada de ácidos a un sistema de agua puede alterar sustancialmente el pH. La principal fuente de ácido son los drenajes de zonas mineras y la deposición ácida atmosférica (lluvia ácida).

El agua con bajo pH puede corroer las tuberías de distribución de las plantas de agua potable. Las tuberías son muy costosas de reemplazar y la corrosión implica que algunas sustancias (principalmente iones metálicos como Cu, Pb, Zn y Cd) pueden entrar en el agua ya tratada. La ingestión de metales pesados puede ser un riesgo importante para la salud humana. El cometido del pH en el agua se asocia con la corrosividad, dureza, acidez, cloración, coagulación, estabilidad del dióxido de carbono y alcalinidad.

ALCALINIDAD

La *alcalinidad* es la medida de la capacidad del agua para absorber iones hidrógeno sin cambio significativo del pH. Dicho simplemente, la alcalinidad es una medida de la capacidad tamponadora del agua y por tanto, una medida de la capacidad del agua para neutralizar ácidos. Los constituyentes químicos principales de la alcalinidad en las aguas naturales son bicarbonato, carbonato e iones hidróxido.

Estos componentes son mayoritariamente carbonatos y bicarbonatos de sodio, potasio, magnesio y calcio. Estos constituyentes se originan a partir del dióxido

de carbono (de la atmósfera y como subproducto de la descomposición microbiana de la materia orgánica) y de los minerales en origen (principalmente compuestos químicos disueltos de rocas y suelos).

El agua altamente alcalina es desagradable al paladar; sin embargo, esta condición no es significativa desde el punto de vista de la salud humana. El principal problema son las reacciones que ocurren en el agua entre la alcalinidad y ciertas sustancias.

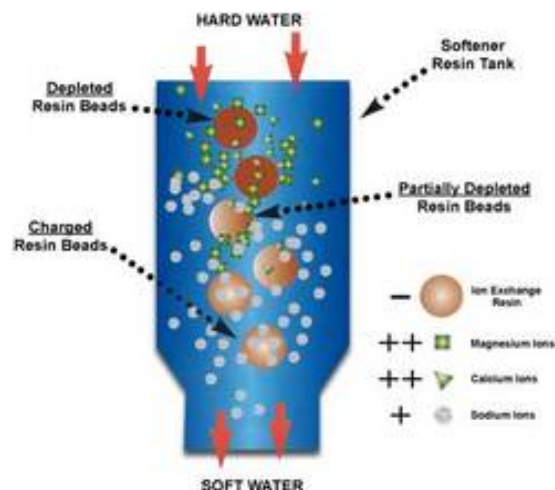
El precipitado resultante puede inutilizar los accesorios del sistema de agua. Los niveles de alcalinidad pueden también afectar la eficacia de ciertos procesos de la depuración, especialmente el proceso de coagulación.

DUREZA

La *dureza* del agua se define como la suma de los cationes polivalentes disueltos en el agua. Los cationes más frecuentes son calcio y magnesio, aunque hierro, estroncio y manganeso pueden contribuir también. La dureza se registra normalmente como una cantidad equivalente de carbonato cálcico. Las aguas se suelen clasificar de acuerdo con el grado de dureza como sigue:

<u>Concentración de carbonato cálcico (mg/L)</u>	<u>Clasificación</u>
Menor a 75	Agua blanda
de 75 a 150	Agua moderadamente dura
de 150 a 300	Agua dura
mayor a 300	Agua muy dura

La dureza es función en primer lugar de la geología del área a la que está asociada el agua superficial. Las aguas que discurren sobre calizas son propensas a ser duras porque la lluvia (naturalmente ácida debido a su contenido en dióxido de carbono) disuelve la roca y se lleva los cationes disueltos al sistema acuático.



SOLUBILIDAD EN AGUA

Solubilidad es un término utilizado en relación con la depuración del agua, en análisis de laboratorio, en estudios de la química/física del agua, y en publicaciones técnicas aun cuando la solubilidad no es un parámetro físico o químico de ámbito general.

Para comprender la solubilidad se debe entender también la *disolución en agua*, líquido homogéneo formado por el *solvente* (la sustancia que disuelve otra sustancia) y el *soluto* (la sustancia que se disuelve en el solvente). La solubilidad se define como la masa de sustancia contenida en una solución que está en equilibrio con un exceso de la sustancia.

Parámetros químicos

Los parámetros químicos del agua están divididos en dos grupos básicos: **orgánicos e inorgánicos**. Ambos entran en el agua por causas naturales o por contaminación. La capacidad para disolver del agua está directamente relacionada con sus parámetros químicos.

COMPUESTOS ORGÁNICOS

Los *compuestos orgánicos naturales* contienen carbono y consisten en materia orgánica biodegradable como los desechos de procesos biológicos, residuos humanos y heces animales. Los microbios aerobios rompen las complejas moléculas orgánicas y las convierten en productos finales más simples y más estables. La degradación microbiana rinde como productos finales dióxido de carbono, agua, fosfatos y nitratos. Las partículas orgánicas del agua pueden albergar bacterias dañinas y patógenos. En una planta de tratamiento de agua deben eliminarse todos los componentes orgánicos antes de la desinfección.

Dentro de los *compuestos químicos orgánicos* hay sustancias naturales y otras que se fabrican a partir de materia animal o vegetal. Los plásticos son un buen ejemplo de compuestos químicos orgánicos que se fabrican a partir de petróleo, el cual originalmente proviene de materia vegetal y animal. Algunos productos químicos orgánicos se liberan con la descomposición vegetal que sucede de forma natural, y por sí mismos no plantean problemas de salud en el agua de bebida. Sin embargo, se pueden presentar inconvenientes debido a más de 100.000 productos químicos orgánicos sintéticos en uso comercial hoy día. Se trata de pinturas, herbicidas, fertilizantes sintéticos, pesticidas, combustibles, plásticos, tintes, conservantes, saborizantes y fármacos, por nombrar unos pocos.

Hay que recordar que las sustancias orgánicas en los sistemas de agua pueden ser consecuencia tanto de procesos naturales como antrópicos. Generalmente la principal fuente de materia orgánica en las aguas naturales es la descomposición de hojas, hierbas y árboles. La cantidad de estos materiales presente en el agua es normalmente baja. Las fuentes antropogénicas de materia orgánica provienen de pesticidas, y otros compuestos orgánicos sintéticos.

En el agua, las sustancias orgánicas disueltas se dividen en dos categorías: **biodegradables y no biodegradables**.

El material *biodegradable* (capaz de descomponerse por efectos biológicos) consiste en las sustancias orgánicas que los microorganismos presentes en la naturaleza pueden utilizar como nutrientes, dentro de un período de tiempo razonable. Los alcoholes, ácidos, almidones, grasas, proteínas, ésteres y aldehídos son los principales. Los contienen los residuos líquidos domésticos, o pueden ser el resultado de la descomposición de tejidos animales o vegetales.

Las sustancias orgánicas biodegradables causan problemas en las aguas superficiales por los efectos derivados de la acción de los microorganismos, ya que al metabolizar la materia orgánica consumen oxígeno.

Cuando este proceso tiene lugar en el agua, el oxígeno consumido es oxígeno disuelto (OD). Si no se reemplaza continuamente el oxígeno por medios artificiales el nivel de oxígeno disuelto decrece a medida que progresa la descomposición de la materia orgánica. La necesidad de oxígeno se denomina **demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**. Cuanto mayor es la materia orgánica del agua, mayor es la demanda bioquímica de oxígeno. Es de señalar que algunos organismos biodegradables causan problemas de sabor y olor.

La **DBO⁵** es la cantidad de oxígeno demandada por las bacterias para romper la materia orgánica en condiciones aerobias durante un período de incubación de cinco días a 20°C. Este bioensayo mide el oxígeno que consumen los organismos que utilizan la materia orgánica de la muestra, y el oxígeno disuelto en el líquido. Las sustancias se rompen en otras más simples, y los microbios usan la energía liberada para crecer y reproducirse.

Cuanto más alta es la DBO, mayor es la contaminación. Cuanto más alta la DBO mayor es la cantidad de materia orgánica que contiene el agua.

Los compuestos orgánicos *no biodegradables* resisten a la degradación biológica.

Los constituyentes de las plantas leñosas son un buen ejemplo. Estos constituyentes se denominan refractarios (resistentes a la biodegradación) e incluyen taninos, ácidos lignícos, fenoles y celulosa que se incluyen en los sistemas hídricos naturales. No son biodegradables algunos polisacáridos con uniones excepcionalmente fuertes, y el benceno con su estructura en anillo (por ej., asociado con la destilación de petróleo).

Ciertas sustancias químicas no biodegradables pueden reaccionar con el oxígeno disuelto en el agua. La **demanda química de oxígeno (DQO)** es una medida más completa y exacta del consumo total de oxígeno disuelto en el agua. Se define el DQO como el ensayo que proporciona el oxígeno equivalente a la cantidad de materia orgánica de una muestra, que es susceptible de oxidarse por un oxidante químico fuerte.

COMPUESTOS QUÍMICOS ORGÁNICOS SINTÉTICOS

Los *productos químicos orgánicos sintéticos* son productos manufacturados por el hombre. No se encuentran de forma natural en el ambiente y a menudo son tóxicos para el hombre. Se comercializan más de 50.000 diferentes, e incluyen pesticidas, tetracloruro de carbono, cloruro, dioxina, xileno, fenoles, aldicarbono y miles de otros.

COMPUESTOS QUÍMICOS ORGÁNICOS VOLÁTILES

Son productos químicos orgánicos particularmente peligrosos. Se absorben a través de la piel durante el contacto con el agua, como el baño o ducha. La exposición al agua caliente los evapora con rapidez, y es nociva su inhalación. Pueden aparecer en cualquier agua de grifo sin importar el lugar del país en que uno vive y el agua de la que se abastece.

SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (TDS)

Los sólidos pueden existir en el agua en solución o en suspensión, y se distinguen haciendo pasar la muestra a través de un filtro de fibra de vidrio. Por definición, los *sólidos en suspensión* quedan retenidos en la parte superior del filtro, mientras que los *sólidos disueltos* atraviesan el filtro con el agua. Cuando se coloca la porción filtrada en un pequeño disco y se calienta hasta evaporación completa, los sólidos que permanecen como residuo en el disco son los *sólidos disueltos totales*.

Los sólidos disueltos pueden ser orgánicos e inorgánicos. El agua incorpora estas sustancias a su paso por el suelo, la superficie, la atmósfera. Los constituyentes orgánicos disueltos proceden de la descomposición de la vegetación, de los compuestos químicos orgánicos y de los gases orgánicos. Es deseable la eliminación de los minerales, gases y otros constituyentes orgánicos porque pueden causar efectos fisiológicos y producen color, sabor y olor desagradables.

En los sistemas de distribución de agua una cantidad alta de sólidos disueltos significa una conductividad elevada, con la consiguiente mayor ionización, lo que ha de tenerse en cuenta para el control de la corrosión. Sin embargo, un TDS alto también significa una mayor probabilidad de que se forme un revestimiento de protección, que es un factor positivo de control de la corrosión.

FLUORUROS

El fluoruro se encuentra rara vez en cantidades apreciables en las aguas superficiales, y aparece en las subterráneas de unas pocas regiones geográficas, aunque alguna vez se encuentra en señaladas rocas ígneas o sedimentarias. El flúor es tóxico para los humanos en grandes cantidades, también lo es para algunos animales. Sin embargo en pequeñas concentraciones (alrededor de 1 miligramo por litro en el agua de bebida) puede ser beneficioso.

La experiencia ha demostrado que un agua de bebida con una cantidad apropiada de flúor puede reducir hasta un 65% caries dentales en niños entre 12 y 15 años. Pero cuando la concentración de flúor en el agua natural no tratada es excesiva, se deben utilizar abastecimientos alternativos o aplicar tratamientos para disminuir esa concentración.

METALES PESADOS

Los *metales pesados* son elementos con peso atómico entre 63,5 y 200,5, y peso específico mayor de 4. Los metales pesados de interés particular en los sistemas de agua superficial son cadmio, cromo, mercurio, plomo, arsénico y antimonio.

Los metales pesados en el agua se dividen en tóxicos y no tóxicos. Únicamente los metales que son dañinos en pequeñas cantidades se denominan tóxicos, los otros caen en el grupo de los no tóxicos. En las aguas naturales (excepto las subterráneas), la causa de que lleven metales es la disolución de los depósitos, y los vertidos de aguas residuales domésticas, agrícolas e industriales.

Aunque los metales pesados como el hierro y el manganeso no son causa de intoxicaciones, le dan al agua un sabor notablemente amargo aun a concentraciones muy bajas. Estos metales son frecuentes en las aguas subterráneas, y ellos y otros pueden provocar manchas marrones o negras en la colada y en tuberías y sus partes integrantes.

NUTRIENTES

Los elementos que puede contener el agua, como carbono, nitrógeno, fósforo, azufre, calcio, hierro, potasio, manganeso, cobalto y boro, todos ellos esenciales para el desarrollo y reproducción de plantas y animales, se llaman *nutrientes* (o bioestimulantes). Los dos nutrientes de interés en este texto son nitrógeno y fósforo.

El *nitrógeno* (N_2), gas extremadamente estable, es el componente principal de la atmósfera terrestre (78%).

El nitrógeno se encuentra comúnmente en el agua en forma de *nitrito* (NO_2), lo cual indica que el agua puede estar contaminada con aguas residuales. Los nitratos pueden llegar a las aguas subterráneas por los fertilizantes utilizados en la agricultura. Las concentraciones excesivas de nitrito en las aguas de bebida son una amenaza inmediata hacia niños, humanos y animales muy jóvenes, y pueden causar la muerte. Las bacterias que se encuentran normalmente en el tracto intestinal de los niños pequeños pueden convertir el nitrito en nitrato (NO_3), que es tóxico. El nitrato puede reemplazar al oxígeno del torrente sanguíneo y provocar su descenso, que causa una decoloración azulada en el niño (síndrome del niño azul).

El *fósforo* (P) es un nutriente esencial que contribuye a la proliferación de algas y a la eutrofización de lagos, aunque su presencia en el agua de bebida tiene un efecto pequeño sobre la salud. En los ambientes acuáticos el fósforo se encuentra en forma de fosfatos y es un nutriente limitante. Si se usa todo el fósforo, se detiene el desarrollo de las plantas, sin importar la cantidad de nitrógeno disponible. Muchas masas de agua dulce tienen entradas de fósforo y nitrógeno de fuentes exteriores. El incremento de concentración del fósforo disponible permite a las plantas asimilar más nitrógeno antes de que se gaste el fósforo. Si el fósforo es insuficiente, las concentraciones altas de nitrito llevan a la producción de fitoplancton (algas) y macrofitos (plantas acuáticas).

Las fuentes principales de fósforo incluyen a los fosfatos de los detergentes, los fertilizantes, el lavado de suelos con ganado estabulado y los vertidos de las aguas residuales municipales.

Parámetros microbiológicos

La microbiología es el estudio de los organismos de dimensiones microscópicas, que sólo pueden ser vistos con ayuda de un microscopio. Los microbiólogos son científicos interesados en el estudio de la forma, estructura, fisiología, reproducción, metabolismo e identificación de los microorganismos. Los microorganismos objeto de su estudio son bacterias, hongos, protozoos, algas y virus. Estos diminutos organismos constituyen un grupo muy diverso de formas de vida que existen como células unitarias, uniones y agrupaciones de células. Cualquiera de estos organismos y todos ellos pueden estar presentes en el agua.

BACTERIAS

De todos los microorganismos estudiados en este texto, las bacterias son las de distribución más amplia, las más pequeñas de tamaño, las de morfología (estructura) más sencilla, las más difíciles de clasificar y las de identificación más dura. Debido a su considerable diversidad, es incluso difícil proporcionar una definición descriptiva de las bacterias. Se puede hacer sólo una generalización. Las bacterias son plantas unicelulares, procariotas (no tienen membrana nuclear), pocas veces realizan la fotosíntesis y se reproducen por fisión binaria.

Se encuentran en todas partes en el medio ambiente, en el suelo, en el aire y en el agua. Están también presentes dentro y fuera de los cuerpos de todas las criaturas vivientes, incluyendo los hombres. La mayor parte de las bacterias no causan enfermedades; no son patógenas. Muchas de ellas llevan a cabo funciones muy útiles y necesarias para la vida de organismos más grandes.

La clasificación de las bacterias y otros microorganismos es complicada, por cuanto existe incontable variedad de microorganismos diferentes en cuanto a sus propiedades metabólicas y estructurales. Algunos microorganismos se parecen a las plantas, mientras que otros son parecidos a los animales y hay todavía otros totalmente diferentes al resto de todas las demás formas de vida.

Teniendo en cuenta sus actividades podemos clasificar a las bacterias en *aerobias*, *anaerobias* y *facultativas*. La aerobia necesita oxígeno para vivir. El oxígeno es tóxico para una anaerobia, y las facultativas pueden vivir con y sin oxígeno.

Para los profesionales del abastecimiento de agua constituye un desafío constante la tarea de proporcionar agua potable en buen estado, libre de bacterias causantes de enfermedades y si no eliminarlas por completo, por lo menos controlarlas.

Los *coliformes fecales* son bacterias que viven en el tracto intestinal de animales de sangre caliente. Son excretadas en los residuos sólidos de los seres humanos y otros mamíferos. Los coliformes fecales entran en el agua por medio de:

- Aguas residuales no tratadas, o tratadas inadecuadamente, en sistemas municipales, fosas sépticas, o a causa de desbordamiento de cloacas o desagües.
- Escorrentías de establos, zonas de pastos o praderas.
- Flujo difuso de aguas residuales en actividades tales como la construcción, camping, etc.

Las bacterias coliformes fecales no suponen peligro para el hombre ni para los animales, generalmente. Donde están presentes, sin embargo, están también presentes las bacterias causantes de enfermedades. A diferencia de los coliformes fecales, las bacterias causantes de enfermedades no sobreviven mucho tiempo fuera del cuerpo de los animales de manera que puedan ser detectadas en el agua.

Los profesionales del agua potable y salud pública consideran los coliformes fecales como **indicadores de la presencia en el agua, de bacterias causantes de enfermedades**. Las bacterias asociadas a las coliformes fecales pueden causar enfermedades importantes en el hombre como diarrea,

disentería, cólera y fiebre tifoidea. Algunas de estas bacterias también pueden infectar heridas abiertas.

Agentes bacterianos cuya presencia en el agua ingerida causa enfermedades intestinales:

Microorganismo	Enfermedad
<i>Salmonella Typha</i>	Fiebre tifoidea
<i>Salmonella paratyphi</i>	Fiebre paratifoidea
<i>Salmonella</i>	Salmonelosis, fiebre entérica
<i>Shigella sp.</i>	Disentería Bacilar
<i>Vibrio cholerae</i>	Cólera
<i>Leptospira</i>	Leptospirosis
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis
<i>Francisella tularensis</i>	Tularemia
<i>Escherichia coli</i>	Gastroenteritis
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Infecciones varias
<i>Edwardsiella, Proteus, Serratia</i>	Gastroenteritis

VIRUS

Los virus son partículas parásitas, los agentes vivos infecciosos más pequeños que se conocen. Puesto que son entidades parásitas no celulares (no tienen núcleo, membrana celular ni pared celular) no pueden multiplicarse ni adaptarse a ambientes acuáticos hostiles y necesitan un hospedador vivo. Se multiplican solamente dentro de células vivas (hospedadores) y son totalmente inertes fuera de ellas, aunque pueden sobrevivir en el ambiente. Los virus se diferencian de las células vivas al menos en tres características (1) no se pueden reproducir de forma independiente ni llevan a cabo división celular, (2) sólo poseen un tipo de ácido nucleico, ADN o ARN; y (3) poseen una organización acelular simple.

Los virus afectan a los hombres (una sola partícula de virus puede infectar un hospedador) por medio de un agua de bebida recientemente contaminada. El tiempo mayor o menor está relacionado con la capacidad de supervivencia del virus en ambientes naturalmente o antrópicamente hostiles.

En la actualidad se conocen más de 100 tipos de virus en las heces fecales humanas. Una persona infectada puede excretar hasta un millón de partículas infecciosas en 1gramo de heces. Por eso la contaminación potencial es muy grande.

La posibilidad de aislar virus ha aumentado considerablemente durante los 40 años pasados. Pueden controlarse mediante la cloración, aunque a dosis mucho más altas que las necesarias para matar bacterias. Los virus interesantes para el especialista de aguas potables, son básicamente los virus entéricos (infecciones del tracto intestinal). Algunos virus transmitidos por el agua producen hepatitis, adenovirus, poliomielitis y otras afecciones.

PROTOZOOS

Los *protozoos* («etimológicamente los primeros animales») forman un grupo verdaderamente asombroso (más de 50.000 especies conocidas) de organismos eucariotas (con membrana nuclear bien definida) que han adaptado su célula para que les sirva como un cuerpo entero. De hecho todos los protozoos son organismos unicelulares. Normalmente carecen de pared celular y tienen una membrana plasmática que les sirve para tomar alimento y desechar los residuos. Pueden existir tanto como organismos solitarios (caso de *Vorticella* sp.) o vivir en colonias (como el sedentario *Carchesium* sp.). Los protozoos son microscópicos y toman su nombre porque como los animales superiores, se valen del mismo procedimiento para alimentarse. La mayor parte de ellos son inofensivos habiendo algunos parásitos.

Algunas formas tienen dos estados vitales: trofozoítos activos (capaces de alimentarse) y quistes que no presentan actividad. Como eucariotas unicelulares, los protozoos no se pueden clasificar con facilidad debido a su gran diversidad y en muchos casos, sólo están relacionados distantemente unos con otros.

Ciertos tipos de protozoos son causa de enfermedad. Son de particular interés *Entamoeba histolytica* (disenterías y hepatitis amébicas), *Giardia lamblia* (giardiasis), *Cryptosporidium* (criptosporidiosis), y la emergente *Cyclospora* (ciclosporosis). La contaminación por aguas residuales transporta huevos, quistes y oocitos de protozoos parásitos y helmintos (tenia, lombrices) a los suministros directos de agua potable, y deja al tratamiento y la desinfección como únicos medios para disminuir el peligro del agua contaminada para el consumidor.

HELMINTOS

Junto con los habitantes de los barros orgánicos, los gusanos también habitan los limos biológicos y provienen de los desechos y el suelo húmedo. Los nematodos (gusanos intestinales), algunos estrictamente anaerobios, se multiplican en las plantas depuradoras y han sido encontrados en el fango activado y especialmente en los filtros de escurrimiento. También aparecen en grandes cantidades en el residuo doméstico tratado. Su tamaño es microscópico de 0,5 a 3 mm de longitud y 0,01 a 0,05 mm de diámetro. La mayor parte de las especies tienen una apariencia similar. Tienen el cuerpo cubierto por cutícula, son cilíndricos, no segmentados y sus extremos son afilados.

Los nematodos comen bacterias y al entrar en el sistema de distribución de agua pueden proteger a los organismos patógenos de la desinfección a que se somete el equipo de suministro, y alcanzar así al consumidor.

Las larvas de nematodos, activas y móviles, pueden penetrar en los filtros de arena y sobrevivir a la cloración, pero no es normal que causen infecciones parasitarias.

Los nematodos en condiciones de libertad tienen un ciclo de vida que consiste en un huevo, cuatro estados larvarios y un estado adulto. Los huevos son reconocibles fácilmente en el agua tratada, mientras que el agua en origen puede tener excesivas formas de microfauna como para permitir su identificación.

2 – Energías renovables

Introducción

La energía es fundamental para el desarrollo y para proporcionar muchos servicios esenciales que mejoren la condición humana.

Sin embargo, el uso de la energía produce invariablemente una ruptura del equilibrio ambiental, provocando una reacción de la naturaleza que puede resultar de consecuencias adversas para el propio hombre.

Desde que se manifestó mundialmente la necesidad de desarrollar una política ambiental, se comenzó a considerar el desarrollo y la utilización de **fuentes de energías renovables**.

Nadie en nuestro país -realmente nadie en ninguna parte podrá permitirse en un futuro muy próximo vivir de espaldas a alguna forma de energía "alternativa". A medida que las reservas mundiales de combustibles fósiles se acercan a su extinción, resulta estimulante comprobar cómo un buen número de personas -cada vez mayor- ha aceptado con éxito el desafío de reorientar sus vidas a través de la vía natural, esto es, utilizando las formas de energía que ofrecen el sol, la tierra y el agua.

Hacia la década de 1970 las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas. Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de "alternativas" ya no debe emplearse.

En apenas dos décadas, las fuentes de energías renovables han evolucionado desde una mera expresión de deseo a convertirse en una realidad de la que todos formamos parte, dado que promueven una mejora en nuestra calidad de vida y en la de las generaciones venideras.

El bienestar y la solidaridad entre las generaciones presentes y futuras sólo se lograrán impulsando el desarrollo sostenible en todos los ámbitos. No obstante, los combustibles fósiles siguen siendo fundamentales para la economía de las naciones industrializadas modernas. En efecto, la producción y el consumo de estos combustibles continúa creciendo; siendo el calentamiento global una de las peores amenazas que debemos enfrentar debido al uso de los combustibles fósiles: gas, petróleo y carbón.

El Protocolo de Kioto es el único mecanismo internacional para hacer frente al problema mundial que supone el cambio climático. Durante la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de 2002, celebrada en Johannesburgo y respaldada por varios países, entre ellos Argentina, Brasil y Chile, se estableció que el cambio climático es una realidad que afecta a todo el planeta. Debemos minimizar los impactos de este problema global y el primer paso es cumplir con el Protocolo de Kioto.

Lamentablemente, las inversiones en energías renovables son insignificantes en comparación con las inversiones anuales realizadas en el desarrollo de nuevas reservas de combustibles fósiles, algo absolutamente incompatible con la protección del clima global.

Las energías renovables constituyen una de las mejores alternativas como respuesta al estancamiento y la inacción, siendo una poderosa fuente de energía global, accesible y viable, capaz de sustituir a los combustibles fósiles y otras fuentes contaminantes.

Las energías renovables son una herramienta poderosa para el desarrollo sustentable. Su evolución debe ser adoptada como una prioridad energética a nivel nacional.

Uno de los principales retos de nuestra sociedad es poder disfrutar de las ventajas del progreso y extenderlo por todo el mundo sin comprometer nuestro futuro y haciendo posible un desarrollo sostenido algún día. La tecnología tiene que ser una herramienta al servicio del hombre, que haga posible disfrutar de las nuevas posibilidades que nos ofrece el futuro y respetando nuestro entorno natural. Es nuestro deber, pues promover aquellas tecnologías que nos pueden permitir vivir mejor ahora y el día de mañana, que nos permitan dejar la herencia de un mundo limpio y lleno de posibilidades para nuestros hijos, que hagan que la humanidad pueda evolucionar sin ser destruida por sí misma.

El cambio climático y el efecto invernadero

La relación entre la civilización y la Tierra ha sido totalmente transformada por una combinación de factores que incluye la explosión poblacional, la revolución tecnológica y el deseo de ignorar las consecuencias futuras de nuestras acciones presentes. La realidad subyacente es que estamos chocando con el sistema ecológico del planeta y que sus componentes más vulnerables se están desmoronando a consecuencia de ello.

En cada rincón del globo –sobre la tierra y en el agua, en el hielo que se licua y la nieve que se derrite, durante las olas de calor y las sequías, en los ojos de los huracanes y en las lágrimas de los refugiados- el mundo es testigo de pruebas cada vez más abundantes e innegables de que los ciclos de la naturaleza están cambiando profundamente. El calentamiento global causado por los seres humanos no solo es real, sino que se está haciendo cada vez más peligroso, a un ritmo que lo ha convertido en una emergencia planetaria.

Estamos emitiendo tal cantidad de dióxido de carbono al medio ambiente de la Tierra que hasta hemos cambiado la relación entre nuestro planeta y el Sol. La cantidad de CO₂ que está siendo absorbida por los océanos es tal que, si continuamos al ritmo actual incrementaremos la saturación de carbonato de calcio hasta niveles que impedirán la formación de coral e interferirán en la formación de las conchas de todas las criaturas marinas.

El calentamiento global, así como la tala y quema de bosques y otros hábitats de crucial importancia, están causando la pérdida de especies vivientes a un nivel comparable al acontecimiento de extinción masiva que borró a los dinosaurios de la faz de la Tierra, hace sesenta y cinco millones de años.

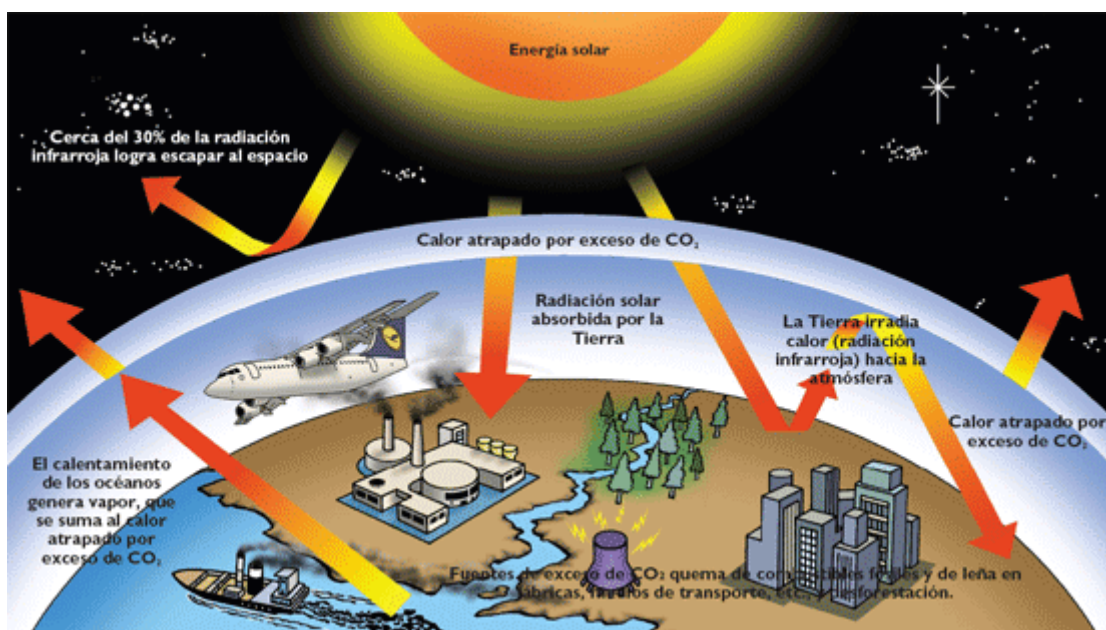
El clima de la tierra está influido por un flujo continuo de energía procedente del sol. Esta energía llega principalmente en forma de luz visible. Cerca del 30% se dispersa inmediatamente y vuelve al espacio, pero la mayor parte, el 70% restante, atraviesa la atmósfera para calentar la superficie de la tierra.

La Tierra debe devolver esta energía al espacio en forma de radiación infrarroja. Al ser mucho más templada que el sol, la Tierra no emite energía como luz visible. En cambio, emite una radiación infrarroja o térmica.

Se denomina **efecto invernadero** al fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de una atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite por haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. Este fenómeno evita que la energía solar recibida constantemente por la Tierra vuelva inmediatamente al espacio, produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

Los “gases de efecto invernadero” en la atmósfera impiden que la radiación infrarroja escape directamente de la superficie al espacio. Los principales gases de efecto invernadero son: **el vapor de agua, el dióxido de carbono, el ozono, el metano, el óxido nitroso, y los halocarbonos y otros gases industriales**. Aparte de los gases industriales, todos estos gases se producen naturalmente. En conjunto representan menos del 1% de la atmósfera. Ello es suficiente para producir un “efecto de invernadero natural” que mantiene al planeta a una temperatura promedio de aproximadamente 15 grados, lo que es esencial para la vida que conocemos en la Tierra. Estos gases impiden que parte del calor solar regrese al espacio, y sin ellos el mundo sería un lugar frío y yermo (la temperatura de la superficie de la tierra rondaría los 18°C bajo cero). Cuando el volumen de estos gases crece desmedidamente, provoca temperaturas artificialmente elevadas y modifican el clima.

Los niveles de todos los principales gases de efecto invernadero están aumentando como resultado directo de la actividad humana. Las emisiones de dióxido de carbono (principalmente de la combustión de carbón, petróleo y gas natural) el metano, y el óxido nitroso (debido principalmente a la agricultura y a los cambios en el uso de la tierra), el ozono y los gases industriales de vida prolongada tales como los CFC, los HFC y los PFC están cambiando la manera en que la atmósfera absorbe energía. Los niveles de vapor de agua también pueden estar en aumento debido a una “respuesta positiva”. Todo ello está sucediendo a una velocidad sin precedentes. El resultado es conocido como el “**efecto de invernadero ampliado**”.



El dióxido de carbono (CO₂) adquiere el mayor protagonismo porque es responsable de la mayor parte (más del 60%) del total de las emisiones de gases invernadero. Al igual que el dióxido de carbono, tanto el metano como el óxido nitroso existen desde antes de nuestra presencia en la Tierra; la

diferencia en la actualidad es que los hemos incrementado enormemente. El 60% del metano que hay en la atmósfera en el presente es producido por actividades humanas; proviene de los vertederos o rellenos sanitarios, la cría de ganado, la quema de combustibles fósiles, el tratamiento de aguas residuales y otros procesos industriales. El óxido nitroso también se ha incrementado un 17% en la atmósfera en el transcurso de nuestra era industrial, a partir de los fertilizantes, los combustibles fósiles y la quema de bosques y residuos de las cosechas.

El hexafluoruro de azufre (SF_6), los perfluorocarburos (PFC) y los hidrofluorocarburos (HFC) son todos gases invernadero producidos exclusivamente por la actividad humana. No sorprende, por lo tanto, que las emisiones de estos también se estén incrementando. Los HFC se utilizan como sustitutos de los CFC (clorofluorocarburos), los cuales fueron prohibidos porque sus emisiones estaban destruyendo la capa de ozono. Los CFC también son poderosos gases de invernadero.

El dióxido de carbono explica más del 60% del efecto invernadero reforzado. El hombre quema carbón, petróleo y gas natural a una velocidad muchísimo mayor que el ritmo con que se crearon dichos recursos.

El dióxido de carbono producido por la actividad humana penetra en el ciclo natural del carbono. Cada año, se intercambian en forma natural muchos miles de millones de toneladas de carbono entre la atmósfera, los océanos y la vegetación terrestre. Los intercambios en este sistema natural masivo y complejo estuvieron equilibrados con precisión durante miles de años: los niveles de dióxido de carbono parecen haber variado en menos del 10% durante los 10.000 años que precedieron a la industrialización; en los 200 años que siguieron a 1800, los niveles se han elevado en más del 30%.

Aún cuando la mitad de las emisiones de dióxido de carbono producidas por la actividad humana es absorbida por los océanos y la vegetación terrestre, en la actualidad, los niveles atmosféricos de dióxido de carbono están aumentando más de un 10% cada 20 años. En los últimos años la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera ha presentado un aumento. Se ha pasado de unas 280 ppm (partes por millón) en la era preindustrial a unas 381 ppm en 2005 (aún cuando su concentración global en la atmósfera es de apenas 0,03%). Este aumento podría contribuir, según el Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático promovido por la ONU, al calentamiento global del clima planetario. El empleo de combustibles fósiles está elevando los niveles atmosféricos de carbono, con lo que se perturba un equilibrio conseguido desde tiempo inmemorial.

La deforestación es la segunda fuente principal de dióxido de carbono. Cuando se talan bosques para la agricultura o la urbanización, la mayor parte del carbono presente en los árboles que se queman o descomponen se escapa a la atmósfera. Sin embargo, cuando se plantan nuevos bosques, los árboles en crecimiento absorben el dióxido de carbono y lo retiran de la atmósfera. El gran volumen neto de deforestación más reciente ha tenido lugar principalmente en los trópicos.

El aumento de los gases efecto invernadero ya está cambiando el clima. La temperatura media de la superficie terrestre ha subido más de $0,6^{\circ}\text{C}$ desde los últimos años del siglo XX. Este valor es superior en $0,15^{\circ}\text{C}$ a la previsión que se tenía para el período que iba hasta el año 1994, por las temperaturas relativamente altas desde 1995 hasta 2000.

Los modelos climáticos predicen que la temperatura mundial aumente de nuevo entre 1,4°C y 5,8°C para el período 1990-2100, lo que representa un cambio profundo y preocupante. Aun cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mayor que en cualquier siglo de los últimos 10.000 años.

Numerosas especies vegetales y animales, debilitadas ya por la contaminación y la pérdida de hábitat, no sobrevivirán los próximos 100 años. El ser humano, aunque no se ve amenazado de esta manera, se encontrará probablemente con dificultades cada vez mayores.

Un clima más caluroso causará más muertes y enfermedades entre las personas de edad y pobres de las zonas urbanas. Al aumentar las sequías en los veranos, el ganado y la vida silvestre estarán sujetos a mayor tensión térmica, mayor daño en los cultivos, aumentarán incendios forestales, las reservas de agua se verán sometidas a mayor presión. Otra consecuencia importante radicará en el aumento en la demanda energética.

Los graves episodios recientes de tormentas, inundaciones y sequías, por ejemplo, parecen demostrar que los modelos informáticos que predicen "episodios climáticos extremos" más frecuentes están en lo cierto.

La criosfera que representa cerca del 80% del agua dulce, abarca toda la nieve, hielo y permafrost de la tierra. Otra consecuencia del calentamiento global es que el permafrost está desapareciendo en todo el mundo incluso alrededor del lago Baikal en Siberia, el lugar más frío del Hemisferio Norte, desestabilizando la infraestructura y liberando carbono y metano adicional en la atmósfera. Los glaciares montañosos se están reduciendo; casi dos terceras partes de los glaciares del Himalaya se han contraído en el pasado decenio, y los glaciares andinos han retrocedido de forma espectacular o han desaparecido. Esto ha de afectar los ecosistemas y comunidades vecinas, así como las corrientes fluviales estacionales y los suministros de agua, lo que a su vez tiene consecuencias en la energía hidroeléctrica y la agricultura.

El derretimiento de los hielos continentales, es un fenómeno estacional de largo plazo, que va a modificar la geografía antártica y cuyas consecuencias para el mundo pueden ser caóticas, debido al aumento en el nivel de los océanos.

El nivel del mar subió por término medio entre 10 y 20 centímetros durante el siglo XX, y para el año 2100 se prevé una subida adicional de 9 a 88 cm (la subida de las temperaturas hace que el volumen del océano se expanda, y la fusión de los glaciares y casquetes polares aumenta el volumen de agua).

El **Protocolo de Kioto sobre el cambio climático** es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases provocadores del calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990.

El Protocolo de Kyoto entró en vigencia el 16 de febrero de 2005, luego de ser ratificado por 55 países.

¿Qué son las energías renovables?

Se denomina **energía renovable** a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía

que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales o artificiales.

Su impacto ambiental es de menor magnitud dado que además de no emplear recursos finitos, no generan contaminantes.

El uso extendido de fuentes de energía renovable puede contribuir a mejorar la calidad de vida sin interferir en el sistema climático.

Por otro lado, las energías renovables también pueden proporcionar electricidad para satisfacer necesidades básicas de refrigeración, alumbrado y comunicaciones entre muchas otras, a comunidades en donde no llega el tendido eléctrico, como el programa PERMER de la Secretaría de Energía.

El PERMER (Energía Renovable en Mercados Rurales Dispersos) es el proyecto más importante que se encuentra actualmente en funcionamiento en la Secretaría de Energía de la Nación.

Las distintas fuentes renovables de energía

Existen varias fuentes de energía renovables, como son:

- Energía mareomotriz
- Energía hidráulica
- Energía eólica
- Energía solar (térmica y fotovoltaica)
- Energía de la biomasa
- Geotérmica

Energía mareomotriz

La **Energía mareomotriz** es la producida por el movimiento de las masas de agua provocado por las subidas y bajadas de las mareas, así como por las olas que se originan en la superficie del mar por la acción del viento. Es una fuente de energía limpia, sin residuos y casi inagotable. Sus inconvenientes son que sólo pueden estar en zonas marítimas, pueden verse afectadas por desastres climatológicos, dependen de la amplitud de las mareas y las instalaciones son grandes y costosas.

Energía eólica

La energía eólica hace referencia a aquellas tecnologías y aplicaciones en que se aprovecha la energía cinética del viento, convirtiéndola a energía eléctrica, mecánica, o térmica. Se pueden distinguir dos tipos de aplicaciones: las instalaciones para la producción de electricidad y las instalaciones de bombeo de agua.

Recientemente ha tenido un despegue que se puede calificar de espectacular, instalándose numerosos parques eólicos para producción de electricidad a gran escala.

En la actualidad existen dos tipos principales de máquinas que aprovechan la energía contenida en el viento: los molinos, que se utilizan fundamentalmente para bombeo mecánico de agua, y los aerogeneradores de electricidad.

En términos generales no se requieren grandes velocidades de viento para producir energía, más bien al contrario, cuando el viento es demasiado intenso se hace necesario detener los equipos para evitar deterioro.

En la mayoría de los casos, un equipo comienza a generar energía con una velocidad del viento de 4 metros por segundo (m/s), equivalente a unos 15 Km./h. Entrega su potencia máxima cuando la velocidad es del orden de los 12 a 15m/s (40 a 55 Km./h) y es necesario sacarla de servicio cuando alcanza 25m/s (90km/h).

Actualmente puede decirse que se ha convertido en una energía muy competitiva en lugares donde la velocidad del viento supera los 6 metros por segundo. Los aerogeneradores que se instalan actualmente tienen una potencia de 600 Kw. y se están aprobando ya molinos de 1,5 MW.

Energía Solar

Nuestro planeta recibe del sol una cantidad de energía anual de aproximadamente 1,6 millones de kWh, de los cuales sólo un 40% es aprovechable, una cifra que representa varios cientos de veces la energía que se consume actualmente en forma mundial; es una fuente de energía descentralizada, limpia e inagotable. El aprovechamiento energético está entonces condicionado por la intensidad de radiación solar recibida por la tierra, los ciclos diarios y anuales a los que está sometida y las condiciones climatológicas del lugar. Se define energía solar a aquella que mediante conversión a calor o electricidad se aprovecha de la radiación proveniente del sol. Otra forma de aprovechamiento asociado considera la posibilidad de hacer uso de la iluminación natural y las condiciones climatológicas de cada emplazamiento en la construcción de edificios mediante lo que se denomina "arquitectura bioclimática".

El aprovechamiento de la energía solar requiere de la utilización de dispositivos que capten la energía proveniente del sol y la transformen en otra forma de energía compatible con la demanda que se pretende satisfacer. Existen dos alternativas posibles para realizar estas transformaciones: la conversión fototérmica y la conversión fotovoltaica.

Energía solar térmica

La conversión térmica se realiza en los colectores solares planos para baja temperatura y mediante sistemas de concentración, para media y alta temperatura. Consiste en la utilización de paneles solares para calentar agua para usos industriales, piscinas, calefacción o más comúnmente para agua caliente sanitaria. Es una técnica sencilla que permite su uso tanto en el sector doméstico, como en los servicios o en las industrias.

A pesar de que la energía solar es la más antigua de las fuentes de energía, no fue hasta la primera crisis energética de 1973, cuando se comenzó la investigación científica y el desarrollo de la tecnología para el aprovechamiento de esta forma renovable de energía.

Energía solar fotovoltaica

Una de las opciones más prometedoras, dentro de las diferentes fuentes de energía, es la basada en la conversión fotovoltaica: transformación de la radiación solar directamente en electricidad. Para que la energía solar fotovoltaica pueda ser considerada una opción para la generación de potencia en el próximo siglo, es necesario reducir el costo de producción.

Actualmente el Kwh. fotovoltaico resulta unas 5 veces más caro que el producido con otros sistemas convencionales, pero es competitivo para viviendas y otras muchas instalaciones a las que no llegan los tendidos eléctricos.

La energía solar fotovoltaica no puede ser estrictamente comparada con las restantes fuentes de energía pues su tecnología se encuentra en su fase de desarrollo y con un escaso nivel de implantación industrial.

Las tecnologías de lámina delgada representan una alternativa real, para conseguir el objetivo de reducir el costo de producción. Globalmente esta tecnología de lámina delgada se puede definir mediante depósitos de grandes superficies de láminas delgadas, de conductores y semiconductores, sobre un sustrato, utilizando una técnica de conformado adecuada para conseguir un depósito integrado. Los dispositivos, así preparados, tienen espesores de alrededor de decenas de micras. La penetración de la tecnología fotovoltaica en lámina delgada, en estos mercados, se debe conseguir mediante la implantación de estrategias de producción, que conduzcan a un bajo costo para la generación de electricidad fotovoltaica.

Mini-hidráulica

La energía del sol evapora el agua de los océanos, mares, lagos y ríos y la eleva sobre la tierra formando nubes; cuando éstas se enfrían, se condensan formando la lluvia y la nieve que se vierte a la tierra, represionándola y cerrando el ciclo. El agua en su transcurso por la superficie terrestre tiende, por la gravedad, a ocupar las posiciones bajas y la energía que esto produce es explotable por las instalaciones hidroeléctricas. Mini-hidráulica es el aprovechamiento hidroeléctrico de pequeño potencial (<15 MW).

Este tipo de energía puede tener un cierto impacto ambiental en la cabecera de los ríos, pero si se selecciona bien los emplazamientos resulta mucho más benigna que las convencionales.

Biomasa

El término biomasa abarca a una variada serie de fuentes energéticas que van desde la simple combustión de la leña para calefacción hasta las plantas térmicas para producir electricidad usando como combustible residuos forestales, agrícolas, ganaderos o incluso lo que se denomina cultivos energéticos, pasando por el biogás de los vertederos o lodos de depuradoras o los biocombustibles.

Se denomina biomasa a toda la materia orgánica que se encuentra en la tierra. Como fuente de energía presenta una enorme versatilidad, permitiendo obtener mediante diferentes procedimientos tanto combustibles sólidos como líquidos o gaseosos.

De origen vegetal o animal, incluye los materiales que proceden de la transformación natural o artificial. Cualquier tipo de biomasa proviene de la reacción de la fotosíntesis vegetal, que sintetiza sustancias orgánicas a partir del CO₂ del aire y de otras sustancias simples, aprovechando la energía del sol. En estos procesos de conversión la energía solar se transforma en energía química que se acumula en diferentes compuestos orgánicos (polisacáridos, grasas) y que es incorporada y transformada por el reino animal, incluyendo al ser humano, el cual invierte la transformación para obtener bienes de consumo.

Oficialmente se considera también la incineración de residuos urbanos como una fuente de energía renovable, aunque la mayor parte de los materiales que se emplean para la combustión no se pueden considerar como recursos renovables. Además tal como pone de manifiesto un estudio realizado por Greenpeace el potencial de ahorro energético de los materiales de la basura es 3,95 veces superior si se recicla que si se incineran.

Cabe destacar que, desde el punto de vista ambiental, el aprovechamiento energético de la biomasa no contribuye al aumento de los gases de efecto invernadero, dado que el balance de emisiones de CO₂ a la atmósfera es neutro. En efecto, el CO₂ generado en la combustión de la biomasa es reabsorbido mediante la fotosíntesis en el crecimiento de las plantas necesarias para su producción y, por lo tanto, no aumenta la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera. Al contrario, en el caso de los combustibles fósiles, el carbono que se libera a la atmósfera es el que está fijo a la tierra desde hace millones de años.

Existe un enorme potencial energético derivado de la biomasa, siempre que se potencie desde los poderes públicos, puesto que las compañías eléctricas no están muy interesadas en su desarrollo.

Energía geotérmica

Se entiende por energía geotérmica a aquella que, aprovechando el calor que se puede extraer de la corteza terrestre, se transforma en energía eléctrica o en calor para uso humano o procesos industriales o agrícolas.

La energía geotérmica, como excepción, no tiene su origen inmediato en la radiación solar, sino en una serie de reacciones químicas naturales que suceden en el interior de la tierra y que producen grandes cantidades de calor. Esta realidad a veces se pone de manifiesto de forma natural y violenta a través de fenómenos como el vulcanismo o los terremotos. El hombre también puede aprovechar esta fuente de calor extrayéndolo mediante perforaciones y transfiriendo este calor.

El uso más antiguo de los recursos geotérmicos son las aguas termales.

El gradiente térmico resultante de las altas temperaturas del centro de la Tierra (superiores a los mil grados centígrados), genera una corriente de calor hacia la superficie. El valor promedio del gradiente térmico es de 25 grados centígrados por cada kilómetro, siendo superior en algunas zonas sísmicas o volcánicas. El potencial geotérmico almacenado en los diez kilómetros exteriores de la corteza terrestre supera en 2000 veces a las reservas mundiales de carbón.

La explotación comercial de la geotermia comenzó a finales del siglo XIX en Italia, con la producción de electricidad. La geotermia puede llegar a causar

algún deterioro al ambiente por la emisión de gases, aunque la inyección del agua es parte del proceso de conversión de la energía térmica, minimizando los posibles riesgos.

BIBLIOGRAFÍA

- *Manual del agua potable (Frank R. Spellman- Joanne Drinan) – Editorial Acribia 2004*
- *Ingeniería y Ciencias Ambientales (Mackenzie L. Davis - Susan J. Masten) Mc Graw Hill Interamericana 2005.*
- *SECRETARÍA DE ENERGÍA DE LA NACIÓN: Contenidos didácticos.*
- *Fuentes de Energía. Proyecto Newton, materiales didácticos. Ministerio de Educación- Gobierno de España.*
- *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría sobre el Cambio Climático (UNFCCC).*
- *Carpeta de Información sobre el Cambio Climático publicada por el PNUMA y la UNFCCC, actualizada hasta julio de 2003.*
- *Al Gore – “Una verdad Incómoda” - 2007*