

VI. 1. INTRODUCCIÓN

Sin el agua no existe la vida. Los organismos se ordenan siguiendo el esquema célula - tejido - órgano y organismo, y es, fundamentalmente, en esta primera fase de ordenación que hemos denominado célula, donde el agua representa desde el punto de vista biológico, una importancia radical. En las disoluciones acuosas cualquier estructura viva ve reducida al mínimo los problemas de intercambio de nutrientes y la expulsión de excretos al medio ambiente que lo rodea. Y fue por ello por lo que resultó ser el sustrato ideal para el origen de la vida.

El agua representa caracteres reguladores de la temperatura debido a su alta capacidad calorífica y elevado calor de fusión y evaporación. Por otro lado posee un gran poder de absorción de determinadas radiaciones y en especial de aquellos de mayor longitud de onda. Todas estas características proporcionan a los medios líquidos una productividad, medida en términos de biomasa, extremadamente elevado.

En el origen de los tiempos el hombre estableció sus poblaciones en concordancia con todos estos factores. Busco el agua como punto en el que se encontraba abundante caza y pesca. Al tiempo que recogía frutos silvestres. Posteriormente y cuando pasó de cazador - recolector a sedentario, los ríos le permitían regar sus campos y abrevar a su ganado. Incluso vemos que en la actualidad prácticamente todas las ciudades se encuentran en lugares próximos a los ríos.

VI. 2. CARACTERÍSTICAS

VI. 2.1. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN

El agua está formada por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno. Los hidrógenos están unidos al oxígeno mediante un enlace covalente. El oxígeno posee seis electrones en su nivel más externo y el hidrógeno uno. Al compartir cada hidrógeno su único electrón con uno del oxígeno se cumple la regla del octeto de Lewis. El hidrógeno poseerá dos electrones como el helio, el gas noble más cercano y el oxígeno ocho, seis de propios y dos de compartidos.

VI. 2.1.1. FORMA GEOMÉTRICA

El agua posee una forma angular. Si se traza una línea imaginaria que una el centro del átomo de oxígeno con el centro de cada uno de los átomos de hidrógeno se obtendrá un ángulo de unos 105°.

VI. 2.1.2. POLARIDAD

El oxígeno atrae los electrones compartidos con mayor fuerza que el hidrógeno. Este fenómeno hace que los electrones estén más cerca del oxígeno que del hidrógeno. El oxígeno queda más negativo que los hidrógenos. Se dice que la molécula de agua es polar, puesto que tiene un polo positivo que lo forman los hidrógenos y un polo negativo formado por el oxígeno. Esta polaridad modifica las propiedades físicas del agua respecto a las que serían de esperar.

VI. 2.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

El agua, en su estado natural más habitual, es líquido transparente, sin sabor y sin olor, pero que toma un color azul verdoso en lugares profundos. Posee una densidad máxima de 1 g/cm³ a los 4°C y su calor específico es de una caloría por gramo y grado. En estado sólido su densidad disminuye hasta 0,92 g/cm³, aunque se conocen hielos formados bajo presión más pesados que el agua líquida. Su temperatura de fusión y ebullición a la presión de una atmósfera son de 0 y 100°C respectivamente.

El agua es un compuesto estable que no se descompone en sus elementos hasta los 1300°C. Reacciona con los metales alcalinos para formar un hidróxido y desprender hidrógeno. Reacciona con los óxidos metálicos para formar hidróxidos, y con los no metálicos para formar ácidos.

VI. 2.3. EL AGUA COMO DISOLVENTE

El agua disuelve muchos cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos, especialmente ácidos, bases y sales. Algunos compuestos del carbono también se disuelven, como el alcohol, el azúcar o la urea, pero la mayoría de estos compuestos son insolubles en agua, como el benceno, las grasas, el petróleo o el caucho.

VI. 2.3.1. EL AGUA DISOLVENTE DE SUSTANCIAS IÓNICAS

El agua, como es polar, se aproxima a los iones que forman un compuesto iónico (sólido) por el polo de signo contrario a la carga del ión, de esta forma, logra anular su carga y despegarlo del resto del sólido; una vez separado del sólido el agua rodea el ión evitando que regrese al seno del sólido.

VI. 3. GENERALIDADES

En los ríos, en los mares, dulce o salada, el agua es madre y es madrastra. Sin ella la vida es imposible, pero periódicamente, su tozuda negativa a caer del cielo o su caprichosa superabundancia súbita amasa pueblos enteros. Desde que surge de las nubes hasta que vuelve a evaporarse de los acuíferos, el agua condiciona la vida. La economía, el medio ambiente, la ciencia, la tecnología, el clima, la energía, la historia y hasta el ocio del mundo entero dependen de ella.

Todo comienza con la lluvia. El fenómeno meteorológico más esperado por muchos. Pero lo más paradójico es que lo que se espera no es agua. Al menos no lo que un químico puntilloso llamaría así con la tabla periódica en la mano.

El agua químicamente puro no existe en la naturaleza. La fórmula más conocida del mundo, lo que primero aprenden los niños en la escuela - el archifamoso H_2O - es un guarismo de laboratorio. Lo más parecido a la molécula compuesto por dos partes de hidrógeno y una de oxígeno es el vapor de agua de las nubes. Pero en cuanto se condensa y cae a la atmósfera en forma de lluvia, el agua de ese vapor ya no es agua. No es exactamente.

En su trayecto hacia la biosfera, las gotas de lluvia van aportando a su estructura buena parte de los elementos que encuentran en el camino (N, CO_2 , CCF,...). Pero aún así la lluvia es más pura que el agua del más limpio manantial de la Tierra. Una vez en un lecho, el agua sigue perdiendo pureza en contacto con el terreno y también las aguas subterráneas.

Y todo porque el agua es el disolvente universal. Es capaz de disolver casi todos los elementos. Pero, igual que coge lo bueno y lo aporta a su estructura enriqueciéndola, también recoge lo malo, la contaminación. Por eso, por esa incapacidad de mantenerse incólume o por esa incapacidad de enriquecimiento y degradación, y asépticos límites de una probeta de laboratorio.

Por eso también el hombre, en plena era espacial, es incapaz de fabricar agua. El agua pura - H_2O - es tóxica arsenal nuclear, informática e intelectual bajo el brazo se ha demostrado un perfecto inútil para provocar la lluvia. La inseminación de las nubes con yoduro de plata con el fin de crear núcleos de condensación y hace romper aguas a cúmulos, extractos y nimbos es ya una anécdota más de la historia.

Pero el potencial de agua es mucho mayor. El agua es el principal agente geodinámico, la principal responsable de la erosión y de la sedimentación. De la silueta

de la Tierra. Milenios de lluvias son los escultores de perfil de las montañas. El viento sólo es responsable en un 15%. El resto escasa del agua.

Una vez caída, el agua debe soportar todo un proceso industrial para llegar a los grifos domésticos, los surtidores de las fábricas o los canales de riego agrícola. No hay dos aguas iguales. Cada una es distinta dependiendo de por donde circula y dónde se aloja.

Todas son potables, pero cada una tiene efectos diferentes sobre la salud. Los encargados de controlar la composición y adecuarla a los distintos usos son los expertos en la calidad de las aguas.

Los límites de esa manipulación son especialmente rígidos. Cuando se trata de consumo humano España se rige por la Directiva para Consumo Humano de Agua, que establece los máximos químicos, bacteriológicos y únicos que debe observar el agua del grifo. En las plantas de tratamiento y potabilización, las aguas de ríos y embalses pasan por varias etapas. Antes se le quitan las partículas en suspensión mediante filtros y tamices. Luego se eliminan los olores y se da buen aspecto al agua y, finalmente, se desinfecta el cloro. Esta última es una operación muy delicada. Si se clora el agua en exceso, se puede obtener cloroformas, que es una sustancia cancerígena.

España es un país pionero en la tecnología del agua. Hemos tenido que espabilar. Aquí llueve poco y mal. El 60% de la lluvia cae en el 30% del territorio.

La fuerza del agua al descender por un salto desde una presa y hacer girar las aspas de una turbina conectado a un alternador es el fundamento de la energía hidroeléctrica. El agua es el combustible que permite generar la energía eléctrica con mayor y mejor capacidad de respuesta. La energía que se utiliza para atender a las puntas de demanda de electricidad - primeras horas de la noche- procede del agua.

En 1992 el agua produjo en España 19559 millones de kilovatios/hora de electricidad. Un 12,5% de la energía eléctrica total producido en el país tuvo su origen en el agua. Y fue un mal año. La sequía provocó un descenso de un 31% respecto a 1991.

El agua necesaria para mover sus turbinas no les cuesta un duro a las hidroeléctricas. Las recientes protestas de estas empresa han dado al traste con la pretensión del Gobierno de cobrar con el llamado canon del agua a los usuarios que se benefician económicamente de ella. El agua, pues, es gratis. Y de todos. Desde 1986, con la entrada en vigor de la Ley de Aguas, el agua llamada en la jerga administrativa dominio público hidráulico - pasa a ser de propiedad pública. Hasta entonces, quien

tenía un pozo era propietario del agua que manaba. Ahora el dueño del pozo tiene una concesión y el Estado puede interrumpirlo en caso de necesidad o incumplimiento de las condiciones.

El agua, pues, no se paga. Lo que se paga es el llamado coste de oportunidad, la amortización de las obras y el mantenimiento de las infraestructuras necesarias para obtener esa agua en ese lugar concreto. Del agua que anualmente se consume en España, el 80% se la lleva la agricultura. Otro 14% la consume la industria y un 6% el abastecimiento de las ciudades. Los agricultores son los que más agua gastan, y hay algunos que piensan, con las organizaciones ecologistas al frente, que esto es así porque el agua es gratis.

El agua, incolora, inodora e insípida, es un fiel indicador de la calidad de vida de un país, de una región, de un pueblo, de una familia. ¿Cómo explicar, si no, el espectacular crecimiento del consumo de agua embotellada en España en los últimos años? Desde 1970 a 1988 la producción de agua mineral ha subido de 178 a 1923 millones de litros, y sigue aumentando.

Los ayuntamientos, encargados de cobrar el agua a sus vecinos, conocen muy bien la característica discriminación social del agua. Esto se aprecia especialmente en el caso de los superpopulares chalet Adosados. En estas numerosísimas colonias el consumo de agua se multiplica hasta por 10 respecto a las viviendas convencionales en bloque. La culpa la tiene el retazo de césped o jardín de estos propietarios y su riego diario con agua del grifo.

¿Por qué en España se riegan los parques y jardines, los campos de golf y las calles de las ciudades con agua potable? El estudio de las posibilidades de reutilización de las aguas usadas para otros fines que no requieran una calidad tan alta como el consumo humano es una de las partes del futuro de la investigación hidrológica.

Los responsables políticos se muestran receptivos con esta proposición científica. Pero desconfían de los 3,6 billones de pesetas que van a costar las infraestructuras del Plan Hidrológico Nacional, sólo un 0,3% se dedica a investigación. De momento, sólo hay un proyecto para regar los jardines de la circunvalación madrileña M-30 con agua reciclada.

Pero para que el agua ya disfrutada pueda volver a tener utilidad es imprescindible su tratamiento y depuración. Las plantas depuradas someten a las aguas negras a dos procesos de limpieza. En el primero, llamado tratamiento primario o físico se eliminan del torrente las partículas sólidas en suspensión. En la segunda fase, la

denominada secundaria o biológica, se retiran los metales pesados que sobrevivieron al primer filtro, se purifican y se cloran las aguas antes de verterlas.

Esto es lo que se hace ahora en las depuradoras españolas, pero no es todo lo que la tecnología permite para verter a ríos y mares unas aguas usadas con una calidad similar a las nuevas. Existe un tercer paso, el llamado tratamiento terciario, que consiste en eliminar de las aguas el nitrógeno y el fósforo que contienen. De esta manera se evitaría el fenómeno de la eutrofización de las aguas del lecho a donde van los vertidos y la proliferación de algas y microorganismos. Pero esto último todavía es un proyecto.

Las directivas de la UE establecen que los países miembros deben depurar el 99% de las aguas usadas que vierten. En España estamos lejos de ese objetivo.

El agua ha condicionado la vida y la existencia misma de los pueblos a lo largo de la historia. Hasta la revolución industrial, la disponibilidad de recursos hídricos era el factor clave para el abastecimiento de poblaciones.

El rey Felipe II cambió la capitalidad de España a Madrid desde Toledo porque era más fácil llevar el agua desde los manantiales madrileños que subirla a la ciudad toledana desde la vega del Tajo. Con la llegada de la industria, el agua perdió importancia estratégica a favor de otros factores como las vías de comunicación o el precio del suelo.

Pero nunca a lo largo de los siglos se ha perdido la fascinación por el agua. Los árabes hicieron acequias y otros ingenios de riego, pero también fuentes y estanques, sin ninguna otra utilidad que el gozo y el recreo. Desde entonces, el agua ha sido siempre algo más que un fluido indispensable para la vida. Se ha erigido en protagonista de toda una cultura y una forma de vida. No en vano la Biblia está llena de referencias al agua. El Diluvio Universal, Moisés salvando el Nilo, Jesús caminando sobre aguas, el propio bautizo purificador... No es casualidad, pues, que la lluvia haya sido considerado siempre como un don del cielo cuando cae mansa y fresca sobre los campos, y un castigo de Dios cuando se le niega tercamente a la tierra o la arrastra y la inunda con su furia.

VI. 4. EL CICLO DEL AGUA

El agua y la vida son inseparables. En los seres vivos el agua es el componente que se encuentra en mayor porcentaje. Cuantitativamente, por tanto, es un compuesto imprescindible para los organismos. Pero no es menor su importancia cualitativa, ya que desempeña un papel fundamental en diferentes funciones biológicas:

- Actúa como disolvente de un gran número de sustancias.
- Se encarga del transporte de la mayoría de los nutrientes esenciales, así como de las sustancias secretoras y reguladoras.
- Sirve como reactivo y lubricante.
- Confiere estructura.
- Y en los organismos homeostáticos, es importante como factor de termorregulación, debido a su alto calor específico.

Se ha estimado que el volumen total del agua de la biosfera alcanza una cantidad de unos 1360×10^{15} l. El 97% corresponde al agua del mar, el 2,25% agua de los glaciares y capas de hielo polares y lo restante el 0,75% pertenece a aguas dulces, superficiales y aguas subterráneas. El agua en forma de vapor que contiene la atmósfera es muy reducida, aproximadamente el 0,001%.

Por su distribución y sus características físico-químicas, el agua se mueve constantemente desde la atmósfera a la tierra, a los mares y luego nuevamente a la atmósfera;; constituye por tanto un ciclo: el ciclo hidrológico del agua, que es uno de los grandes ciclos de la biosfera.

Entre las acciones de ese continuo movimiento del agua en la biosfera, está la modificación de la superficie de la tierra, resultando ser un poderoso agente de los cambios geológicos, mediante la erosión. Asimismo transporta y deposita nutrientes y sedimentos en cantidades ingentes, y finalmente, el agua, en su continua circulación suministra la conexión entre la atmósfera, la litosfera e hidrosfera, que hace posible la presencia de la vida sobre la tierra.

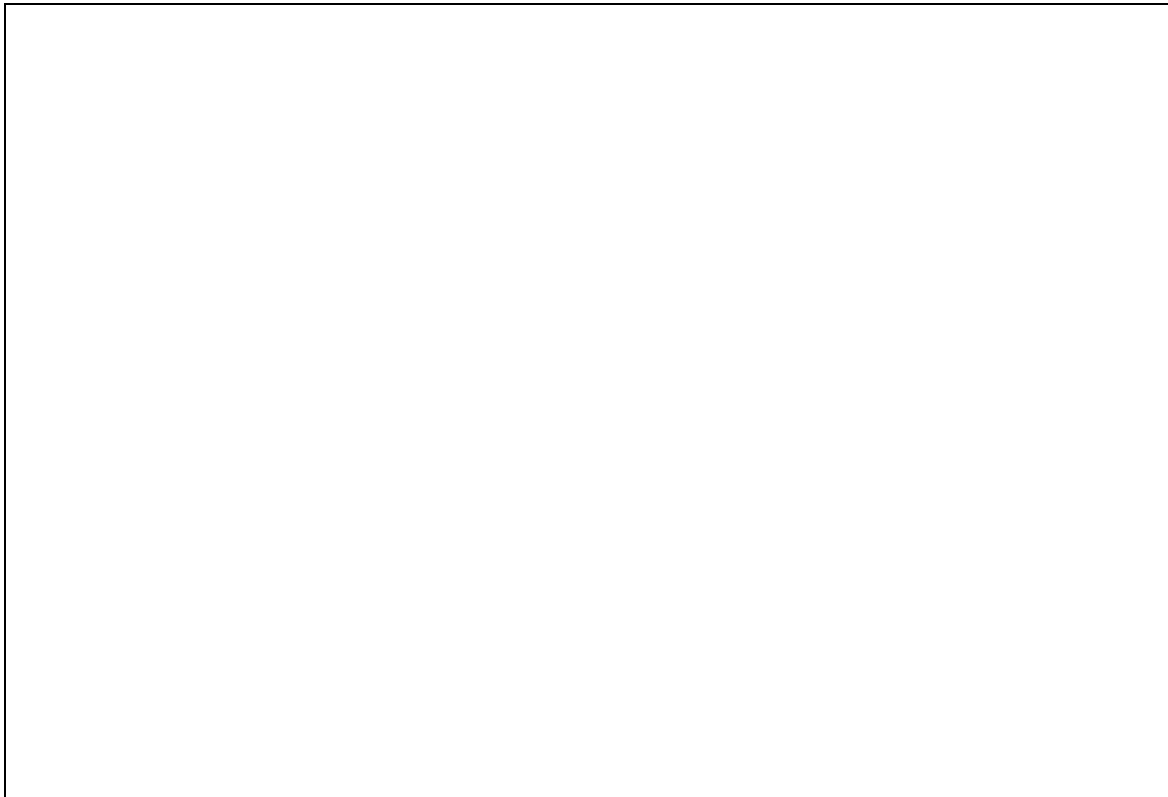
El control del ciclo del agua corresponde a la energía solar y a la fuerza de gravedad. Las rutas principales de este ciclo son las siguientes.

El agua va desde la superficie de la atmósfera de dos formas:

- Mediante la evaporación. La energía solar produce la evaporación del agua líquida, pasando entonces a la atmósfera en forma de vapor.
- Mediante la transpiración. El agua almacenada en los tejidos vegetales se difunde a través de la superficie externa de sus hojas y entra en la atmósfera en forma de vapor.

Las corrientes de aire pueden efectuar un transporte de este vapor de agua a través de cientos de miles de Km. Cuando se enfría el aire que transporta el vapor de agua, éste se condensa en agua líquida. Observándose en forma de nubes. Si la condensación

continúa, las diminutas gotas de agua aumentan de tamaño y finalmente se producen las lluvias o precipitaciones fluviales. (Ver **ESQUEMA 2**).



ESQUEMA 2. El ciclo del agua

La precipitación sobre el mar es más del triple de la que cae sobre los continentes. El destino que puede experimentar el agua de lluvias es diverso:

- Puede ocurrir que, debido a la acción de la energía solar, pueda evaporarse de forma inmediata.
- Puede ir a parar al mar, que constituye su depósito principal en la biosfera.
- Puede caer en las masas terrestres siguiendo alguno de los caminos siguientes:
 - o Filtrarse en el suelo y ser absorbida por las raíces de los vegetales.
 - o Discurrir sobre la superficie terrestre formando los arroyos y los ríos y llegar eventualmente al mar.
 - o Filtrarse y unirse a los depósitos de agua subterráneas, pudiendo aflorar de nuevo a la superficie.
 - o O, finalmente, de una u otra forma, puede ser que se vuelva a evaporar una vez más.

El agua distribuida en la hidrosfera, mediante la acción de la energía solar se evapora, pudiendo precipitar posteriormente en forma de lluvia y acumularse en los mares y en las aguas continentales, con lo cual se cierra el ciclo hidrológico.

VI. 5. UNA FUENTE DE SALUD

Es el elemento que permitió que la vida apareciera sobre la Tierra, pero también el que nos deja seguir habitando en ella: somos agua en un 70% y podemos sobrevivir muchos días sin comer, pero muy pocos sin beber (o al menos, sin que el agua entre en nuestro cuerpo).

5.1. UNA SUSTANCIA IMPRESCINDIBLE

El ser humano está compuesto de un alto porcentaje de agua. Y sin darnos cuenta una gran parte de las actividades que realizamos al cabo del día tienen que ver con el líquido elemento.

Las reservas de agua del planeta parecen enormes: 1354 millones de km³. Lo malo es que sólo el 1% del agua del mundo está a nuestra disposición en forma de agua dulce.

Si esta provisión de agua no se renovase continuamente, la vida se extinguiría. Afortunadamente el agua está sujeta a un ciclo sin fin que involucra a todos los elementos básicos: la tierra, los océanos y el aire. Según las estadísticas, un ser humano consume una media de unos 40.000 l de agua en su vida. Aunque la cifra parece enorme, no lo es tanto si pensamos que somos agua en un 70% y que tenemos que reponer constantemente el agua que perdemos.

Necesitamos agua para absorber y dirigir los alimentos, para eliminar los desechos, lubricar las articulaciones y los ojos, proteger el cuerpo de lesiones y, regular nuestra temperatura. Y lo que es verdad para el hombre lo es para el resto de los seres vivos.

Un Dato: Se bebe mucha más agua si ésta tiene buen sabor y está a la temperatura adecuada. ¿Y cuál es la temperatura ideal del agua para beber? Según los catadores de agua debe estar entre los 12 y 13°C.

VI. 5.1.1. UNA PARTE ESENCIAL DE LOS ALIMENTOS

Un tercio de las necesidades líquidas de una persona procede de lo que come.

- Las bebidas representan el 60% del consumo diario de líquidos.
- La leche y los lácteos son el 10% de los líquidos ingeridos.
- La carne, el pescado, los huevos y las legumbres contienen un 2%.
- Las frutas y las verduras proporcionan el 20% del consumo diario de los líquidos.
- El agua interviene en la regulación de la temperatura; en la producción de secreciones; en el transporte de sustancias nutritivas; en la expulsión de residuos indeseables; en el equilibrio cósmico.

VI. 5.1.2. BEBER PARA PREVENIR INFECCIONES

Cuando las temperaturas son elevadas o cuando hacemos ejercicio intenso hay que beber más agua. Con una buena ingesta de ella nos aseguramos de que el calcio presente en nuestra orina se diluya debidamente y de no causar cálculos en el riñón. Además, el agua ayuda a evitar infecciones de riñón y vesícula, y mejora visiblemente el cutis porque ayuda a eliminar los desechos.

VI. 5.1.3. EL RIÑÓN, EL MEJOR FILTRO DE LA SANGRE

Los riñones depuran la sangre constantemente y regulan la composición de los líquidos del organismo. El total, entre 140 y 180 litros diarios, que son reabsorbidos en un 99%. El agua actúa como una corriente que arrastra las sustancias, pero antes de llegar a la alcantarilla el organismo recupera lo que es útil y elimina lo inútil. Una forma eficaz de ayudar al riñón en su función: tomar dos vasos en ayunas.

VI. 5.1.4. ¿QUÉ CALIDAD TIENE CUANDO SALE DEL GRIFO?

Según unos análisis realizados por la OCU en domicilios privados de 28 ciudades españolas, las aguas del territorio nacional tienen calidades muy distintas. Las “duras” se dan en ciudades costeras y en capitales como Jaén, Albacete, Zaragoza y Valladolid.

Las más “blandas” son las de La Coruña, San Sebastián, Ávila, Madrid, Cáceres y Huelva. En cuanto a la acidez (PH) es baja en La Coruña, Huelva, Badajoz y Sevilla.

Almería, Málaga, Valencia, Barcelona y Tarragona tienen demasiados cloruros. Albacete y Ciudad Real son altos en niveles de nitratos.

En general, Bilbao y Sevilla son las dos grandes ciudades que tienen mejor calidad de agua. Madrid dispone de agua de buena calidad mientras que la de Barcelona debe ser cuidadosamente depurada.

VI. 5.1.5. LO QUE SE PAGA EN EL AGUA

Según datos del INE, en España se paga una media de 230 pesetas por m³ de agua. Este precio contempla los costes de producción de todas las actividades desde el momento en que el agua es devuelta a su medio natural.

- El 17% del precio total se destina a actividades de captación y depuración.
- El 49% se invierte en la distribución y los suministros.
- El 34% se asigna al alcantarillado y al tratamiento de las aguas residuales.
- El agua más caro del territorio español es la de Canarias —406 ptas por m³—.

VI. 5.2. TIPOS DE AGUAS

Beber agua con asiduidad es básica para el organismo, pero ¿qué clase de agua es más conveniente para cada caso?

El organismo humano se las arregla para mantener unos niveles muy considerables de agua, gracias a la sed y otros mecanismos de control realmente satisfactorios.

Las necesidades de agua de cada persona son difíciles de calcular y dependen de muchos factores entre ellos el clima o el tipo de actividades que desarrolla en su vida cotidiana.

Algunas teorías aseguran que el cuerpo necesita un mg de agua por cada caloría ingerida; Mientras otras teorías aseguran que esa necesidad depende del peso. Normalmente los médicos aconsejan ingerir unos 2 l de bebidas al día (el alcohol y la cafeína no cuentan al ser diuréticos). El resto se contempla con el agua que encontramos en todos los alimentos.

VI. 5.2.1. ¿DIURÉTICAS O RICAS EN SALES?

Las aguas minerales se dividen en dos grandes grupos. Las “ligeras”, con pocas sales en su composición, cuyo objetivo es “disolver” las toxinas para ayudar al organismo a eliminarlas más fácilmente. Son aguas adecuadas para dietas bajas en Sodio y muy habituales en España: Font Vella, Lanjarón, Bezaya, Insalus. Las aguas ricas en sales minerales, muy comunes en los países centroeuropeos, a menudo tienen

gas y “bouquet”. La demanda de aguas con gas, como Vichy o Font Pucant, está aumentando rápidamente en nuestro país.

VI. 5.2.2. ORIGEN Y COMPOSICIÓN DIFERENTE

- *De pozo artesiano*: es agua extraída de un depósito subterráneo natural en el cual el nivel queda por encima del manto freático.
- *Cruda*: La que lleva mucho calcio, endurece las legumbres.
- *Destilada*: Evaporada y condensada, que queda libre de minerales en su composición.
- *Purificada*: Se hace pasar por resinas o filtros que eliminan la mayoría de los minerales.
- *Mineral*: Procedente de manantial con un contenido constante de sales minerales y oligoelementos.
- *De manantial*: Es agua que brota a la superficie desde el subsuelo de forma natural o que también puede ser captado a través de un orificio practicado en el acuífero.
- *Alumbrado*: La que manda por el esfuerzo del hombre y pertenece a quien lo alumbró.
- *Gorda*: Un tipo de agua que contiene mucho yeso.
- *Con gas*: Es agua que contiene CO₂, tanto porque brota ya gasificado o porque se le añade el gas artificialmente.
- *De seltz (sifón)*: Agua con gas. El nombre procede de la localidad de Nieder Seltens, en Alemania. Se difundió a finales del siglo XVIII. Es la antepasada de la soda.
- *De soda*: Es agua con gas que contiene bicarbonato.
- *Tónica*: Es agua carbonatada, aromatizada, con extractos de frutas, azúcar y quinina.

VI. 5.2.3. ¿ES PELIGROSO TOMAR DEMASIADA?

Mientras los riñones pueden ejercer bien su función, es difícil que surjan problemas. Sin embargo, cuando aparecen los síntomas se pueden parecer mucho a los de una intoxicación grave, desde náuseas y falta de apetito hasta dolor de cabeza, hipertensión, edemas, convulsiones y coma.

Las enfermedades del corazón o del riñón y los problemas de circulación pueden provocar también una acumulación excesiva de líquidos.

VI. 5.2.4. AGUA BLANDA O DURA: ¿CUÁL ES LA MEJOR?

La dureza del agua depende de la concentración de minerales como el calcio y el magnesio. Y, aunque te animes a instalar un “ablandador” convendría dejar un grifo de agua duro para cocinar y para beber. Y no sólo por asegurarte un mejor aporte de calcio, sino porque se evita consumir un exceso de sodio, ya que éste se produce en cantidades considerables en el proceso de ablandamiento de las aguas. A pesar de sus inconvenientes el agua dura parece ser más saludable que la blanda, según un estudio del Reino Unido.

VI. 5.2.5. DESHIDRATACIÓN: UN RIESGO QUE NO AVISA

- La boca seca es síntoma de deshidratación y tu organismo puede haber sufrido daños antes de tener esa sensación. Para evitar riesgos, se deben tomar 8 vasos de agua a lo largo de la jornada.
- Efectos de la deshidratación: sed, sequedad en piel y mucosas, acidez, dolor lumbar, irritabilidad, somnolencia, agitación, desfallecimiento, ojos hundidos, pulso rápido, retención de líquidos, tensión baja, delirio y fiebre. En casos graves puede darse una insuficiencia renal, un colapso e incluso la muerte.
- El instinto de beber se pierde con la deshidratación progresiva. Por eso es un error confiar en la sed y beber, aunque no apetezca, añadiendo un poco de sal para reponer las sales que se hayan perdido.
- También la edad reduce la sensación de sed. Se acumulan sales en el organismo y se pueden dañar los riñones. El riesgo es alto si se produce menos de ½ l de orina diario.
- Beber poco puede producir estreñimiento.
- Vómitos, diarrea y sudoración excesiva pueden producir rápidamente deshidratación, especialmente en niños.

VI. 5.3. TRATAMIENTO Y EJERCICIOS

Los usos terapéuticos del agua son diversos y están comprobados. Y no siempre es necesario acudir a balnearios y establecimientos especializados para sacar partido de

ellos. Aquí descubriremos algunos de los beneficios que se pueden obtener del líquido elemento en tu vida cotidiana.

Sumergirse en un baño de agua caliente siempre es un placer. Y la historia lo demuestra: asirios, griegos, vikingos y hasta los vascos prehistóricos consideraban a las fuentes termales lugares mágicos y beneficiosos. Animados por pruebas científicas, los médicos más rigurosos han reconocido las virtudes terapéuticas del agua y cada vez más envían a sus pacientes a balnearios. El agua caliente y el vapor de agua dilatan los vasos sanguíneos, favorecen la transpiración, relajan músculos y articulaciones y llevan sangre y calor a la superficie del cuerpo. El agua frío y el hielo constriñen los vasos, reducen la inflamación y las congestiones superficiales y producen mayor afluencia de sangre a los órganos internos. Uno de los precursores de la hidroterapia moderna fue Sebastián Kneipp (1821-1897), monje dominico de Zabiera.

VI. 5.3.1. REMEDIOS PARA PROBLEMAS COTIDIANOS

1. Calambres en las piernas: Tomar un vaso de agua tónica antes de ir a la cama.
2. Cándidas: Llenar la bañera con agua caliente hasta la altura de las caderas y añadir media taza de sal (permanecer unos 15 minutos).
3. Gota: Para ayudar a los riñones a expulsar el exceso de ácido único es necesario beber mucho agua.
4. Laringitis: Mantener la laringe hidratada es clave. El agua debe estar tibia o a temperatura ambiente.
5. Dientes: Aclararse la boca con agua después de cada taza de café y té evita que los dientes se tiñan.
6. Resfriados: Para la nariz congestionada inhalar agua salada.
7. Retención de líquidos: las sales retienen líquidos, por eso, cuanto más agua bebas, más diluida estará la orina y más fácil se eliminará la sal y se reducirá el edema.
8. Adelgazar: El agua es la aliada de las dietas adelgazantes. Cuanto más agua se beba, más peso se pierde.
9. Resaca: El alcohol es diurético, por lo que deshidrata el organismo, hay que beber para recuperar el agua perdida.
10. Dolor de muelas: Aclararse la boca con agua salda caliente.
11. Tabaquismo: Si estás dejando de fumar y te sientes nervioso o ansioso, ayúdate con un baño de agua caliente con la lavanda.

12. Dolor de pies y talones: Date baños nocturnos alterando agua fría y caliente, de cinco minutos alternativamente.
13. Migraña: Aplícate una bolsa de hielo en la cabeza.
14. Dolores menstruales: Un baño de agua caliente no muy prolongado alivia el dolor.
15. Hemorroides: Tomar baños de asiento.
16. Padrastros: Remoja los dedos en agua caliente.
17. Insomnio: Un baño templado una o dos horas antes de dormir induce al sueño. Mejor si se añade aceite de lavanda.
18. Estrés: Un baño de agua caliente con aceites de lavanda o romero; evitar intromisiones y acompañarlo con música suave.

VI. 5.3.2. EJERCICIOS PARA ESTAR EN FORMA

1. Tocar los dedos. De pie, con el agua en la cintura, levanta la pierna izquierda y lleva la mano derecha hacia el pie izquierdo, mientras miras hacia atrás. Vuelve a la posición inicial y repite con el otro lado. Para piernas y pecho.
2. Cruce de piernas. De espaldas a la pared de la piscina y agarrado al borde. Extiende las piernas. Sepáralas bien y muévelas varias veces cruzando una sobre otra. Para muslos y cadera.
3. Piernas juntas. De espaldas al aliviadero, apóyate en éste con las piernas juntas, separa las piernas lo más que puedas y júntalas con un movimiento enérgico. Para muslos.
4. Rodillas arriba. De espaldas a la piscina, manos en el aliviadero, dobla las rodillas y llévalas a la barbilla. Estira las piernas. Repítelo varias veces. Para abdomen, hombros, brazos y espalda.
5. Pedaleo. De pie en el agua y sin tocar fondo, haz movimiento de pedaleo, tijera o estilo rana. Al mismo tiempo, rema con las manos y mueve las muñecas arriba y abajo. Para piernas, brazos, hombros y manos.
6. Subir y bajar. De pie, con el agua a la cintura, sumérgete con las piernas separadas y la pierna derecha al frente. Exhala el aire al ir alejándote del fondo; aspíralo al salir del agua. Repite varias veces cambiando de pierna. Para piernas y glúteos.
7. Trotar. Con el agua en la cintura, trota sin moverte de sitio, levantando mucho las rodillas y estirando el brazo cuando la rodilla del lado opuesto se encuentra

- arriba. Al cambiar de brazo, desliza la mano a través del agua, haciendo fuerza como si trataras de dar una brazada de crol. Para brazos, espalda y abdomen.
8. Dar patadas. Sujétate al aliviadero y tendido boca arriba, boca abajo o de lado, patalea con los dedos de los pies estirados, los tobillos flexionados, las rodillas flojas pero rectas, y las piernas moviéndose como un látigo. Para glúteos, piernas y espalda.
 9. Levantar las piernas. Echado de espaldas, rema con los brazos mientras elevas la rodilla izquierda el pecho. Levanta la pierna izquierda hacia arriba, vuelve a doblar la rodilla y regresa a la posición inicial. Repite. Para abdomen, brazos, piernas, hombros y espalda.

VI. 5.4. HIDROTERAPIA

España es uno de los países europeos con mayor concentración de estaciones termales en su territorio: unos 120 balnearios. Y cada centro suele estar especializado en una o varias aplicaciones. Los balnearios cuentan casi siempre con un equipo médico que aconseja de los tratamientos de los que disponen. Estos son algunos de los más usuales:

- *Aerosoles*: Se trata de inhalar aguas, con o sin principios activos, mediante aparatos que difunden el agua en minúsculas partículas.
- *Baño de ozono*: Baño de burbujas cuyo aire está enriquecido con ozono.
- *Ducha escocesa*: Duchas de fuerte presión, en que se alterna el agua caliente y fría.
- *Ducha Vichy*: Es la que recibe una persona mientras está tumbada.
- *Ducha de vapor*: Favorece la absorción de los elementos activos de las aguas termales. El chorro se dirige a las partes que indica el médico.
- *Drenaje linfático*: Técnica de masaje que estimuló la circulación de los líquidos retenidos en los tejidos linfáticos.
- *Fangoterapia*: Consiste en baños de arcillas mezclados con agua termal. Estimulan el sistema inmunológico y están indicados para problemas de piel, artrosis y otros problemas reumáticos.
- *Inhalaciones*: Inspiración de vapor de agua, sola o con sales, y otras sustancias beneficiosas.

- *Kneipptherapia*: Tratamiento que sigue la técnica descrita por Kneipp: baños calientes, fríos y templados, combinados con infusiones medicinales, dieta y ejercicios.
- *Pulverización*: Diminutas gotitas de agua termal que se dirigen a la garganta, amígdalas y faringe.
- *Talasoterapia*: Es el tratamiento con agua procedente del mar. Emplea tratamientos con agua, barro y algas en todas sus variantes.

VI. 6. EVOLUCIÓN DEL AGUA EN LA TIERRA

Inicialmente el agua existente procedía, sin duda alguna de la condensación de gaseos de oxígeno e hidrógeno en la atmósfera.

En la actualidad se considera que la cantidad de agua sobre la tierra ha ido en aumento pero la cantidad de agua existente en nuestra atmósfera es limitada si bien de gran movilidad. No podemos confundir la cantidad de agua existente en el planeta con aquella de la que podemos disponer. Existen graves problemas de contaminación y salinidad excesiva que la hacen totalmente inprovechable, salvo que realicen determinados procesos de depuración que con frecuencia son muy costosos.

VI. 7. LAS AGUAS CONTINENTALES

VI.7.1. AGUAS SUPERFICIALES

Están constituidas por el conjunto de ríos, arroyos, regatos, lagos , lagunas y embalses. Presentan problemas de contaminación específicos.

Los comisarios de Aguas son los organismos encargados de la detección de esta contaminación. Dependen de el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y, actúan mediante una malla de puntos en los que se realizan análisis periódicos. Con ella se determina el estado de contaminación de la red fluvial, lo que permite adoptar las medidas correctoras adecuadas a fin de lograr la debida calidad.

Los análisis de basan en una serie de parámetros que indican las características que posee el agua. A continuación vamos a ver esos parámetros.

VI. 7.1.1. CONDUCTIVIDAD DE LAS AGUAS

Mediante los análisis de conductividad de las aguas se persigue medir entre dos electrodos, sumergidos en líquidos de diferente polaridad, la mayor o menos facilidad que oponen dichos líquidos al paso de una corriente eléctrica.

Por medio de este parámetro se consigue valorar la salinidad o los valores anormales de PH del agua. La conductividad varía con la temperatura y es por ello por lo que hay que expresarla siempre en función de ésta. Lo común es referirla para 25°C.

Aquellos valores que oscilan por debajo de los 400 m Mhos/cm. reflejan aguas de excelente calidad, entre 400-700 representan cursos de calidad aceptable. Cuando los valores de conductividad se aproximan a los 759 m. Mhos/cm. el agua puede considerarse aceptable para ciertos usos. Por encima de este valor las aguas se encuentran excesivamente mineralizadas y con una salinidad elevada.

VI. 7.1.2. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO)

Este parámetro expresa la cantidad de oxígeno necesario para la destrucción o transformación de las materias orgánicas biodegradables. Al igual que la conductividad varia con la temperatura pero a diferencia de ésta las mediciones se suelen referir a 20°C. La DBO indica los miligramos por litro de oxígeno disuelto, así podemos medir el poder autodepurador de un río o la eficacia de los tratamientos depuradores a emplear.

Por debajo de 20 mg/l las aguas se encuentran poco contaminadas. Entre 20 y 50 mg/l las aguas se consideran contaminadas en mayor o menor grado rozando incluso límites de peligrosidad para la salud humana.

Para riegos agrícolas es convincente no superar 10 mg/l y ríos con valores inferiores a 5 mg/l son considerados como cauces sin contaminar.

VI. 7.1.3. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Parámetro para medir la oxidabilidad de las materias orgánicas por un proceso puramente químico en lugar de biológico. Con AQO determinamos el oxígeno absorbido por las sustancias orgánicas contenidas en un litro de agua durante el proceso químico de la oxidación.

El AQO se emplea cuando analizamos afluentes industriales, se suele determinar utilizando dos agentes oxidantes, el olicromato y el permanganato.

VI.7.1.4. OXÍGENO DISUELTO EN LAS AGUAS

El oxígeno disuelto en el agua se suele expresar como el tanto por ciento de máximo posible en cada caso y de él depende el poder de conservación de la vida de los organismos existentes.

Este oxígeno proviene del intercambio entre la atmósfera y el curso de agua, así como de las funciones de fotosíntesis realizados por las plantas verdes. Es continuamente consumido por el metabolismo de las especies que prueban este ecosistema. Cada especie requiere un mínimo de oxígeno disuelto sin el que no podría vivir.

Entre los 5 y 3 mg/l. sólo pueden vivir algunos ciprínidos aunque la generalidad de la fauna acuática la concentración es letal. Entre 7 y 5 mg/l las aguas son consideradas como oxigenadas, prácticamente puras y van concentraciones de oxígeno disuelta próximas a la saturación.

VI. 7.1.5. MATERIA EN SUSPENSIÓN TRANSPORTADA

Las corrientes de agua arrastran partículas de diverso origen, muchas de ellas provienen de los fenómenos de erosión provocadas por el propio río. En otras ocasiones los materiales transportados por el agua son proporcionados al río por la actividad humana.

Los valores en materia de suspensión transportada se expresan en Kg/segundo y oscilan entre 0 y 100 kg/sg para aguas limpias y valores superiores a los 10.000 kg/sg para aguas turbias y con fuertes arrastres. La materia en suspensión disminuye en gran medida las posibilidades de vida ya que por un lado impide la absorción de luz.

VI. 7.1.6. LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

La contaminación del agua, bien sea debido a residuos urbanos o industriales, se realiza a través de una serie de agentes que producen unos efectos determinados. Los principales agentes y sus efectos son los siguientes:

- a) Bacterias, virus, microorganismos unicelulares o pluricelulares denominados protozoos y metazoos. En el caso de las primeras sus efectos son gastroenteritis, irritaciones cutáneas e infecciones de las mucosas, bien sean masales u oculares. Para los segundos tienen especial importancia las amebas, debido a las amebiasis y otras afecciones que producen.

- b) Materia orgánica. Sus efectos más graves son los derivados de su fermentación, si bien en algunos casos como en el de las algas, pueden producir alteraciones.
- c) Contaminación por metales. Los efectos de mayor importancia son los producidos a través de los metales pesados de imposible eliminación en la cadena trófica.
- d) Detergentes. Producen alteraciones en sabor, olor y color. Con frecuencia se manifiestan por la presencia de espuma en la superficie del agua. Pueden producir efectos secundarios.
- e) Compuestos químicos de diversa índole. Fundamentalmente se trata de nitratos, fluoruros y ferroles que pueden producir respectivamente cianosis y eutrofización en las aguas, fluorosis y alteraciones de sabor y potabilidad.

VI. 7.1.7. LA EUTROFIZACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

La eutrofización se trata de un problema de contaminación producido fundamentalmente por un proceso de fertilización excesiva de las aguas. Esta fertilización se encuentra en razón directa con el contenido de nutrientes que llegan a ella. Estos nutrientes son generalmente nitrógeno y fósforo, que suelen proceder de abonos excesivos e incontrolados realizados en los trabajos agrícolas.

Al ser el agua rica en estos elementos se produce un excesivo crecimiento del plancton y éste al estar constituido por seres vivos reduce al máximo el contenido en oxígeno del embalse. Por lo general se trata de aguas de color verde debido a la clorofila existente en el medio.

Esta eutrofización, que constantemente amenaza a nuestros embalses, aumenta la producción de materia viva en la capa superficial más oxigenada por su contacto con la atmósfera exterior y mucho más iluminado. Estos organismos vivos, de crecimiento numérico desmesurado son, principalmente, rotíferos, crustáceos, algas, y en menos proporción peces e insectos.

Al contrario que los seres vivos los nutrientes se depositan en el fondo donde, cuando la concentración de estos es elevada y el oxígeno reducido, se pueden producir fenómenos de fermentación, anaerobia en los puntos de mayor acumulación de sedimentos.

Cuando la eutrofización es muy acentuada puede originar infecciones en piel y mucosa de bañistas, olores desagradables, semejantes a los producidos durante la putrefacciones, alteraciones en la potabilidad y escasa aceptación por parte de los consumidores al tiempo que conduce a la desaparición de la vida superior en el ecosistema.

VI. 7.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Según los experimentos de Pierre Perrault (1608-1680) y E. Mariotte (1620-1684) podemos definir las aguas subterráneas como aquéllas que se encuentran en el subsuelo y que proceden de la precipitación directa en la forma de lluvia, nieve, granizo y/o de la recarga producida en terrenos permeables por las corrientes superficiales. Esta agua subterráneas también sufren los fenómenos de contaminación, con el agravante de su difícil detección debido, principalmente, a la lentitud y a los problemas de localización del proceso debido a su situación, así como a su marcado carácter de irreversibilidad.(Ver **GRAFICO 4** y **MAPA 5**).



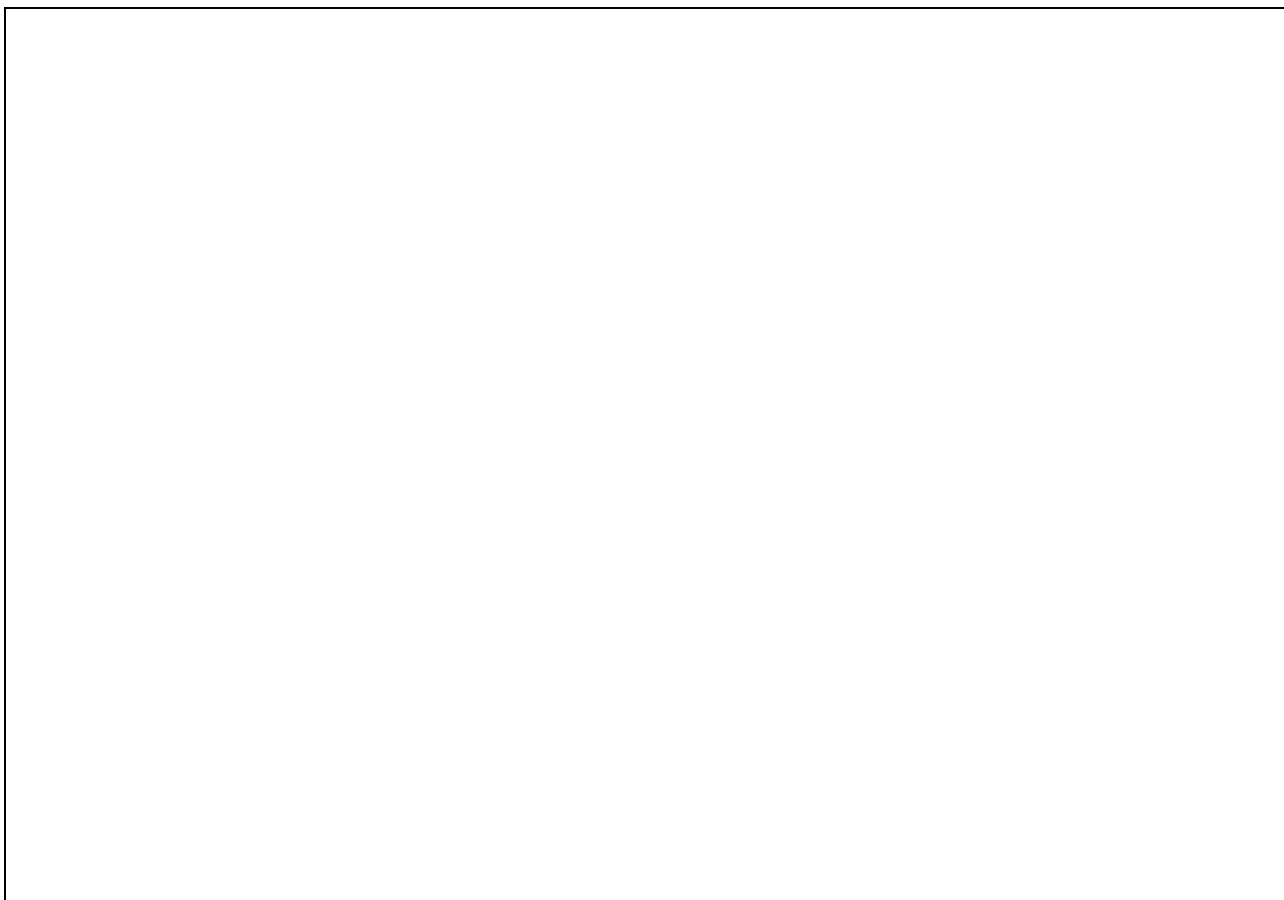
GRAFICO 4. Porcentaje de utilización de aguas subterranas para abastecimiento público.

VI. 7.2.1. LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los orígenes más comunes son:

- a) Contaminación química. Se debe generalmente a actividades de origen urbano e industrial aunque un componente muy importante son las aguas resultantes de

actividades agrícolas y ganaderas. En este apartado incluimos también contaminación por metales pesados, sulfuros y otros materiales oxidables... etc.



MAPA 5. Situación de los principales acuíferos en España.

- b) Contaminación por bacterias y virus: sus efectos son semejantes a los referidos con anterioridad para el caso de las aguas superficiales, aunque en este caso y para terrenos con granulometría fina son frecuentes los procesos de autodepuración.
- c) Contaminación por petróleo: es debida generalmente a fugas de depósitos subterráneos, lavado de cisternas, conducciones, etc. Sus efectos son de gran toxicidad.
- d) Contaminación por productos nitrogenados: se atribuye generalmente a aguas provenientes de riegos agrícolas, granjas, y aguas residuales.
- e) Contaminación por detergentes: aunque sus efectos en concentraciones normales no son especialmente perjudiciales para la salud humana, producen importantes variaciones de sabor y olores en el agua.

- f) Contaminación por pesticidas, funguicidas, alguicidas e insecticidas: extremadamente peligrosos para la salud humana y en general de toda la vida en nuestro planeta es el producido por el DDT, hasta el extremo de que muchos países han prohibido su utilización.
- g) Intrusión de agua marina: es frecuente en las zonas costeras causando graves problemas de potabilidad y utilización para el riego en estas regiones. Se producen, fundamentalmente, por un aprovechamiento excesivo de las aguas subterráneas lo que hace disminuir su nivel y esto provoca la entrada del agua del mar.

VI. 8. EL MEDIO MARINO

8.1. GENERALIDADES

El medio marino ocupa más del 70% de nuestro planeta. Dentro del conjunto de aguas marinas podemos distinguir dos tipos: Provincia náutica y Provincia oceánica.

Se denomina provincia náutica a los mares próximos a la tierra, son estos los que cubren la plataforma continental y presentan, desde el punto de vista pesquero, la mayor riqueza.

En contraposición con este concepto podemos distinguir la provincia oceánica, formada por los océanos propiamente dichos. En los océanos se encuentran las máximas profundidades, denominados desiertos oceánicos debido a que en ellos, la vida animal la componen unos pequeños microorganismos y algunos peces que constituyen la fauna abisal.

Los océanos más importantes que recubren nuestro planeta, junto con su superficie en Km², son los siguientes:

- Pacífico 180.000.000
- Atlántico 106.000.000
- Índico 15.000.000

Los otros dos océanos, el polar y el Ártico, son los puntos que desembocan los 3 anteriores.

El fondo de los océanos varía de unos a otros. Las cubetas oceánicas están compuestas por materiales procedentes de rocas eruptivas o sedimentarias, acumulaciones procedentes de la erosión terrestre, cienos pelágicos y orgánicos y arcillas.

VI. 8.2. CARACTERÍSTICAS FISIOQUÍMICAS

Según Lyman y Fleming la composición del agua del mar es la que se detalla en el siguiente cuadro (ver **CUADRO 18**).

Así pues el agua del mar se caracteriza por la elevada cantidad de sales que lleva disuelta. La salinidad se encuentra en función de la evaporación y de las precipitaciones atmosféricas en la cuenca.

El oxígeno presente en los mares y océanos, indispensable para la vida marina, proviene del intercambio con la atmósfera y de la actividad fotosintética de los organismos verdes que pueblan el medio marino. La concentración de nitrógeno depende en gran medida de la salinidad y de la temperatura, aunque existe la contribución de determinadas especies de bacterias susceptibles de fijar el nitrógeno atmosférico.



CUADRO 18. Composición de un litro de agua del mar.

El gas carbónico de la atmósfera al encontrarse en contacto con el agua del mar se hidrata y se convierte en ácido carbónico.

En cuanto a la intensidad de luz podemos distinguir tres zonas

- Zona eufótica: Con una profundidad variable de 50 metros de media. Se encuentra en dependencia de la claridad del agua.
- Zona oligotrófica: En ella solo se distinguen algunas radiaciones muy penetrantes. Su profundidad media son 500 metros.

- Zona afótica: Oscuridad total; su temperatura es muy baja.

VI. 8.3. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

Los organismos vivos se distribuyen en el medio marino buscando aquellos puntos donde las condiciones les son las más favorables posibles.

El estudio de los seres vivos en este medio se divide en dos grandes reinos: el reino pelágico, y el reino bentónico.

Los seres que constituyen el medio pelágico son aquellos que viven en el seno del agua, mientras que aquellos que lo hacen en el fondo de los océanos constituyen el bentos.

La provincia oceánica posee una fauna variada que abarca desde microscópicos animales, parte integrante del plantón, hasta los grandes cetáceos, con eslabones intermedios integrados por miembros como los representantes de la fauna abisal, de morfología casi prehistórica.

La provincia nerítica presenta por el contrario una fauna mucho más rica y variado que el de la provincia oceánica, siendo además susceptible de pesca intensa. Su plantón es abundante y multiforme, y en especial destaca por la riqueza de huevos y larvas invertebrados tales como moluscos, erizos y crustáceos. Son abundantes los copépodos y las medusas. Las diatoméas son igualmente frecuentes

En cuanto a la pesca mas abundantemente consumida por el hombre encontramos como principales especies a los arenques, las sardinas, las anchoas y las caballas.

Otro grupo de especies son los seres bentónicos, viven en la profundidad de los mares, pero a diferencia de los organismos de existencia abisal, habitan los fondos de la plataforma continental. La divisoria entre especies bentónicos y abisales suele establecerse en torno a los 1000 metros de profundidad.

En cuanto a las algas, las más frecuentes son las rojas. En mares cálidos y en la parte más baja de la zona de las mareas, abundan las algas verdes. La flora en esta área se encuentra completado por plantas como posidonías con especial tolerancia para suelos de cieno arenoso. Estos vegetales son frecuentes en nuestra costa mediterránea.

La fauna de la zona litoral comprende moluscos habitantes encerrados en el cieno arenoso. El estrato rocoso se encuentra poblado de bígamos, lapas y moluscos. Los peces costeros son igualmente abundantes, con predominio de los roqueros, peces planos característicos de fondos arenosos y cenagosos de la plataforma continental.

VI. 8.4. IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS NATURALES MARINOS

Los recursos naturales del mar son abundantes y en su mayoría en la actualidad se encuentran infrautilizados por el hombre, o excepción de la pesca.

Entre los recursos más importantes podemos enumerar las siguientes:

- a) El agua es susceptible de procesos de depuración y desalación con el fin de hacerlo susceptible del consumo humano. En la actualidad se sigue investigando sobre el tema.
- b) Los alimentos potenciales del hombre son abundantes en los océanos, ya no se trata únicamente de la macrofauna que el hombre captura mediante faena, de pesca, sino también del consumo de algas y de invertebrados.
- c) **Minerales:** Entre los minerales más abundantes de los océanos y mares de nuestro globo encontramos el magnesio, tercer elemento en abundancia de las aguas del mar, el azufre uno de los elementos químicos industriales de mayor importancia, manganeso y otras sales minerales son frecuentes en los suelos oceánicos, etc.

Los recursos minerales del fondo de los océanos presentan la ventaja de localizarse en depósitos por lo general muy marcados a diferencia de los terrestres que están difuminados y esparcidos. Estos recursos incluyen fluidos minerales solubles tales como petróleo, gas, azufre y potasa, de fácil extracción mediante perforaciones y depósitos superficiales consolidados. (ver **CUADRO 19**).

d) Los océanos también constituyen una fuente potencial de energía que en la actualidad debido a fenómenos sociales y económicos adquiere un valor incalculable. Esta energía es susceptible de varias formas de obtención:

- Energía maremotriz
- Energía proveniente del gradiente térmico de las aguas.
- Obtención de hidrógeno para su utilización en procesos de fusión.
- Energía derivada del petróleo y gas.

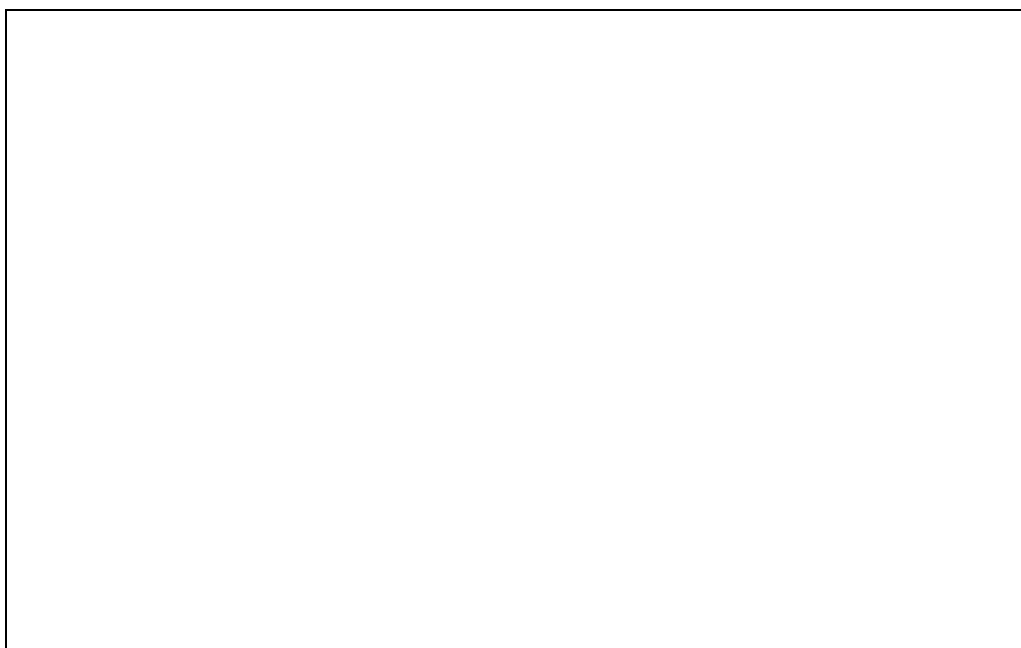
Obtención de uranio para procesos químicos.

VI. 9. LA CONTAMINACIÓN DE LOS MARES.

Los principales contaminantes que llegan a los mares son:

- Aguas residuales de origen urbano: sus efectos nocivos se centran en:

- Efecto sobre la salud pública bien sea a través de microorganismos patógenos o por acumulación de algunos de sus elementos en la cadena alimentaria.
- Efectos sobre los organismos.
- Impactos estéticos
- Metales pesados: los más frecuentes al tiempo que perjudiciales son el mercurio, cadmio, arsénico, cobre, cinc, cromo y vanadio. Llegan al mar a través de los ríos, emisarios o vertidos directos y en su mayoría proceden de las aguas residuales urbanos o de afluentes industriales.



CUADRO 19. Concentración en el agua del mar de los 57 elementos presentes más frecuentes.

- Biocidas: dentro de este grupo incluimos pesticidas y herbicidas. Generalmente se clasifican en siete grandes grupos:
 - Compuestos organoclorados.
 - Compuestos carbonatados.
 - Herbicidas.
 - Compuestos mercuriales.
 - Compuestos organofosfatados.
 - Compuestos diversos de contenido metálico.
- Desechos y productos industriales: Son una amplia gama de sustancias que pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- Desechos inorgánicos
- Productos químicos orgánicos
- Desechos industriales orgánicos
- Desechos militares (no radiactivos)
- Detergentes

Algunos proceden de tierra mientras que la mayoría procedente de trabajos de lavado y descarga de buques. Hay que añadir además los elementos procedentes de la depuración de aguas residuales.

- **Petróleo y sus derivadas:** Pertenecen al amplio grupo de los hidrocarburos, proceden de naufragios y labores de limpieza de buques. SU mayor peligro para el hombre se establece cuando se dispone en zonas próximas al litoral al bajar las mareas.

Puede producir elevadas mortandades de moluscos y crustáceos y representan grave riesgo para las aves marinas.

- **Sustancias radioactivas:** En general se trata de vertidos procedentes de centrales nucleares y de desechos de los centros de radiología de hospitales. El peligro de contaminación se centra especialmente en el posible retorno de las radiaciones ionizantes al hombre, ya sea en forma de alimento o por exposición directa.

Dentro de este grupo se engloban productos tales como arcillas, productos residuales derivados de la extracción de áridos, plásticos procedentes del vertido de basuras etc.

- Sus daños se centran fundamentalmente en el entorpecimiento de la navegación de embarcaciones pequeñas al tiempo que crean un fuerte impacto paisajístico en ríos, estuarios y zonas costeras en general.

Por lo común llegan al mar procedentes de tierra, aunque en excepciones son vertidas directamente al mar a pesar de encontrarse expresamente prohibidas mediante el convenio de Oslo de 1971 y el de Londres de 1972.

VI. 10. PROCESOS DE TRATAMIENTO Y DEPURACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

La principal causa de la contaminación de nuestros ríos y embalses es el vertido de aguas residuales, tanto de origen industrial como de origen domestico.

- a) El proceso convencional de depuración puede ser descompuesto en 3 fases.

Pero antes de proceder con la primera han de ser eliminadas las arenas,

gravas y elementos gruesos a fin de facilitar posteriormente el tratamiento de lodos que se producirán como consecuencia del proceso.

- Tratamiento primario: se logra mediante la construcción de balsas de decantación donde mediante la repetición del agua y por actuación de la gravedad se provoca la precipitación de determinados elementos al fondo de la balsa. También se la denomina fase física.
- Tratamiento secundario: mediante este tratamiento se persigue conseguir la aglomeración de las partículas coloidales disueltas de tipo orgánico. Para este tratamiento nos servimos de determinados microorganismos que agrupan las partículas formando masas que ya pueden ser eliminadas mediante una decantación secundaria.

Como consecuencia del empleo de estos dos tratamientos se producen unos lodos que han de ser tratados y eliminados de forma adecuada. Este tratamiento de los lodos suele consistir en su fermentación anaeróbica o en su digestión aeróbica. En este último caso se emplea un proceso de aireación prolongada.

Mediante este tratamiento de los lodos tratamos de conseguir su estabilización que una vez lograda, nos permite su eliminación, ya sea por aireación al terreno o mediante un vertido, apropiado, que se puede realizar en forma líquida o después de un proceso de secado.

- Tratamiento terciario: se aplica este tercer tratamiento cuando buscamos una depuración más perfecta.
Además del tratamiento convencional que acabamos de describir, existen otros tratamientos.

- b) Tratamiento individuales: en este proceso se emplean principalmente las fosas sépticas. Se trata de un tratamiento eficaz y sin apenas problemas pero puede, por un diseño inapropiado, crear graves problemas de contaminación en pozos cercanos y en aguas subterráneas.
- c) Tratamiento de aireación prolongada: se utilizan fangos activados, en este proceso no existe la decantación primaria que mencionábamos en los tratamientos convencionales. Se trata de un proceso de gran sencillez ya que los lodos retirados de la decantación secundaria se devuelven a los fangos activados hasta su estabilización. Es aplicable a pequeñas comunidades.

- d) Tratamiento físico-químico: en este proceso se produce decantación pero ayudado por la existencia de diversos productos químicos que producen su agrupación con el fin de facilitar la precipitación de los mismos.
Comunmente el proceso va seguido de un filtrado del efluente decantador.
- e) Filtros verdes: se encuentran dentro del grupo conocido como tratamientos de pequeña inversión al tiempo que se obtiene una producción. Se emplean en poblaciones de pequeño tamaño y son un buen mecanismo de "apoyo" para otros sistemas de depuración. Presentan grave problema de su incapacidad de determinados desechos industriales.

VI. 11. EL GRAVE PROBLEMA DEL AGUA

El agua, aunque constituye un recurso renovable también es limitado y muy vulnerable a los efectos de la acción humana. De los 5.600 millones de personas que conformamos la población mundial, más de mil millones no tienen acceso a agua saludable y otros 1.700 millones no cuentan con medios de saneamiento adecuados. Según la OMS en 1986 el agua insalubre causó la muerte de 27.000 personas diariamente en el mundo.

La crisis del agua afecta especialmente a las regiones del norte de África, Oriente medio y China, zonas que poseen además elevadas tasas de crecimiento demográfico, lo que agudiza sus problemas de suministro. Sin duda, la escasez de agua puede ser considerada una de las razones más importantes del estancamiento económico de muchos países situados en estas zonas, además la mayor o menor disponibilidad de este recurso se erige como causa de numerosos conflictos y su utilización con fines bélicos es frecuente en lugares donde escasea.

En la actualidad hay que considerar tres grandes ejes fluviales como focos de permanentes tensiones, al ser compartidos con numeroso estados. Nos referimos a la cuenca del río Nilo donde confluyen los intereses de Egipto, Sudán y Etiopía; los ríos Tigris y Eúfrates que discurren por Turquía, Irak y Siria y por último, el río Jordán y el río Litani que constituyen fuentes de inestabilidad en la zona del Líbano, Siria, Israel y Jordania.

El agua dulce es un elemento económico y estratégico, que por su escasez especialmente en las regiones citadas, ha de ser considerado de vital importancia. A medida que la población crezca y los recursos hídricos escaseen cada vez más, los conflictos por su posesión se intensificarán, por ello son necesarios los acuerdos

internacionales para la gestión compartido del recurso. Sin embargo, aunque entre los países desarrollados existe una mayor regulación, en las naciones en desarrollo ocurre todo lo contrario.

Hasta la fecha el Derecho Internacional Ambiental se ha ocupado de regular la protección de los recursos naturales a posteriori, para limitar los daños ecológicos derivados de conflictos o guerras, pero de cara al futuro se hace cada vez más preciso que organismos supranacionales realicen labores de prevención y regulen los ecosistemas del agua. (Ver **MAPAS 6 y 7**).



MAPA 6. Conflictos del agua en América.

VI. 12. EL AGUA EN ESPAÑA.

El agua es un recurso escaso, especialmente dadas las características climatológicas de España, que se distingue por una gran heterogeneidad en la distribución de las precipitaciones.

Los territorios de la Cornisa Cantábrica son los que tienen mayor abundancia de este recurso, con un valor medio de escorrentía anual que supera los 700 mm/año. Sin embargo, el resto de las cuencas no sobrepasan los 250 mm/año y la cuenca del Segura no alcanzan ni los 50 mm/año. (Ver **MAPA 8**).

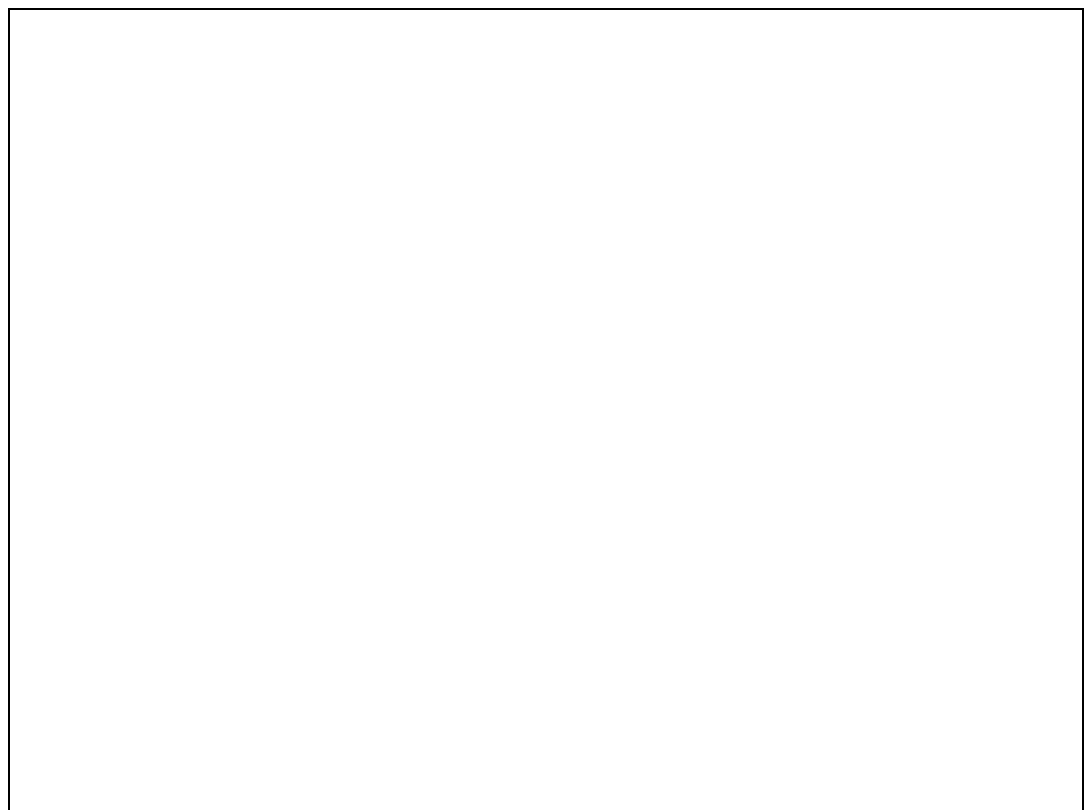


MAPA 7. Conflictos del agua en Europa, Africa, Asia y Oceanía.

A esta irregularidad espacial hay que añadir una acusada irregularidad temporal de las aportaciones en su totalidad para satisfacer las diferentes demandas. Este problema ha hecho necesaria la construcción de embalses y la explotación de las aguas

subterráneas, para adaptar al régimen natural de las aportaciones al régimen de demandas. Con ello se ha conseguido una disponibilidad del 40% de los recursos hídricos totales.

Los últimos estudios sobre recursos hídricos en nuestro país estiman que lo recarga de los acuíferos representa un 26% de aportación total, lo cual pone de manifiesto la importancia de replantearse el papel de estas aguas en la planificación hidrográfica. El aprovechamiento de las aguas subterráneas es muy desigual en el territorio nacional. Las zonas más afectadas por la sobreexplotación y salinización se encuentran en el sudeste de la península, el litoral mediterráneo y La Mancha.



MAPA 8. Mapa de lluvias anual en mm (Periodo 1940-1995).

Hoy en día ya se contempla el uso conjunto de las aguas subterráneas(durante los períodos secos) y superficiales (durante los períodos húmedos para aumentar la disponibilidad del agua y favorecen la capacidad de almacenamiento de los acuíferos).

VI. 12.1. UN GIRO DEFINITIVO A LA POLÍTICA HIDRÁULICA.

A pesar de que el problema del agua en España es muy antiguo, la primera ley moderna del siglo XX, aún vigente, se aprobó hace tan solo 15 años. La entrada en

vigor de la Ley de aguas en 1986 marcó un cambio de rumbo definitivo en la historia hidrológica de este país, que todavía se regía por una regulación centenaria y obsoleta. Uno de los principales cambios que se introdujo fue que el agua pasó a formar parte del dominio público hidráulico, por lo que sería administrada enteramente por el estado.

Ese mismo año, 1986, vio luz el reglamento de Dominio Público Hidráulico y, dos años más tarde, el reglamento de la administración Pública de agua y el de Planificación hidrológica. En 1996, apareció el Libro Blanco de aguas Subterráneas. Hoy por hoy, el gobierno está trabajando para cambiar esta ley y establecer la posibilidad de ceder, entre concesionarios, el uso del agua.

VI. 12.2.LA TIERRA: UNA CONSUMIDORA QUE SIEMPRE TIENE SED.

En España, se están regando, según datos del Ministerio de Agricultura, más de tres millones de hectáreas de cultivos y pastos, lo que supone que el uso agrícola representa el 80% del consumo nacional del agua. Los cultivos que más “beben” son los cereales, seguidos por los cultivos industriales. Respecto a la comunidad que más riegan, destacan Andalucía y Castilla y León por encima del resto. El Plan Nacional de Regadíos (PNR), recién estrenado, tiene sus antecedentes en 1994, momento en el que el Gobierno de los Diputados aprueba un acuerdo instando al gobierno a remitir junto al Plan Hidrológico Nacional (PHN) un Plan Agrario de Regadío.

En cualquier caso, parece que la mejora de los regadíos ya existentes es el primer paso para una gestión útil.

VI. 12.3. CONTRASTES HÍDRICOS

La escasez de agua no nos resulta desconocida. Por su posición geográfica España entra de lleno en el dominio bioclimático mediterráneo, caracterizado por la acusada reducción de las precipitaciones durante el semestre estival. El Frente Polar, responsable de las lluvias, solo afecta plenamente a la península a lo largo del otoño y el invierno, cuando alcanza su latitud más alta. Fuera de esta época, las precipitaciones se hacen más escasas o desaparecen totalmente. Existen también otros enclaves húmedos en el resto de la Península, por lo general asociados a la montaña. De hecho, el lugar más lluvioso de España se encuentra en la sierra de Grazalema, en Cádiz, con una precipitación media anual de 2000 mm. Otros islotes de humedad se localizan en la sierra de Cremos, en Guadarrama, en las sierras de Cazorla y Segura, en los puntos más

elevados del Sistema Ibérico, en Sierra Morena y en la Sierra de Gato. En una situación completamente opuesta se encuentra el sudeste peninsular, principalmente la costa de Almería, donde las precipitaciones anuales son incluso inferiores a 200 mm. El clima árido, casi desértico, domina también en Lanzarote y Fuerteventura. Entre los extremos de humedad y aridez se sitúa la más extensa de las zonas climáticas, La España seca, que comprende las mesetas, la costa mediterránea, parte del valle del Guadalquivir y la mayor parte de los archipiélagos. Aquí las precipitaciones medias anuales oscilan entre los 400 y 600 mm.

La marcada estacionalidad del régimen de lluvias en buena parte de la geografía española provoca situaciones periódicas de sequía, al mismo tiempo que son frecuentes las lluvias torrenciales, con efectos muchas veces tan devastadores como la escasez de agua. Si a la irregularidad de las lluvias añadimos otros factores como la insolación y la evapotranspiración, con valores que figuran entre los más elevados de Europa, no resulta extraño que en España el agua sea considerada un bien precioso.

De todas estas razones, en nuestro país ha existido durante siglos una cultura de eficacia en el uso del agua y de valoración de un recurso a todas luces escaso.

VI. 12.4. CALIDAD DE LAS AGUAS.

La calidad que ha de asegurarse depende de varias directivas comunitarias, traspuestas el ordenamiento jurídico español, que imponen exigencias de calidad en función del uso. Los ríos españoles no cumplen la normativa. El grado de contaminación va aumentando a medida que discurren por los núcleos urbanos e industriales y el problema se agrava en la mitad sur de la Península, donde los menores caudales dificultan la dilución de los vertidos. Hay que destacar que en un gran porcentaje de los vertidos industriales directos no cuentan con autorización o están en fase de regularización.

La creciente aplicación de fertilizantes y plaguicidas en la agricultura es la principal fuente de contaminación difusa de los acuíferos y de la eutrofización de los embalses. La sobreexplotación de los acuíferos costeras ha provocado la intrusión de aguas marinas y la inhabilitación para el regadío. La calidad de las aguas subterráneas debe regirse por el principio de prevención ya que su recuperación es muy compleja y de elevado coste. Para ello, como medida de prevención corresponde al Ministerio de Medio Ambiente elaborar un inventario de unidades hidrogeológicas y establecen unos perímetros de protección que limita ciertas actividades y usos.

VI. 12.5. CALIDAD DE AGUAS DE BAÑOS.

La calidad de aguas de baño en España está regulada por la directiva 76/160 CE y el Real Decreto 743/88, que establecen los criterios de calidad mínimo exigible a estas aguas y zonas en que se localizan, con el fin de proteger la salud pública.

El Ministerio de Sanidad y Consumo gestiona el Sistema de Información Nacional de Calidad de las Aguas de Baños (SINCAB) en coordinación con las comunidades Autónomas, para conocer la situación sanitaria de las aguas y zonas de baño de todo el territorio nacional. Desde 1987 se elaboran Informes Anuales de Síntesis sobre calidad de aguas de baño en España, remitidos a la CE.

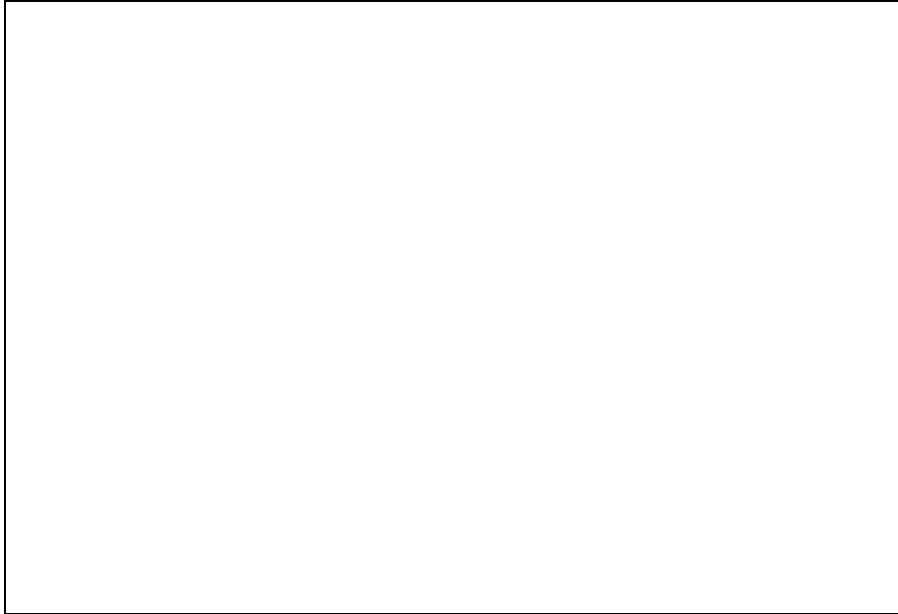
Los datos referentes a España del último informe de la comisión correspondientes a 1999 señalan que la mayoría de nuestras playas son aptas para el baño. Este informe analiza 1624 zonas de baño. Según este estudio las aguas de baño de nuestro litoral cumplen en un 97,8% los valores imperativos de calidad exigidos por la UE. Tan solo un 2,1% de las aguas de baño marítimas analizadas registran una calidad insuficiente (Ver **CUADRO 20**).

Para determinar la calidad sanitaria del agua de baño según la normativa europea se efectúan diversos muestreos, cuya frecuencia mínima es de 15 días durante toda la temporada de baño. La toma de muestras se lleva a cabo en zonas donde la densidad media de bañistas es elevada y se realiza a 30 centímetros de profundidad. (Ver **MAPA 9**).

Los métodos analíticos utilizados para determinar cada parámetro de los muestreos son los oficiales, recogidos en el anexo del Real Decreto 734/88 y los valores obligatorios a tener en cuenta en cada punto de muestreo se refieren a:

- Coniformes totales y fecales.
- Color.
- Transparencia.
- Aceites minerales
- Sustancias tensoactivas
- Fenoles.

En consonancia con estos procedimientos se lleva a cabo la calificación sanitaria del agua de baño en cada punto de muestreo, conforme al cumplimiento de los valores imperativos y guía de acuerdo la siguiente clasificación (ver **CUADRO 21**).



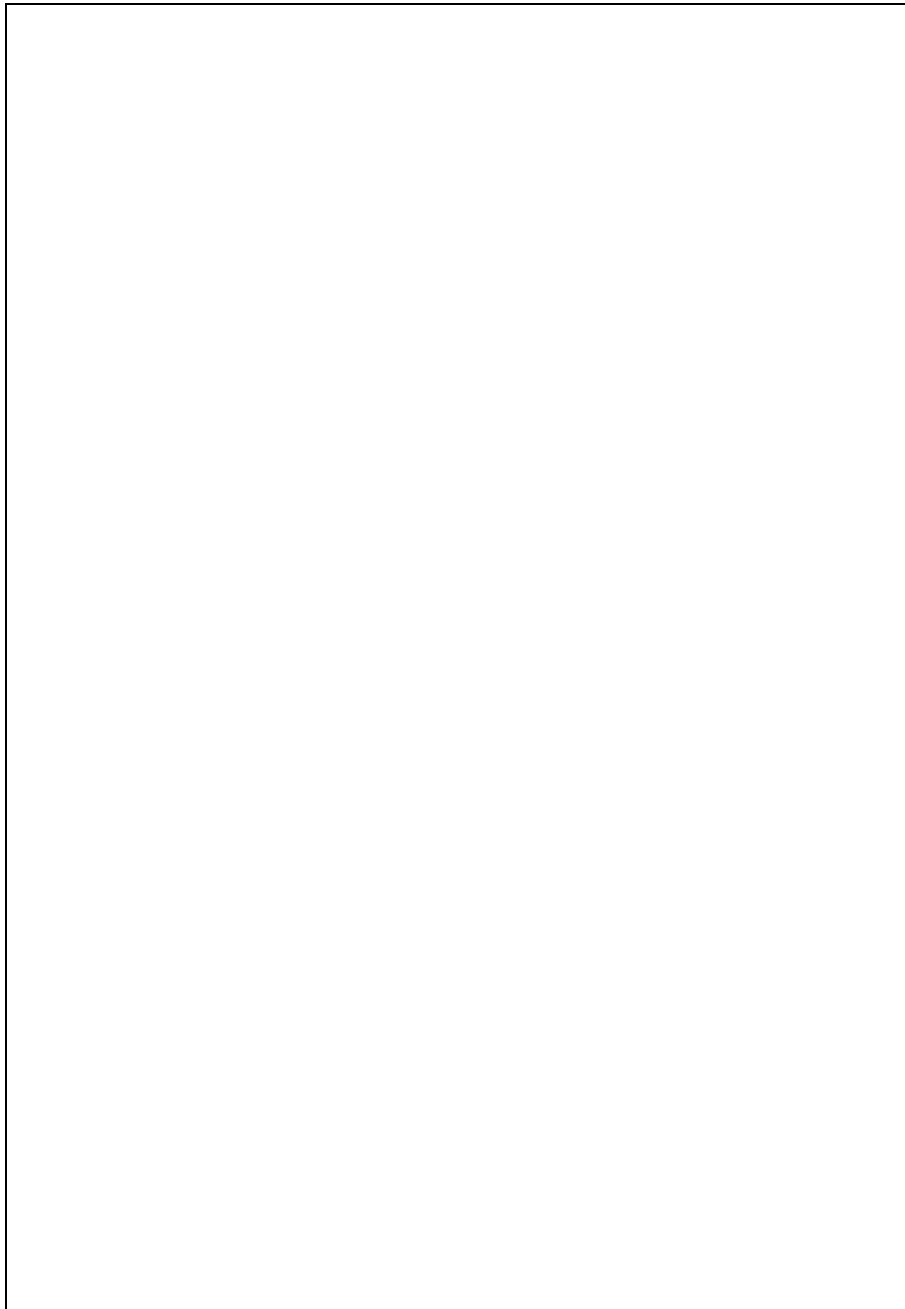
CUADRO 20. Analisis comparativo (1992-1999) de la calidad de las aguas de baño en España según el informe de la UE.

VI. 12.6.USO Y DEMANDAS.

Los usos y demandas de agua en el abastecimiento urbano y la agricultura son los más significativos. Su evolución futura y su distribución representan un factor clave de cara a la planificación hidrológica y al establecimiento de opciones y prioridades.

Con carácter general no es previsible que se produzcan incrementos globales de las necesidades hídricas en el abastecimiento de poblaciones, ya que las previsiones de natalidad en nuestro país a corto y medio plazo no son altas. Sin embargo, en las regiones meridionales cabe prever un incremento demográfico a medio y largo plazo, que arrastraría aumentos en la demanda, siendo estas zonas las más desfavorecidas en cuanto a disponibilidad del recurso. Es por tanto previsible el agravamiento de los problemas actualmente existentes en cuanto al déficit de agua en la mitad sur de España.

Además, las áreas mediterráneas y meridionales costeras son las principales receptoras del turismo, por lo que el problema respecto a la garantía de suministro se ve agravado. La demanda estacional de agua provoca efectos locales muy intensos en lugares ya deficitados, sin mencionar la necesidad de sobredimensionar las infraestructuras. Por ello, la disponibilidad de recursos en cantidad y calidad adecuados, puede suponer en un futuro un factor limitativo para el desarrollo turístico y el mantenimiento de la actividad económica asociadas en dichos territorios.



MAPA 9. Puntos de muestreo de aguas analizadas en 1999.

El sector de la agricultura es el más relevante tanto en términos de ocupación de superficie, como de utilización y consumo de agua(80%).

Sin embargo este sector se ha reducido casi a la mitad con el auge del sector de servicios, aunque debe señalarse la elevada dependencia de la agricultura registrada en gran parte del territorio y la tradicional vocación agraria de la estructura productiva de nuestro país.

CUADRO 21. Aguas 2 y aguas 1.

El regadío español presenta un futuro incierto. Sólo parecen observarse buenas perspectivas para las explotaciones que alcancen un nivel de rentabilidad adecuado, en un entorno que se caracterizará por la creciente competitividad y la apertura de los mercados.

Habrá que resolver en que medida de regadío puede contribuir a conseguir este objetivo y en qué regiones. Hoy por hoy son las producciones hortofrutícolas del litoral mediterráneo las que gozan de mejores pronósticos, a pesar del bajo nivel de protección de subvenciones comunitarias de las que disfrutaban.

VI. 12.7. EL CONSUMO DE AGUA BAJA, PERO SUBEN UN 19,5% LAS PÉRDIDAS POR FUGA Y AVERÍA.

El consumo de agua por habitante y día en los hogares españoles fue en 1999 de 147 litros frente a los 159 de 1998, lo que supone un descenso de 7,5% respecto a 1998.

Sin embargo este ahorro aparece contrarrestado porque un 19,5% del agua disponible se perdió por fugas, averías y otras incidencias en la red de distribución, cuando la proporción había sido del 16,1% un año antes, lo que equivale a un aumento del 21%. La pérdida de agua por persona y día ha pasado de ser de 41 litros en 1998 a 52 en 1999. La encuesta sobre suministro y tratamiento del agua que elabora la INE

revela que en el año 1999 el volumen de agua captada a la naturaleza aumentó un 5% y el de agua distribuida se incrementó el 6%. (Ver **ENCUESTAS 1**).

En 1999 se produjeron mejoras en el aprovechamiento de este recurso a partir de su captación. Sin embargo el aumento de las pérdidas por fugas y averías contrarrestó este avance en la explotación.

Mientras que en 1998 para poder suministrar 1 litro de agua era necesario captar de la naturaleza 1,18 litros en 1999 solamente se precisaban 1,16 litros. No obstante, en el transcurso del año las pérdidas de agua en la red de distribución por fugas, averías y otras incidencias se llevaron 766 hectolitros por m³, lo que representa un 19,5% del total de agua disponible, y supone además un aumento de tres puntos sobre la registrada en 1998. (ver **CUADRO 22**).

El importe del agua suministrada como lo que se pierde en la red de distribuidora, asciende a 282000 millones de pesetas, lo que representa un gasto medio de 23,2 pesetas por persona y día.

En el año 1998, ese promedio fue de 22,5 ptas. por persona y día.



CUADRO 22. Consumos de agua.

VI. 12.8. CALIDAD DE LAS AGUAS EN CAPV.

El último informe del departamento de Medio Ambiente del Gobierno Vasco permite asegurar que la calidad de las aguas tanto fluviales como litorales de la Comunidad Autónoma aumenta paulatinamente año tras año, aunque todavía hay que avanzar mucho para alcanzar el objetivo de la normativa comunitaria. Esta mejora de las aguas tiene que ver con el proyecto de saneamiento de los últimos años a lo largo de todo el litoral y en las cuencas fluviales. No obstante el principal problema sigue siendo el vertido de aguas residuales sin depuración a los ríos, estuario o directamente al mar.



ENCUESTA 1. Encuesta del agua en España.

Todavía cerca del 50% de la población vasca no está conectada a sistemas de saneamiento lo que supone que se viertan al mar un total de 265 millones de m³ de aguas residuales al año, el 43% industriales, un 24% urbanos y un 33% mezcla de ambos.

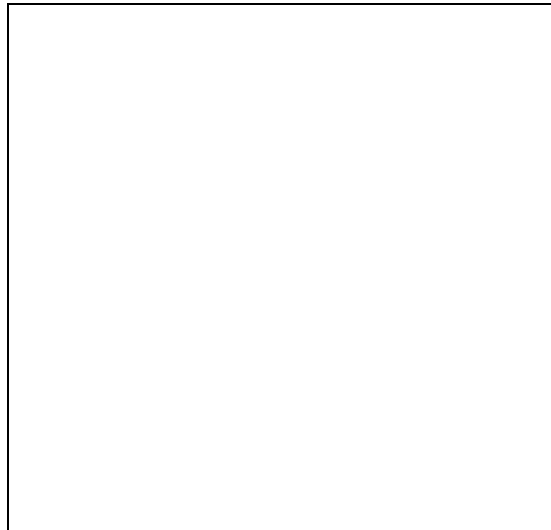
La puesta en marcha de las sucesivas fases de saneamiento, así como la regularización de los vertidos tierra-mar, competencia transferida hace tres años al País Vasco, permiten albergar esperanzas de que en breve plazo se alcanzará una reducción importantísima de la contaminación. Asimismo, el ciudadano y preservación de los bosques de ribera permitirán también, junto con labores de recuperación de cauces, el mantenimiento de corredores ecológicos y la consolidación de las mejoras. Siendo el litoral vasco unas de las zonas de mayor potencialidad económica, ya que une industria,

pesca y actividades turísticas, es imprescindible redoblar los esfuerzos para que en el horizonte del 2005 las aguas costeras estén a la altura de las exigencias de la normativa europea.

VI. 12.9. EL AGUA COSTARÁ UN 3% EN DONOSTIALDEA Y ALCANZARÁ LAS 110 PESETAS POR M³.

El precio del agua en la comarca de donostialdea subirá casi un 3% según la propuesta efectuada por la dirección de la Mancomunidad de aguas del Añarbe, que fue aprobada en el último consejo de administración de la entidad. Este organismo vende el imprescindible líquido a los distritos y ayuntamientos que lo integran.

Los 300.000 ciudadanos de Donostia, Pasaia, Lezo, Errenteria, Oiartzun, Astigarraga, Hernani, Urnieta, Lasarte-Oria y Usúrbil verán aumentar el precio del m³ de agua en 1,09 pesetas, lo que supone un 2,94% respecto a la tarifa del año 2000. En la actualidad, el precio medio que deben pagar los Ayuntamientos a la Mancomunidad de Añarbe es de 37,09 pesetas por m³ de agua, cifra que pasará a ser de 38,18 ptas. (Ver **CUADRO 23**).



CUADRO 23. Consumo de agua en Donostialdea.