

Curso de Técnicas de Supervivencia Level II

CTS Level II

EL AGUA EN SUPERVIVENCIA



ESCUELA
ESPAÑOLA DE
SUPERVIVENCIA
& BUSHCRAFT

ESCUELA ESPAÑOLA DE SUPERVIVENCIA & BUSHCRAFT EES&B



“La mejor Supervivencia es la que no tenemos que vivir, pero que si nos coge, que nos pille preparados y formados”

TALLER DEL AGUA EN SUPERVIVENCIA

Tres días sin agua producen la muerte, el agua es el medio de transmisión de enfermedades por excelencia.

PROCESOS CON EL AGUA

1. Filtrado
2. Potabilizado

Siempre realizaremos los procesos de filtrado y potabilización con todas las aguas salvo que nazcan directamente de un manantial

Si cogemos gastroenteritis por no realizarlos es un grave problema.

PROCEDIMIENTOS:

FILTRADO

- **MEDIANTE PAÑOS Y TELAS**, mejor variar porque cada tela tiene diferentes tamaños de rejilla.
 - **MEDIANTE FILTROS DE CARBÓN Y GRAVA**. Alternar capas de ambos elementos.
- El filtrado no potabiliza el agua, sólo quita las impurezas

POTABILIZACIÓN

- Hervido
- 1 pastilla de cloro por litro
- 2 gotas de lejía por litro
- 8 gotas de yodo por litro
- 8 horas de exposición al sol en recipiente transparente, método sodis o ultravioleta.
- 2 granos de permanganato potásico por litro

CONSERVACIÓN del agua

- Dos monedas de plata en 50 litros, la plata al oxidarse suelta el ión plata
- Una gota de vinagre
- Una gota de zumo de cítricos (limón, naranja, pomelo).

Estos métodos ayudan a mantener el agua.

MITOS ERRÓNEOS CON EL AGUA

- El agua de mar no se puede beber sin reducir la concentración de sal.
- Los orines no se pueden beber.
- Las sales de nuestro organismo no las aporta el agua, las aporta la alimentación.

¿DÓNDE EN ENCONTRAR AGUA?
“Según el ambiente necesitaremos para sobrevivir del orden de 1 a 3 litros por día”

- El agua, siempre desciende, la buscaremos en la zonas bajas; valles, barrancos, cauces, cuevas, minas.
- El agua ha dado forma al paisaje y cambia la vegetación, busca cambios de color y plantas que requieren agua; juncos, cañas, higueras, etc
- Busca fracturas en el terreno, fallas, acantilados y fenómenos de disolución de las rocas como dolinas y simas.
- “Las aves y en general los animales buscan el agua al anochecer y amanecer, sigue su rastro”
- Los “Caminos del Agua” no son todos visibles, hay cauces y corrientes subterráneas que se pueden alcanzar.



“PROTOCOLO PAS”
 Pautas de actuación ordenadas:

1. Las aguas subterráneas son potables-
2. Busca cambios en el tamaño y color de la vegetación.

En las montañas de roca caliza se producen fenómenos de disolución de la roca que indican cauces de agua antiguos.
 Este tipo de roca son permeables y acumuladoras de agua.

“El pozo indio”
 A medio metro del cauce de un río se excava y se llega a los niveles de las aguas subterráneas potables.

Otros métodos para obtener agua

EVAPORACIÓN /CONDENSACIÓN
 Bajo un plástico se produce la evaporación del agua, incluso contaminada, se condensa en su superficie y se recoge.

- Sobre plástico en suelo
- Bolsa de plástico envolviendo una rama co hojas.

EVAPORACIÓN
 Si disponemos de material combustible podemos evaporar el agua contaminada y recoger.

NIVELES ISOTÓNICOS

Hipotónico, 0.01 gr./litro de sales, el agua embotellada o de grifo.

Isotónico, 9 gr./litro de sales, nuestro organismo.

Hipertónico, 35 gr./litro de sales, el agua de mar.

No beber agua con más de 4 gr./l.

EL AGUA DE MAR

- No tiene bacterias
- Hay que bajar su nivel de sal a 4 gr./litro para beberla

MÉTODOS PARA DESALINIZARLA

- Evaporación y condensación
- Capilaridad por telas en recipientes

OTROS USOS DEL AGUA

- Hacer fuego con agua
- Cocinar
- Aseo
- Trampas

El agua en supervivencia

- Introducción
- Propiedades y características
- Por qué es importante
- Como y donde conseguirla
- Procesos de purificación
- Ejemplos gráficos y utensilios
- Otras utilidades del agua

INTRODUCCIÓN

El agua es la sustancia que más abunda en la Tierra y es la única que se encuentra en la atmósfera en estado líquido, sólido y gaseoso.

La mayor reserva de agua está en los océanos, que contienen el 97% del agua que existe en la Tierra. Se trata de agua salada, que sólo permite la vida de la flora y fauna marina. El resto es agua dulce, pero no toda está disponible: gran parte permanece siempre helada, formando los casquetes polares y los glaciales.

El agua y su búsqueda representa una obsesión constante del ser humano a través de los tiempos. Es un factor limitante porque nos encontramos ante el elemento clave para la vida sobre el planeta tierra. Rotura los paisajes, condiciona los climas, determina la biodiversidad de los ecosistemas. En resumen, se trata de la molécula existencial, la auténtica partícula de dios.

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS

El agua tiene algunas propiedades físicas y químicas importantes para los ecosistemas:

El hielo, es decir, el agua en estado sólido, es menos pesado que el agua en estado líquido. A esta temperatura pueden sobrevivir ranas y peces, que son animales que no tienen mecanismos para regular su calor corporal. Los peces, además, respiran a través de sus branquias el aire disuelto en el agua en estado líquido.

Las grandes masas de agua, como los océanos, almacenan el calor que reciben del sol y lo liberan lentamente. Por dicha razón, las tierras cercanas tienen un clima con menos variaciones de temperatura entre el día y la noche y entre el invierno y el verano.

El agua disuelve muchas sustancias y las retiene aunque varíe la temperatura. Su capacidad de disolver los nutrientes del suelo es fundamental para que las plantas puedan absorberlos por sus raíces. Además, la propiedad de disolver sustancias y mantenerlas aunque varíe la temperatura permite que algunos procesos metabólicos de los organismos vivos se mantengan estables a pesar de las oscilaciones térmicas.

Plantas y animales equilibran su temperatura mediante la transpiración, es decir, utilizando la

propiedad del agua de transformarse en vapor absorbiendo calor.

El agua es un vehículo para que los animales se desprendan, a través del sudor y la orina, de sustancias que al acumularse serían perjudiciales para el organismo

El agua es un importante medio de intercambio de la energía. Cuando se evapora o condensa, notable cantidad de energía es utilizada o liberada. Podemos comprobarlo cuando aplicamos un trapo húmedo sobre el cuerpo: inmediatamente sentimos una sensación de frescor.

Estas y otras propiedades hacen que el agua sea tan importante para la vida y su evolución en el planeta azul.

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE?

A diferencia de la ingesta de alimentos que el cuerpo metaboliza el exceso en forma de grasas, para poder consumirlas en caso de necesidad, el agua no la puede acumular y es por ello que dependemos siempre de una fuente externa.

Como ya sabemos, el agua es un elemento indispensable para la vida, tanto es así que nuestro propio cuerpo se compone principalmente de ella, en torno a un 60%.

Nuestro cuerpo, la pierde a través de excrementos, vomito, orina, transpiración, exhalación de vapor de agua, salivación, lágrimas y sangrado en caso de estar heridos o enfermos. En función de la actividad, temperatura, humedad u otros factores, la pérdida de agua puede ser mayor o menor dependiendo de estos.

Contando con su importancia, una persona normal y sin entrenamiento, se estima que podría aguantar en condiciones normales en torno a 3 días sin consumo de agua, pudiendo variar estos, dependiendo del clima, temperatura, actividad física, etc. Esto implica una alta dependencia de la vida respecto del agua, razón por la que es vital una adecuada provisión.

La realidad, es que, si en 3 días no somos capaces de conseguir un mínimo del gasto diario de agua (en torno a 2-3 L), nos será realmente difícil sobrevivir en una situación de supervivencia.

Si perdemos líquidos y no ingerimos agua, el cuerpo se deshidrata, produciéndonos mareos, confusión, dolores musculares, de cabeza y por último la muerte.

Riesgos del consumo de aguas contaminadas:

El consumo de aguas contaminadas puede producir enfermedades como fiebre tifoidea, cólera o disentería, además de otros trastornos provocados por parásitos que podemos pillar no sólo al beber, también al bañarnos en aguas estancadas y contaminadas.

No se debe beber agua salada, su concentración en sal es tan alta que colapsa los riñones y provoca la muerte entre fuertes dolores. Tampoco se debe beber orina y no debemos olvidar que las sabias de aspecto lechoso de muchas plantas son, con frecuencia venenosas.

Mitos y consejos básicos sobre el agua:

Beber la propia orina, está contraindicado ya que causa problemas en el tracto intestinal y los riñones, que ya habían filtrado los desechos a través de esa orina, también puede producir infecciones ya que al ser expulsada suele contaminarse con bacterias, las cuales, al ser ingeridas, pueden provocar infecciones y complicaciones serias. A parte de esto, realmente no hidrata sino todo lo contrario, te deshidrata antes, ya que, aunque en un 95% sea agua, en ella, van disueltas sales, minerales y toxinas, que cuanto más deshidratado estés, mayor será su concentración en la orina, la cual será de un amarillo más intenso.

La única manera viable, en caso de supervivencia de poder ingerir el agua de la orina, sería mediante destilación, ya que la otra manera, sería mediante la ósmosis inversa que en una situación así, es casi imposible de conseguir.

El agua de mar, nunca se podrá beber directamente debido a su alta concentración de sal, lo que nos deshidrataría con mayor rapidez, se podría beber previa destilación incluso añadiendo un poco de agua (entorno al 15% de agua de mar), para añadir las sales que le faltarían. Ésta concentración nunca sobrepasará los 9 gramos por litro.

En el caso de ríos y aguas estancadas, igualmente nunca beberla directamente sin purificarla, debido a que las bacterias presentes en ella pueden causarnos infecciones, diarreas severas, enfermedades como la disentería, etc. La mejor manera sería, la misma que en la del agua de mar, pudiendo en esta solo llevar a ebullición el agua durante unos minutos sin necesidad de destilarla, simplemente filtrando primero y eliminando los patógenos de esta, al ser hervida.

En cuanto al agua obtenida de plantas, hay que tener especial cuidado **y nunca recoger agua de plantas desconocidas**, dado que hay plantas que son tóxicas y pueden producirnos desde malestar, vómitos y diarreas hasta la muerte. *En este caso la mejor forma de purificar esa agua una vez extraída será únicamente mediante destilación de la misma y nunca de otra manera. *(En caso de toxicidad)

Comer hielo o nieve, nunca hay que meterse directamente en la boca ni el hielo ni la nieve, ya que su temperatura puede desde quemarnos, hasta bajarnos la temperatura corporal, siempre habrá que derretirlo antes, bien poniéndolo dentro de algún envase cerca de nuestro cuerpo entre capas de ropa, sin llegar a tocarnos, mientras andamos, orinar sobre el envase estanco para favorecer que se licue en su interior o calentar al fuego, si es que tenemos esa opción, siendo la mejor como siempre llevarlo a ebullición y más aún en un caso así para aumentar nuestra temperatura corporal al beberla posteriormente.

Que los lugareños beban agua directamente de ríos o manantiales y les sienta bien, no quiere decir que tu organismo esté preparado para lo mismo, con el tiempo el estómago se inmuniza a ciertos patógenos, si no has tenido una adaptación previa hay que potabilizarla primero.

En definitiva, casi cualquier agua que nos encontremos en una situación de supervivencia ha de ser al menos, llevada a ebullición o potabilizada mediante alguno de los métodos expuestos más adelante, por nuestra propia integridad física.

Formas de evitar la deshidratación o al menos minimizarla:

- Mantenerse a la sombra para evitar la sudoración bajando la temperatura corporal.
- No caminar bajo el sol o realizar actividades físicas, esperando a su caída para continuar el trayecto, ya que con la bajada de temperatura la preservaremos mejor y tendremos un menor consumo de la misma
- Beber a intervalos regulares y no de una vez, ya que de esta manera se consigue sudar menos.
- Conservar la ropa e incluso humedecerla si es posible, bien con agua (aunque sea sucia) u orina, ya que, aunque pueda parecer anti-higiénico, la evaporación de la misma hará que preserve un poco nuestra temperatura corporal, del mismo modo haremos en caso de llevar una cantimplora si es posible la humedeceremos por el exterior con la misma función.
- La ropa ancha y clara retendrá la humedad del sudor u otros líquidos de mejor manera y evitará una mayor sudoración, siendo el blanco la mejor opción debido a que refleja la luz, mejor que el resto de colores siendo la negra y colores oscuros la peor opción.
- Evitar comer en la medida de lo posible, dado que, sin agua para acompañar la comida, la función de digestión requerirá agua y la cogerá de la que tenga el cuerpo, agudizando la

deshidratación, en caso de necesidad de comer algo, intentar que sean alimentos ricos en líquidos como las frutas o verduras.

- Evitar hablar en la medida de lo posible, ya que así evitaremos exhalar vapor de agua, al igual que respirar por la nariz y no por la boca, evitara que nuestra boca se reseque dándonos aun mayor sensación de necesitar beber.
- Un truco para mantener la boca hidratada, es meterse una piedra pequeña que hará que salivemos y así evitar que nuestra boca se reseque.

El balance isotónico:

El agua mineral que solemos beber en la ciudad tiene una concentración de sales que va de 0 a 0,5 gramos de sales por litro, es prácticamente agua destilada (0,0 gr/l.) Las concentraciones de sales por debajo de las isotónicas se denominan HIPOTÓNICAS.

Los fluidos humanos como la sangre, el sudor, etc tienen una concentración de 9 gr./l. se le denomina ISOTÓNICA

El mar por ejemplo del Mediterráneo tiene una concentración de 35 gr./l. se le denomina HIPERTÓNICA.

Cuando el cuerpo suda, pierde sales en una concentración isotónica (9 gr./l.) por eso, en situaciones de esfuerzo y sudoración mantenida hay que reponer las sales perdidas y es necesario beber bebidas isotónicas. En caso de sólo beber hipotónicas (casi 0 gr./l.) se puede causar la muerte al quedar el organismo sin las imprescindibles y necesarias sales para la vida. Se han dado numerosos casos de muerte por realizar tareas extremas con sudoración intensa en la que se ha producido la muerte por romper el balance de sales, sudar a 9 gr. y reponer a 0 gr.

El exceso de sales por encima de la concentración isotónica es igualmente pernicioso, en nuestro organismo, los riñones son los encargados de eliminar el exceso y para su funcionamiento necesitan filtrar con agua que cómo no se la proporcionamos, la extrae de nuestra células produciendo una deshidratación interna y la muerte de manera más rápida que si no la bebemos.

Suero isotónico natural:

En previsión de salidas de campo lo mejor es preparar un suero isotónico natural mediante la siguiente receta; 1 litro de agua, el zumo de 1 o 2 limones, 2 cucharaditas tamaño pequeño de azúcar, ½ cucharadita de bicarbonato cálcico y ¼ de cucharadita de sal, es un suero isotónico perfecto.

Mito a romper:

LAS SALES QUE NECESITA NUESTRO ORGANISMO NO LAS PROPORCIONA EL AGUA, LAS PROPORCIONA EN SU INMENSA MAYORÍA LA ALIMENTACIÓN.

Beber agua mineral no proporciona ningunas sales.

El agua y la supervivencia

Se establece que más de 3 días sin beber agua produce la muerte. Suele recomendarse beber 2 litros diarios, pero depende del clima y el esfuerzo, llegando a ser necesario hasta 10 litros por día en zonas calurosas.

El cuerpo pierde constantemente agua. La ROPA ADECUADA es la primera de las técnicas de agua para no deshidratarse. Para climas cálidos llevaremos en lo posible ropa ligera de manga larga para que nuestro sudor no se evapore rápidamente (técnica de los tuaregs). Sombreros o paraguas son otro recurso importante. Para evitar la transpiración por la boca chuparemos un pequeño guijarro, esto evitará abrir la boca más de lo necesario.

En las marchas hay que inspirar por la nariz y expirar por la boca, esto reducirá en un 20% la deshidratación.

Dormir, descansar y ponerse a la sombra, son actividades que reducirán la pérdida de agua. Moverse despacio, por la sombra o con las horas de menor radiación solar.

Si estamos en una situación de falta o escasez de agua, la alimentación hay que restringirla o evitarla. La digestión consume una gran cantidad del líquido vital, que, si no se lo proporcionamos, nos deshidrata a nivel interno, al extraer el agua que necesita de nuestras células.

COMO Y DONDE CONSEGUIR AGUA

El agua es un elemento que modifica el paisaje, el color, el olor y entorno, debemos de intentar reconocer esas variaciones producidas para localizarla. Se requiere un acto de reflexión, relax y silencio para; a través de todos nuestros sentidos puestos en ese fin intentar; ver, oír, oler y sentir tanto las “fuentes” (referido a cualquier acumulación de agua) cómo sus efectos en el entorno; color, fauna, flora, humedad, frescor, nubes, evaporación, etc.

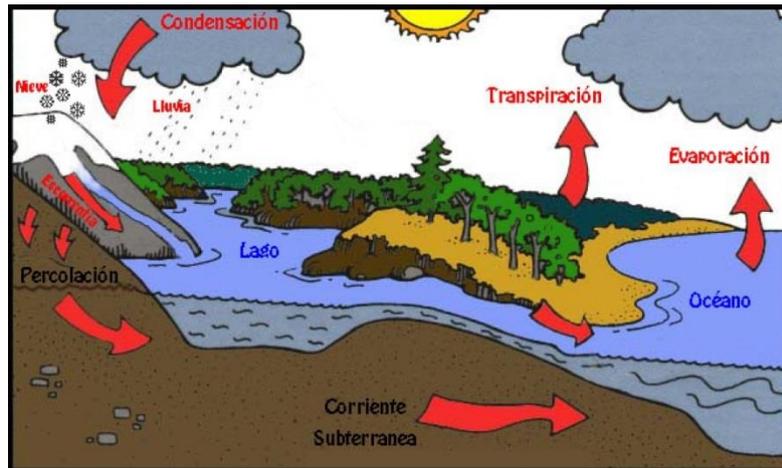
Señales de fuentes de agua en la naturaleza:

Si queremos obtener agua en cualquier medio natural en el que debamos sobrevivir debemos intentar agudizar nuestros sentidos y ponerlos en sintonía con el entorno: (*escuchar-ver y sentir*)

- Escuchar:
 1. Flujo de riachuelos y ríos.
 2. Oleaje y golpes de ola sobre las rocas.
 3. Cascadas y saltos de agua.
 4. Cantos de aves y ruidos de animales (croar de ranas)
- Ver: (buscar siempre un lugar elevado como montañas o copas de árboles grandes para observar).
 1. Depresiones, cortes de montañas que pudiesen ser cause de ríos o quebradas.
 2. Vegetación abundante generalmente muy verde.
 3. Huellas de animales que puedan conducir a fuentes de agua.
 4. Aves cercanas al suelo.
- Sentir: (en el entorno suele haber agua dispersa sólo hay que saber obtenerla, recolectarla y purificarla).
 1. Lluvia.
 2. Olores (fruta, agua estancada, mar, entre otros)
 3. Rocío.
 4. Agua de charcos y estanques
 5. Plantas y lianas
 6. Cactus
 7. Nieve
 8. Cocos
 9. Frutas
 10. Entre otros.

EL CICLO DEL AGUA

El agua entra en la atmósfera cuando el calor del sol la evapora, especialmente de los océanos. El aire caliente con vapor de agua disuelto asciende y se enfría a causa de la menor densidad de la atmósfera. Al enfriarse, se condensa y origina gotitas de agua tan livianas que permanecen suspendidas en el aire. Estas gotitas se agrupan formando nubes. Las nubes son transportadas por los vientos, a veces a grandes distancias.



Las precipitaciones, que pueden ser en forma de lluvia, nieve o granizo, se producen cuando las gotas de agua se unen, haciéndose cada vez más grandes y pesadas. Esto sucede cuando las nubes se topan con vientos más fríos o cuando ascienden y se enfrían al encontrarse con la ladera de una montaña. Resumiendo, las precipitaciones se originan por la interacción de dos características del aire: su densidad y temperatura disminuyen cuando aumenta la altitud y el aire caliente puede contener más humedad que el aire frío.

En consecuencia, cuando el aire que transporta las nubes se enfría (por encontrarse con un viento más frío o por ascender siguiendo la pendiente de la montaña) tiene menos capacidad de retener humedad y la descarga en forma de lluvia, nieve o granizo.

Por dicha razón, llueve más en las laderas que se oponen a los vientos húmedos. Una vez que atraviesa la montaña, el viento pierde su humedad. Ya no transporta nubes y las lluvias que ocasiona son escasas o nulas.

También es frecuente que llueva cuando las nubes pasan sobre corrientes marinas frías. En este caso, el agua se reincorpora nuevamente a los mares sin ser aprovechada por las plantas y los animales terrestres.

Con relación al agua que cae sobre el suelo, podemos decir:

Una parte se vuelve a evaporar directamente desde la superficie por acción del calor del sol o de los vientos secos.

Otra parte queda retenida en las capas superiores del suelo y es absorbida por las raíces. Luego será evaporada por la transpiración de las plantas.

El resto se infiltra hacia las capas profundas (agua de percolación), y aumenta las reservas de agua subterránea. Estas reservas pueden volver a la superficie formando manantiales. Los manantiales dan origen a arroyos que luego se unirán a otras aguas de escurrimiento superficial. Así, se originan los ríos que devolverán a los mares y océanos el agua caída sobre el suelo.

Las precipitaciones devuelven al suelo, mares y océanos el agua evaporada por el calor del sol. Este ciclo no se interrumpe jamás.

Cuando el agua cae sobre la tierra, se infiltra lentamente en los suelos que contienen materia orgánica. Lo mismo sucede en los terrenos cubiertos de vegetación, porque el follaje atenúa el impacto de la lluvia.

En zonas llanas, el agua puede acumularse en la superficie de los suelos arcillosos y carentes de humus, provocando inundaciones.

Si los terrenos son llanos, arenosos y desprovistos de materia orgánica y vegetación protectora, el agua se infiltra con rapidez, llevándose los nutrientes del suelo hacia las aguas subterráneas.

Cuando se trata de terrenos en pendiente, si el suelo no está protegido por la vegetación y no se han construido barreras para detener la fuerza del agua, ésta se escurre sobre la superficie, arrastrando grandes cantidades de tierra (erosión). La tierra arrastrada se sedimenta en las zonas bajas, rellenando el cauce de los ríos y cubriendo los campos de cultivo.

Las plantas evitan la erosión porque atenúan con sus hojas el impacto de la lluvia y sostienen el suelo con la red de sus raíces.

HIDROLOGÍA BÁSICA

Introducción

El ciclo hidrológico

Es el ciclo fundamental para entender los procesos que se suceden en la tierra. Requiere conocimientos multidisciplinarios. No existe un punto de partida en el ciclo del agua en la tierra pero lo que si está claro es que se basa en todos los estados del agua, gas, líquido y sólido. Todos los estados se presentan en la naturaleza y todas ellas son importantes de cara a los recursos humanos. Lo más importante es tener en cuenta la interrelación del hombre con la naturaleza y su influencia en el ciclo del agua.

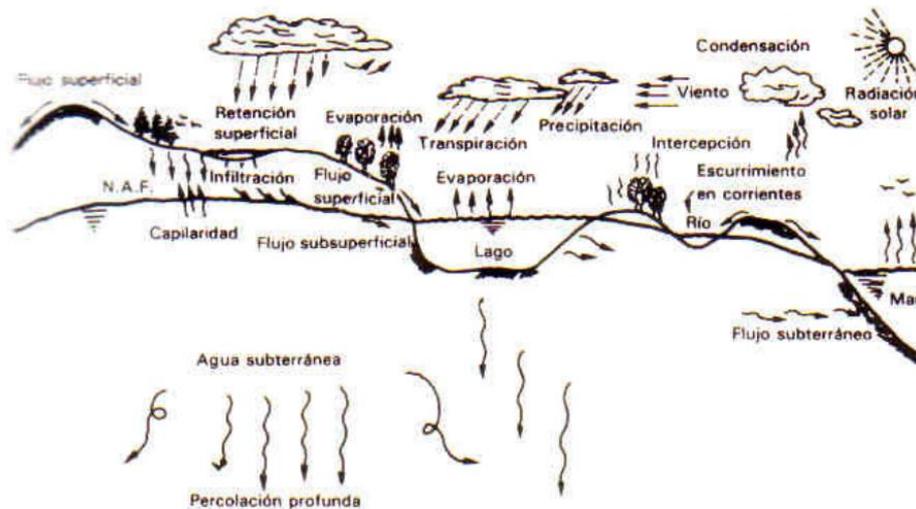


Figura 1 Ciclo Hidrológico (Tomado de Fundamentos de Hidrología de Superficie. Aparicio)

En forma gaseosa se encuentra en la atmósfera, en forma de nubes pero también en forma gaseosa transparente traducido en humedad. Las nubes es la forma visible cuando el gas esta condensándose en pequeñas partículas. Las partículas así formadas desvían los rayos de luz en todas direcciones cristalizando el agua en forma de nube. Una vez las partículas comienzan a crecer por múltiples adhesiones el peso crece y caen en forma de lluvia, nieve o granizo.

El agua en su caída puede volver a evaporarse, o ser interceptada por construcciones o la propia vegetación. Una vez en el suelo, agua líquida, lo humedece y en grandes cantidades llega a encharcarlo hasta que comienza a escurrir por la superficie del terreno. La forma como escurre no está nada clara pero seguro depende del tipo de terreno. También dependiendo de la humedad del aire, la presión atmosférica, la temperatura, parte del agua puede evaporarse regresar a la atmósfera.

Por un lado el agua se infiltra en el terreno, haciendo varios recorridos que dependen de la composición del terreno. Si es permeable o impermeable. En terrenos permeables el agua tiende a escurrir casi vertical, por lo que más bien tiende a formar parte del acuífero. En cambio cuando el terreno es más bien impermeable o bien roca fracturada o semifracturada el agua puede escurrir subsuperficialmente de manera transversal. Esta forma de fluir conduce al agua a acuíferos superficiales o bien a salir nuevamente del terreno.

El agua en forma de nieve queda atrapada en forma sólida en capas hasta que las temperaturas comienzan a subir hasta derretir parte o totalmente el manto de nieve. Los principales factores que afectan al ciclo del agua son los factores climáticos; la altura del territorio, el viento, la radiación solar controlando la temperatura y la presión que influyen en la humedad del aire. El agua líquida proveniente de las lluvias o proveniente de las nieves derretidas forma los torrentes y cascadas en la alta montaña para luego formar los cauces de ríos y lagos, para llegar a los océanos. El océano es el cuerpo de agua más grande que existe en la tierra y es uno de los que más influyen en el

clima y su estabilidad. El agua es utilizada por los animales y las plantas, la mayor parte del agua utilizada por las especies vivas, sólo fluyen a través de su cuerpo. Volviendo a la naturaleza en el caso de la vegetación en forma de transpiración. El proceso conjunto se denomina evapotranspiración y consiste en el regreso del agua a la atmósfera en forma de vapor.

Componentes.

Cuenca, ríos, lagos y superficie terreno.

Cuencas La cuenca es la unidad hidrológica superficial más utilizada. No coincide ni tiene por que con las unidades hidrológicas subterráneas. Consiste en una porción de territorio que se puede aislar de forma que si esta fuese impermeable toda el agua que escurriría por ella drenaría por un mismo punto. Dos tipos de cuenca se pueden reconocer, endorreicas y exorreicas. Las cuencas endorreicas son aquella que terminan en un lago central y cuenca exorreicas aquellas cuencas que drenan fuera de la unidad hidrológica. Es un elemento que permite controlar las cantidades de agua para poder hacer una contabilidad de la misma.

Río Es un sistema dinámico de flujo de agua y sedimentos que controlan la función biológica de la tierra. Son los corredores activos más importantes que tiene la naturaleza y dependen de estos para el equilibrio de la vida.

La vegetación presenta un papel crucial en la morfología fluvial y se considera la que estabiliza el terreno. Tanto a nivel de río como a nivel de cuenca la vegetación es un retardador del flujo.

Lago Es un cuerpo de agua natural que mantiene un equilibrio biológico muy delicado con el resto de la naturaleza. Los fenómenos asociados en lagos son complejos y requieren para su estudio de un grupo interdisciplinario. Incluye la biología, la limnología, hidrología, hidráulica, sedimentología, termodinámica, etc.

Embalse Con características similares al lago lo único es que es un volumen de agua artificial creado por el hombre y que tiene repercusiones medioambientales. El agua en los embalses es la utilizada por el hombre para su uso. Los usos más importantes son: energía hidroeléctrica, regadío y abastecimiento.

Superficie del terreno. Es la superficie que compone la cuenca, contiene los lagos y ríos y alimenta los acuíferos por medio de la infiltración. Además la fuente para obtener el sedimento que alimenta los ríos y lagos. Contiene los nutrientes para la vegetación y en parte es utilizada por el hombre para su explotación. Está íntimamente ligado con el agua pues es su conductor y contenedor.

Procesos del ciclo.

Infiltración.

Es un proceso por el cual el agua se transfiere desde la superficie del terreno hacia las profundidades. Depende de la morfología y composición del terreno. La infiltración se puede dar de forma saturada o no saturada. Los dos procesos son muy diferentes. En tanto que uno depende directamente de la ley de Darcy el otro fenómeno está influido por las reacciones físico químicas que ocurren entre el material y el agua. Uno de los más importantes es el fenómeno físico de tensión superficial. Esta es responsable del movimiento de una gran cantidad de sales en el interior del terreno.

Evaporación

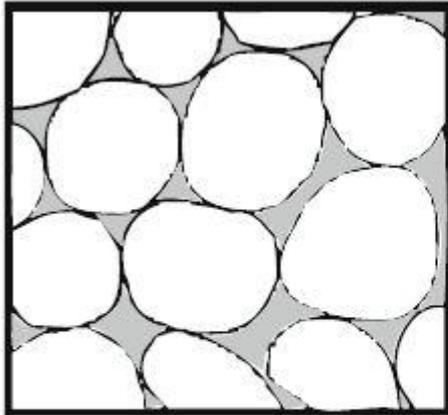
Es el proceso por el cual el agua pasa de estado líquido a estado gaseoso, transfiriéndose a la atmósfera.

Transpiración. Es el resultado de la respiración de las plantas o paso del agua a través de las raíces hacia las hojas y la atmósfera. La cantidad de agua contenida en la vegetación es mínima en comparación con la que consume.

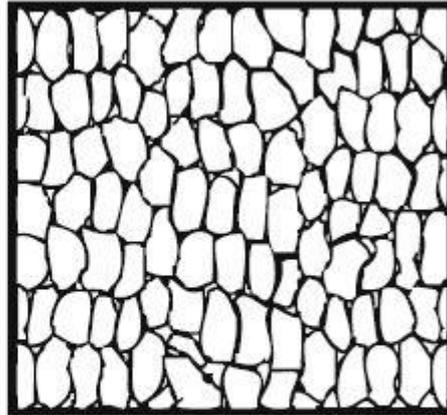
Escurrimiento Es el proceso superficial por el cual el agua fluye por la superficie del terreno hacia los cauces y el mar.

Evapotranspiración. Es la combinación de la evaporación y transpiración

Transporte de sedimentos Este proceso es el que crea la morfología de las cuencas, es el responsable de la desertización de las cuencas, los fenómenos de progradación en embalses, la estabilidad de los cauces.



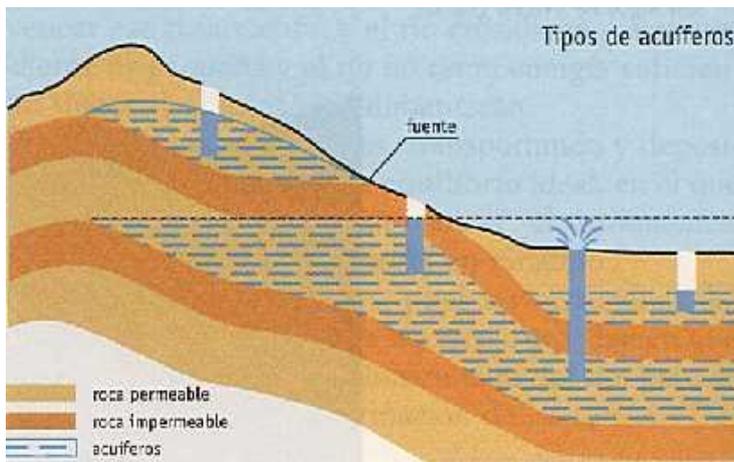
1

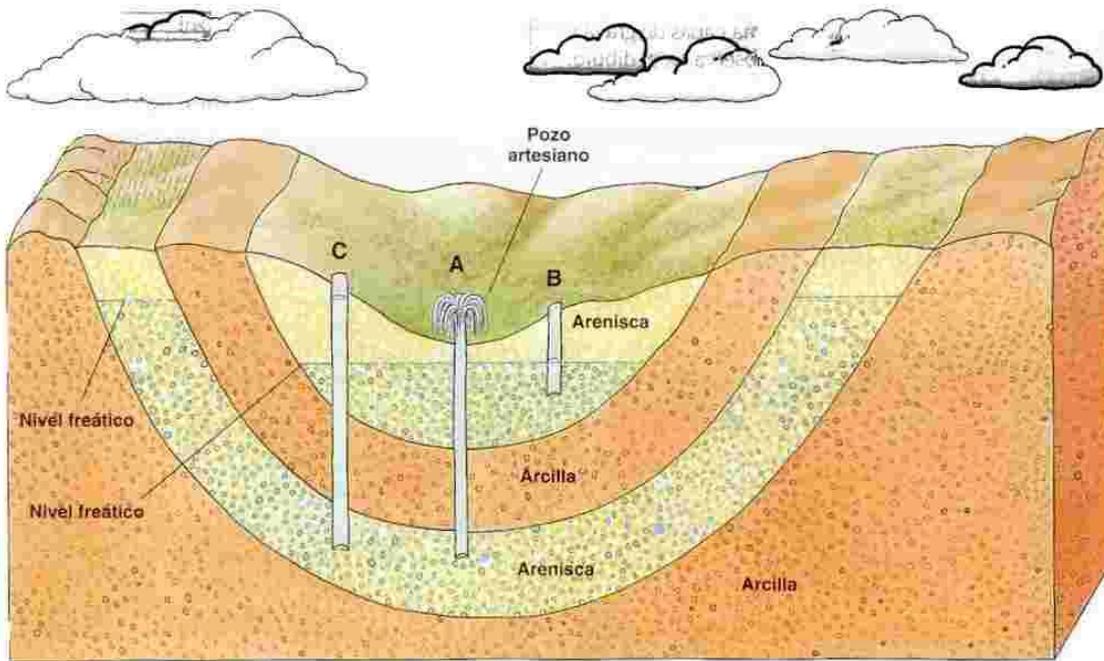


2

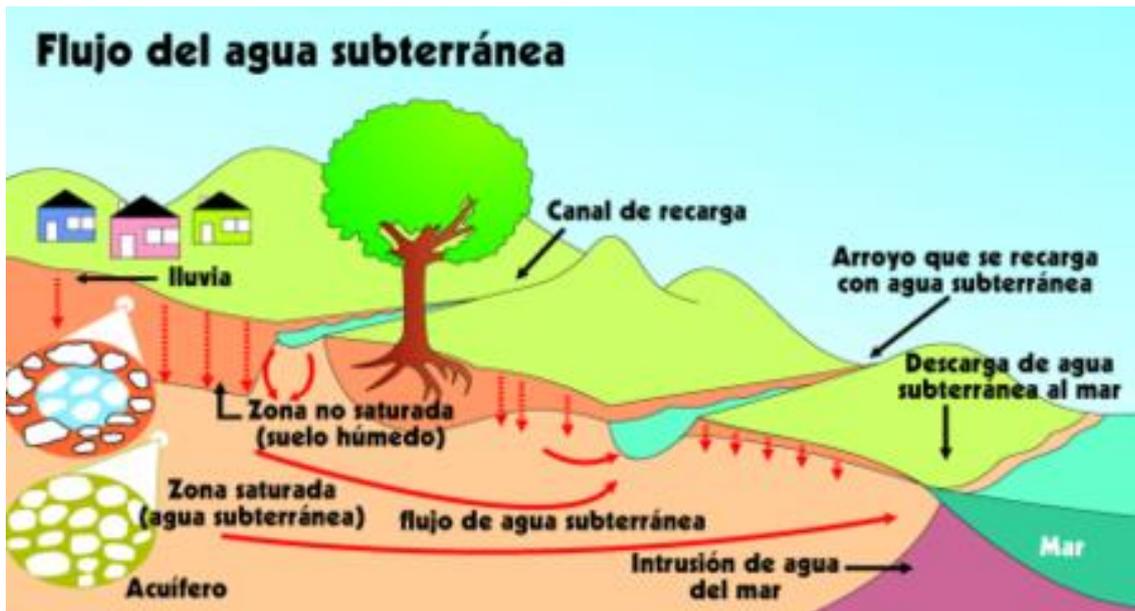
1. Roca porosa permeable

2. Roca de baja porosidad y baja permeabilidad





Acuíferos



Fenómenos kársticos

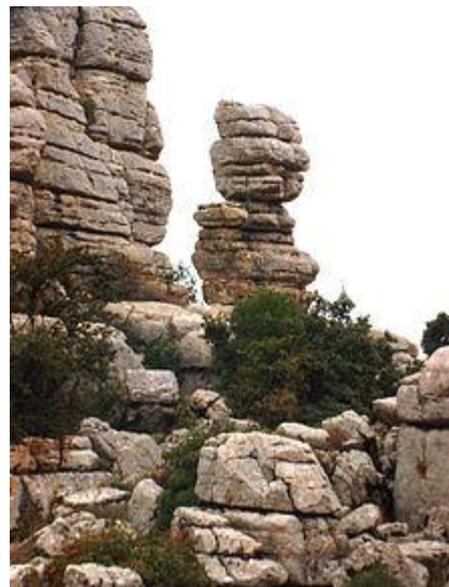
Con el nombre de karst se conoce a una forma de relieve originada por meteorización química de determinadas rocas, como la caliza, dolomía, yeso, etc., compuestas por minerales solubles en agua.

Proceso de erosión kárstica

El agua se acumula en las líneas de debilidad de la roca caliza y disuelve el [carbonato cálcico](#).

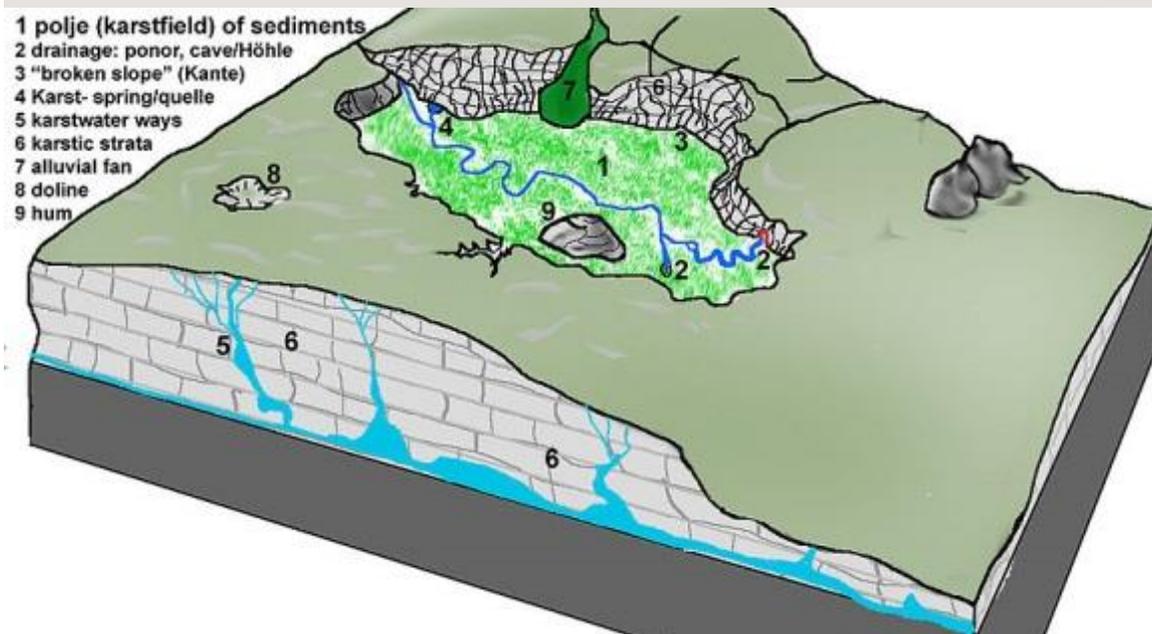
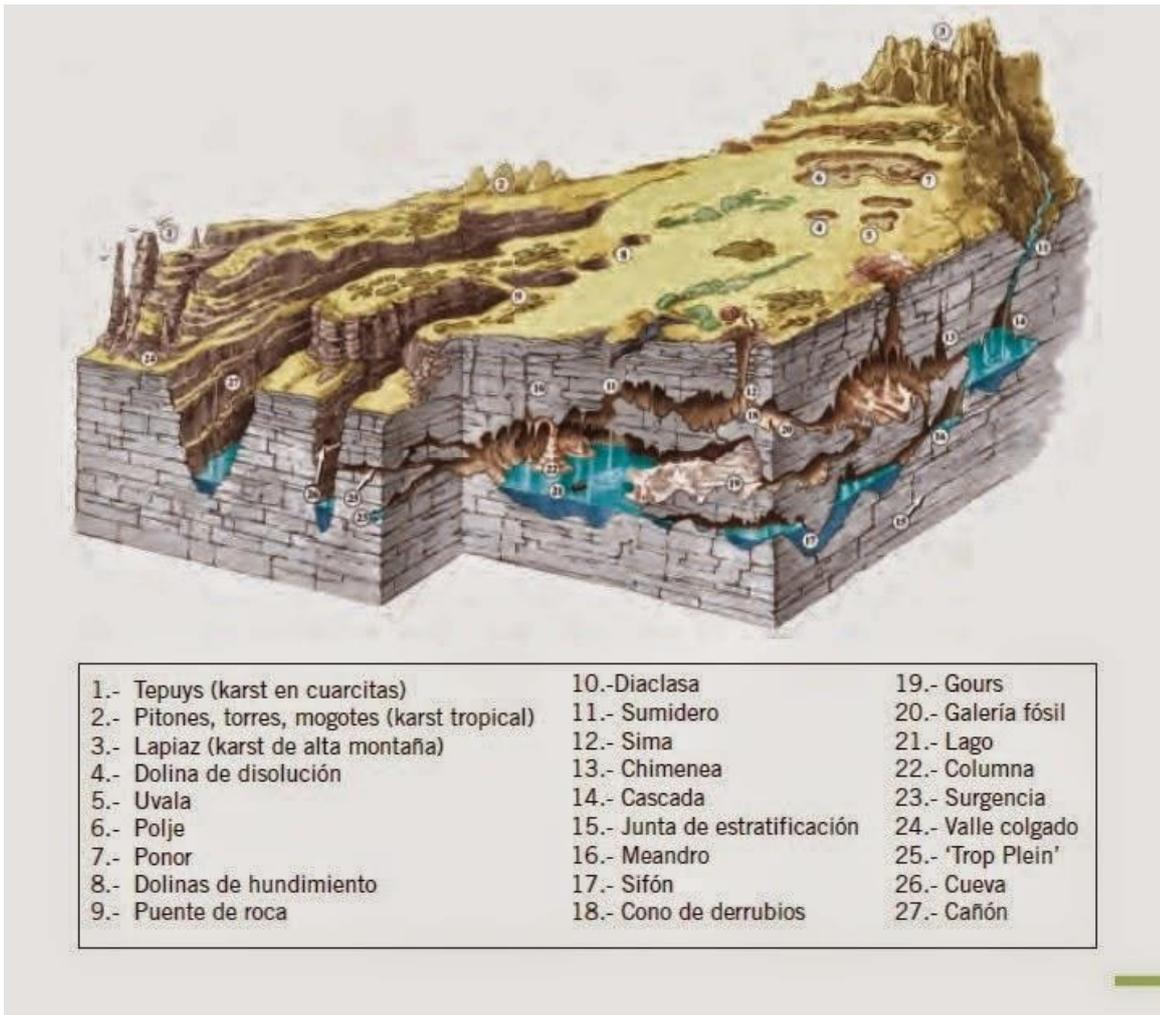


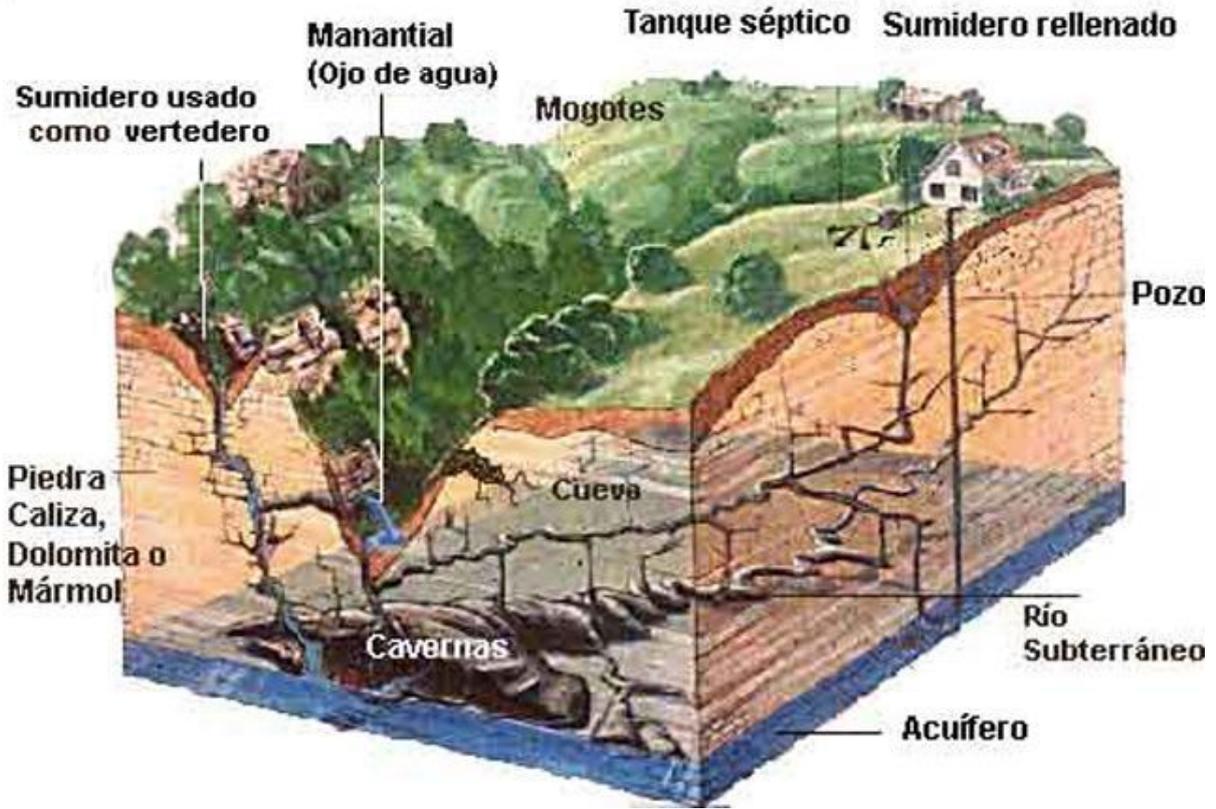
Un karst se produce por disolución indirecta del carbonato cálcico de las rocas [calizas](#) debido a la acción de aguas ligeramente ácidas. El agua se acidifica cuando se enriquece en dióxido de carbono, por ejemplo cuando atraviesa un suelo, y reacciona con el carbonato, formando bicarbonato, que es soluble. Hay otro tipo de rocas, las evaporitas, como por ejemplo el [yeso](#), que se disuelven sin necesidad de aguas ácidas. Las aguas superficiales y subterráneas van disolviendo la roca y creando galerías y [cuevas](#) que, por hundimiento parcial, forman [dolinas](#) y, por hundimiento total, forman [cañones](#). Existen otras muchas formas kársticas, según si estas formas se producen en superficie o por el contrario son [geomorfológicas](#) que aparecen en cavidades subterráneas. En el primer caso se denominan exokársticas:



- [Lapiaces o lenares](#), son surcos o cavidades separados por tabiques más o menos agudos. Los surcos se forman por las aguas de [escorrentía](#) sobre las vertientes o sobre superficies llanas con fisuras.
- [Poljés](#) son depresiones alargadas de fondo horizontal enmarcadas por vertientes abruptas. Están recorridos total o parcialmente por corrientes de agua, que desaparecen súbitamente por sumideros o pozos y continúan circulando subterráneamente.
- [Dolinas](#) o torcas son grandes depresiones formadas en los lugares donde el agua se estanca. Pueden tener formas diversas y unirse con otras vecinas, formando [uvalas](#).
- [Gargantas](#) son valles estrechos y profundos, causados por los ríos.
- Cuevas se forman al infiltrarse el agua. Suelen formarse estalactitas a partir del agua, rica en carbonato cálcico, que gotea del techo, y estalagmitas a partir del agua depositada en el suelo.
- [Simas](#) son aberturas estrechas que comunican la superficie con las galerías subterráneas.
- [Ponors](#) son aperturas de tipo de portal donde una corriente superficial o lago fluye total o parcialmente hacia un sistema de agua subterránea.

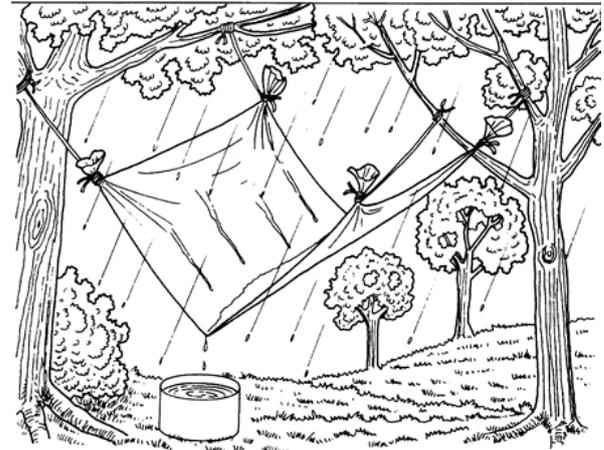
En el segundo caso se llaman endokársticas: ([simas](#), [sumideros](#), [sifones](#), [foibas](#), etc.).





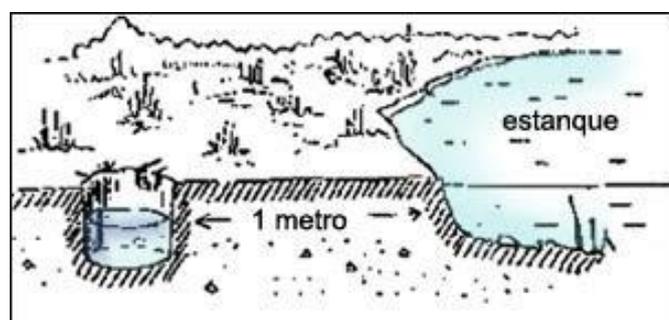
SISTEMAS DE OBTENCIÓN DE AGUA

1. Agujero en el desnivel de un suelo para recoger agua cuando llueve.
2. Recoger agua de lluvia con el poncho o plástico de emergencias.
3. Recoger agua de rocío con un plástico tapando un agujero (destilador).
4. Excavar en fuentes naturales húmedas o charcos, buscando las capas freáticas.
5. Dentro de cuevas y minas.
6. Realizar un pozo, a pocos metros de la orilla de la playa. El agua obtenida puede beberse a pequeños sorbos con nuestro tubo de supervivencia.
7. Hielo y nieve son fuentes de agua destilada que es potable. Mejor derretir hielo pues la nieve tiene mucha proporción de aire. No comer nieve directamente pues puede producir yagas y en muchas cantidades hipotermia por la gran cantidad de energía que el cuerpo gasta para derretirla. El agua destilada de esta forma; por hielo, nieve o lluvia es perfectamente potable aunque no tenga ninguna concentración de sales, las sales que necesita el organismo en su mayor parte son aportadas por los alimentos, por lo que no nos debemos de preocupar por dicho aporte. En todo caso si estamos cerca del mar a cada litro de agua destilada se le puede añadir el equivalente a 2 tapones de botella de agua de mar, lo cual restablecerá una proporción adecuada de sales para beberla.
8. Trampa de agua para aprovechar los bruscos cambios de temperatura entre el día y la noche.
9. Recolector del agua desprendida por efecto de la evapotranspiración de las plantas.
10. Recolector de agua en la ribera de los ríos.

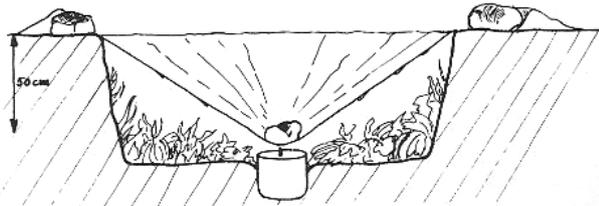


La mejor manera es escoger bien el lugar, siempre priorizaremos de esta manera:

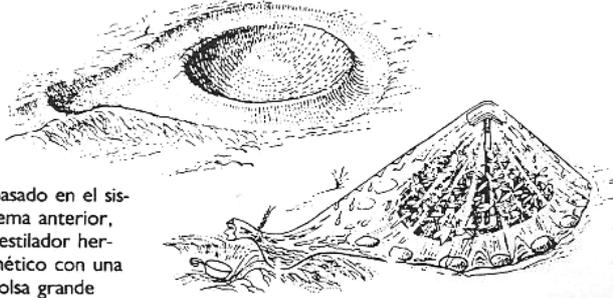
- Si el agua corre, elegiremos la zona más alta posible, percatándonos siempre de que no halla animales muertos,



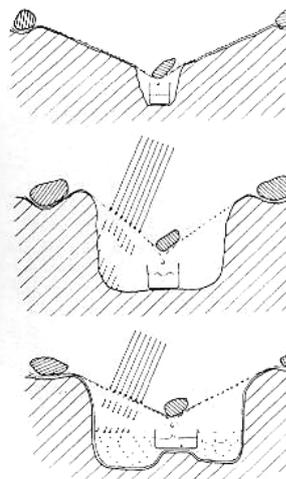
- excremento u otras cosas que pudieran contaminar el agua.
- También priorizaremos aguas que broten de rocas, siempre será mejor cuanto más cerca del nacimiento, por lo que será mejor un manantial, antes que de un riachuelo y un riachuelo que un lago.
 - Podemos obtenerla de nieve o un deshielo en montaña en caso de ser nieve compactar mucho la nieve en nuestro recipiente ya que si no lo hacemos nos llevaremos una mala sorpresa de la poca cantidad de agua que conseguiremos después del trabajo que cuesta descongelarla, sobre todo si la temperatura ambiental es baja. Es necesario elevar la temperatura para ingerirla ya que podría bajar nuestra temperatura corporal bruscamente.
 - Agua de lluvia o rocío, esta agua sin que llegue a tocar el suelo y directamente a nuestro envase en su mayor parte (puede contener contaminantes en zonas con polución, etc.) será agua destilada con lo que no tendrá sales minerales, pero puede ingerirse sin ninguna contra indicación, salvo la falta de estas.
 - Aguas estancadas primeramente han de ser filtradas dejando que los pozos caigan a la parte inferior y tratar de conseguir el agua lo más clara posible, posteriormente si tenemos posibilidad un segundo filtrado bien con una tela filtro de cigarros, filtro de carbón y grava, etc u otros procedimientos similares para eliminar la mayor parte de las impurezas y será totalmente necesario llevar a ebullición dicho agua para eliminar los patógenos.
 - Agujeros y pozos, tanto si hacemos un agujero hasta el nivel freático o un pozo lo mejor será potabilizar el agua de la misma manera que en el caso de un agua estancada.
 - Agua de mar, será necesaria una destilación añadiéndole posteriormente una pequeña parte del agua de la cocción para añadirle algunas sales a nuestra agua obtenida.
 - Agua a partir de plantas, principalmente hay 3 formas de extraer agua de las plantas.
 - Gracias a su respiración podemos tapar parte de las hojas de una planta que conozcamos y que no sean tóxicas para el ser humano con una bolsa o plástico (cuanto más grandes sean sus hojas mejor) de esta manera el agua que se evaporaría se retendrá en nuestra bolsa para después recolectarla y beberla. (Recomendación, destilarla en caso de duda para evitar los tóxicos nocivos).
 - Hay algunas plantas que al cortarlas directamente brota líquido de igual manera podríamos destilarlo para extraer el agua en algunos casos es necesario machacar las hojas o su pulpa. (Recomendación, destilar para evitar tóxicos nocivos)
 - Por último de la forma tradicional a través de sus frutos, hojas, tubérculos, etc comestibles. (Únicamente de variedades que conozcamos).
 - Orina, en esta opción es totalmente indispensable la destilación.



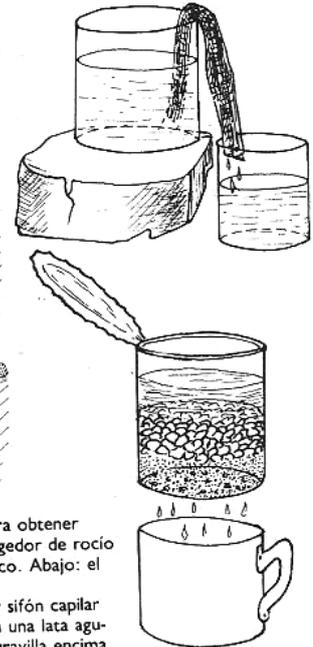
- El agua freática da lugar a las fuentes.
- En cauces secos puede encontrarse agua en los bordes de los meandros.
- Esquema de destilador solar como el de la foto en pág. 54, hecho con un plástico de 2 x 2 m.



Basado en el sistema anterior, destilador hermético con una bolsa grande



Sobre estas líneas tres sistemas para obtener agua con un plástico. Arriba: recogedor de rocío o lluvia. Centro: evaporación clásico. Abajo: el mismo con agua no potable. A la derecha, arriba: filtración por sífon capilar con un paño. Abajo: filtración con una lata agujereada, arena fina en el fondo y gravilla encima.



Una vez disponemos de una “fuente” de agua debemos de valorar su posible contaminación y si es de origen orgánico (lo más común) o de origen químico. En el primero caso seguidamente se exponen los métodos más comunes de purificación o potabilización, en el segundo el único método es el filtrado a través de varias capas de carbón y varias veces. La contaminación química de una fuente o charca se distingue porque a su alrededor no hay plantas, ni insectos revoloteando ni ningún tipo de vida, incluso sus bordes secos muestran colores vivos como el amarillo, naranja o violeta, indicio de contaminación por metales pesados.

Este temario se complementa con las lecciones del “Ciclo del agua” e “Hidrogeología básica” del temario del Geología de Roles y Anillos de Seguridad Level II. Sus contenidos serán también evaluados en ésta lección.

Solventado el problema de la obtención del agua, sobreviene la necesidad de purificar y eliminar todos aquellos elementos presentes en su seno que pueden representar un problema en el organismo del superviviente. Para ello vamos a establecer dos sistemas básicos:



el filtrado y la potabilización.

Procesos de purificación o potabilización

El primer procedimiento a realizar con el agua es el filtrado, es decir, quitar todas las materias en suspensión, **éste proceso no potabiliza el agua** pero es imprescindible realizarlo previamente a cualquiera de los métodos descritos seguidamente.

El primer paso será recolectar el agua esperando que los posos que pueden estar suspendidos en el agua por su peso se depositen en el fondo al cabo de un tiempo prudencial, una vez clarificada el agua la obtendremos en un recipiente para pasar al segundo paso de filtrado a través de un material como un filtro de papel, tela cuanto más tupida mejor, filtros de cigarrillos (sin usar), filtro de carbón y grava (la mejor opción), etc. En definitiva, cualquier material útil para filtrar el máximo de impurezas posible.

¡Filtrar el agua no es purificarla, si se bebe será peligroso, ya que solo con “el filtrado” los patógenos y virus siguen presentes!

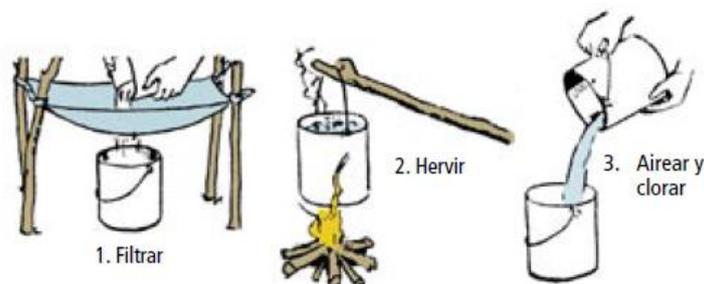


DEPURACIÓN O PURIFICACIÓN

Si existe riesgo de contaminación hay que purificar el agua con alguno de estos métodos y esperar al menos una hora antes de consumirla.

Hervir

Posterior a un buen filtrado es la mejor opción para beber nuestra agua obtenida, sin peligro para nuestra integridad física. Será necesario llevarla a ebullición entre 3-5 minutos, para estar completamente seguros de que ha sido potabilizada.



Destilación

La destilación es un proceso por el que la sustancia volátil de una mezcla se separa de otra que no lo es mediante evaporación y posterior condensación de la misma.

Mediante el proceso de destilación el agua sucia, tras haberse evaporado y posteriormente licuada en otro recipiente estará libre de impurezas y patógenos.

Es sin duda la mejor opción, aunque su forma de obtención es la más complicada. Una vez hecho nuestro recolector, podremos utilizarlo prácticamente cuantas veces necesitemos.

Pastillas potabilizadoras o lejía (Hipoclorito Sódico)

Si disponemos de estas pastillas o lejía (Hipoclorito Sódico) aptas para cloración de agua de consumo (Sin jabones ni aromatizantes).

Con las pastillas bastará con una pastilla por litro de agua o según fabricante, al igual que su tiempo de espera que suele variar entre 15, 30 y hasta 120 minutos.

Con la lejía suele bastar entre 1 y 4 gotas por litro dependiendo de la concentración de la lejía y esperar entre 15 o 30 minutos según la temperatura y la contaminación para poder beberla.

La lejía de ceniza se consigue lixiviando directamente agua en ceniza o cocinando la mezcla al fuego. A los efectos, estamos llamando lejía de ceniza, a una mezcla de agua con carbonato de potasio (K_2CO_3), que genera un medio acuoso alcalino ($pH > 7$).

Para obtener la lejía de ceniza, uno de los métodos más rápidos, fáciles, de menos riesgo consiste en lixiviar (o mezclar y colar) una o dos veces, aproximadamente dos partes de agua blanda sobre una de ceniza adecuada y tamizada, para obtener 1 parte de lejía. Por ejemplo: con ceniza de las consideradas de "mala calidad" (pino), mediante el proceso anterior, obtenemos una parte de "lejía" con aprox. un 0,5 -1 % (5 – 10gr/l de K_2CO_3). La ceniza de maderas de calidad, normalmente más duras (roble, almendro, olivo, ..) dan mayor concentración de lejía.

Yodo

Si llevamos un botiquín encima añadir entre 2 y 10 gotas de yodo (Betadine o Povidona yodada) por cada 1L de agua dependiendo de su temperatura y turbiedad y esperamos entre 15 y 30 minutos tendremos agua apta para su consumo.

Radiación solar (método sodis)

Este método consiste en eliminar mediante filtrado la mayor parte de las impurezas del agua y tratar de clarificar al máximo nuestra agua. Posteriormente dejar en un recipiente transparente durante al menos 6 horas de exposición para eliminar todos los organismos dañinos. Recordar que para éste método el agua debe de estar completamente limpia de impurezas y la botella debe de ser transparente sin ningún tipo de color normalmente usado para impedir los rayos Ultra Violeta UV, que precisamente son los que nos van a potabilizar el agua.

Además, existen lámparas de luz ultravioleta adaptadas para llevar al monte y tratar el agua de nuestra cantimplora, son bastante prácticas y manejables y solo necesitan unos pocos minutos, pero en caso de no ir preparado la primera opción será igual de efectiva. De hecho, la eficacia de poner fin a las bacterias dañinas es un impresionante es decir, 99.999 por ciento!

Lista de los gérmenes que se terminan de UV-A la exposición al sol durante 6 horas

- Las bacterias - Escherichia coli
- Las bacterias - Vibrio cholerae
- Las bacterias - Salmonella
- Las bacterias - Shigella flexneri
- Las bacterias - Campylobacter jejuni
- Las bacterias - Yersinia enterocolitica
- Virus - Rotavirus
- Parásitos - Giardia

- Parásitos - Cryptosporidium (necesita 10 horas de exposición)



Permanganato potásico

Usos del permanganato para potabilización de agua contaminada:

Para purificar el agua su uso es sencillo; si se notan sedimentos o impurezas en el agua

debes tratar de tamizarla. Por litro de agua debe agregar de 3 a 4 cristales de permanganato de potasio. Debe agitar durante unos segundos y luego debes dejarla reposar durante 2 horas. EL agua debe quedar de un color rosa claro.

Para aniquilar los organismos del agua se necesitan:

- Las bacterias: Un mínimo de 2,5 mg por litro de agua.
- Los virus: Un mínimo de 50 mg (cerca de los niveles de peligro de envenenamiento) por litro.

Esta sustancia puede ser tóxica en altas concentraciones. El ejemplo de concentración toxica más baja fue de 100 mg por Kg de peso corporal.

Limón o vinagre

En caso de no disponer de otro recurso, echar varias gotas de limón o de vinagre al agua y esperar una hora, puede rebajar el nivel de contaminación bacteriológica, pero no es un método seguro puesto que varios agentes contaminantes resisten en los medios ácidos.

El Ion Plata

El Ion Plata tiene efectos bactericidas en dosis bajas y algunas características atractivas, como la ausencia de color, sabor y olor. El uso de la plata como desinfectante del agua potable es popular en Europa, pero no está aprobado en los Estados Unidos. Se utilizan en forma de pastillas, generalmente (p.e: Micropur Classic®, de venta en tiendas deportivas). La Organización Mundial de la salud (OMS) no admite este compuesto como un desinfectante eficaz (biocida) y no es, por lo tanto, recomendable para la desinfección del agua.

En la antigüedad cuando no se conocían otros métodos se usaban monedas de plata en recipientes, depósitos o aljibes para desinfectarla en gran medida, un conocido ejemplo es el de la colonización del Far West en el siglo XIX donde se usaban en los bidones de agua que transportaban los colonos en las caravanas



Existen así mismo varios productos comunes que tienen efectos antibacterianos en el agua y que se comercializan para los viajeros como por ejemplo el peróxido de hidrógeno, pero no existen datos concreto sobre su efectividad y posibles efectos negativos.

Algunos ejemplos:

Destilador mediante luz solar

Este proceso se hará uniendo 2 recipientes unidos por un tubo o caña dejando la parte más larga hacia el recipiente donde queremos condensar nuestra agua (el de la parte superior) siendo preferible que el del agua sucia sea lo más oscuro posible para que retenga aún más el calor, no obstante, como en la imagen puede hacerse con recipientes transparentes.

- ⑩ Si mantenemos la parte superior tapada con papel de aluminio, enterrada, tapada con una camiseta mojada o de cualquier forma que consiga bajar su temperatura el proceso de recolección de agua será más efectivo
- ⑩ Cuidado al retirar el recipiente con el agua limpia para evitar derramar el agua



Recolectar agua por condensación

Primeramente, realizaremos un agujero en el suelo.

Seguido en caso de estar en una playa si lo realizamos a unos pocos metros de la orilla conseguiremos llegar al nivel freático por lo que el agujero mismo nos proveerá de agua si no estamos en la playa y el agujero está seco podremos utilizar cualquier tipo de contenedor de agua lo más grande posible para que nos quepa otro recipiente en el medio de su interior una vez lo llenemos de agua.

Una vez tengamos el agua que brota del suelo o un recipiente con agua (sucia) en su interior colocaremos otro recipiente en el medio del agujero y en el caso de haber colocado un recipiente con agua en el medio de este, si el recipiente que vamos a utilizar flotara colocamos alguna roca para que quede en la posición central.

Después colocaremos sobre nuestro agujero un plástico transparente que sujetaremos poniendo por los laterales troncos, piedras o arena y en el medio del plástico colocaremos una piedra con cuidado de no romperlo ni desmoronar el invento, justo encima del recipiente al que queremos que caiga nuestra agua condensada.

Destilador



Para este ingenio utilizaremos un recipiente metálico, cerámico, bambú o vidrio a ser posible para hervir el agua (También se podría con uno plástico, pero es más complicado y menos aconsejable). Sobre este adaptaremos otro recipiente, este da igual el material que consigamos, eso sí, ha de ser alargado en forma de tubo al que finalmente en su extremo colocaremos nuestro recipiente final para recoger el agua destilada.

* Para mejorar el proceso de destilación colocaremos un paño, tela, o cubriremos con algo húmedo la parte intermedia y final para así agilizar la recogida del agua condensado.



Filtro de grava y carbón

Para este tipo de filtro necesitaremos un recipiente (botella de plástico) en el que eliminaremos la parte inferior para ir añadiendo los siguientes materiales sobre la boquilla ataremos o introduciremos un trozo de tela en forma de primer filtro, seguidamente trocearemos en trozos



pequeños restos de carbón de nuestra hoguera, posteriormente añadiremos arena fina y finalmente grava.

*Este filtro eliminara gran parte de la suciedad del agua, así como algunos químicos, y algunos parásitos, pero es altamente recomendable y en caso de tener posibilidades hervir el agua para eliminar el resto de posibles peligros.

Posible sujeción :

Montaje:

Condensación usando plantas

Es una forma sencilla solo necesitaremos rodear con un plástico o bolsa de plástico un matojo de hojas de cualquier planta cuanto más grandes las hojas y el tramo que podamos abarcar mejor. Esto hará que las plantas al respirar evaporen parte del agua contenida en ellas y se quede dentro de nuestra bolsa o plástico.



*Cuidado al recogerlo para no perder nada.

*NO beber el agua si intuimos que la planta pudiera ser venenosa en ese caso proceder a destilar el agua recogida.

Hervir agua

Para este proceso podemos utilizar cualquier recipiente y tras un previo filtrado procederemos a hervir el agua. Tras llevar a ebullición en durante varios minutos ya podremos dejar enfriar y beber de dicha agua sin riesgos



*También se puede utilizar una botella de plástico para hervir el agua como en la foto dado que mientras el recipiente este lleno de agua y con un algún orificio para que la presión no lo haga estallar el plástico no se quemara.

(Solo en caso de no tener nada más ya que los plásticos liberan químicos perjudiciales a largo plazo para la salud)

Otras utilidades del agua:

Hacer fuego con agua

Utilizando un plástico, un condón, una bolsa transparente o una botella transparente y metiendo agua en su interior, mediante la reflexión de los rayos solares podremos utilizarlo para concentrar la luz en un punto y encender nuestra yesca.

Aseo

Mantenernos aseados en supervivencia evitara posibles infecciones en las posibles heridas abiertas. También tiene un factor psicológico positivo el poder asearse en una situación de supervivencia

Evitar golpes de Calor

Mantener nuestras prendas húmedas evitará que nuestra temperatura corporal aumente

Cocinar

En una situación de supervivencia a la hora de ingerir alimentos como carne o pescado la mejor forma seria hervirlo dado que después podemos hidratarnos con el agua de la cocción además de que le daremos algo de sabor al agua y también actuará positivamente a nivel psicológico al parecer que estamos comiendo algo más.

Trampas

Al igual que podemos poner un cebo en una trampa también podemos colocar agua ya que los animales necesitan hidratarse igual que nosotros y si es una zona árida los animales buscan igual que nosotros cualquier manera de hacerlo por lo cual colocaremos nuestra trampa alrededor de esta para tratar de conseguir nuestra presa.

Utensilios supervivencia de media o larga duración

Podemos crear utensilios mecánicos aprovechando las corrientes de un rio desviando agua con bambú, molinos de agua, riegos canalizando el agua, pozos, etc.



POTABILIZACIÓN DE AGUA (Y ERRORES FRECUENTES EN SU PRÁCTICA)

Entre los temas que atañen al conocimiento de las técnicas de supervivencia, el concerniente a la potabilización del agua dada la importancia que tiene este elemento en nuestra supervivencia, es de los más demandados en su estudio y por tanto ampliamente conocido y difundido. Pese a ello, lo curioso del asunto es que en la práctica se cometen no pocos errores a la hora de tratar con este elemento para nuestro consumo, así que a la par de hacer un repaso por las técnicas y modos más usuales en su tratamiento para potabilizarla y hacerla apta para consumo humano, he visto la necesidad de hacer principalmente hincapié en los errores más frecuentemente cometidos en este aspecto. Y es que la cosa llega al punto de que incluso en foros que versan sobre temas de supervivencia se omiten aspectos que son de vital importancia, y que dándose determinadas condiciones no favorables pueden dar lugar a que personas que buscan información en estos lugares porque se supone son "especializados" y deberían dar toda la información posible, llegado el caso puedan tener problemas de salud (sino algo peor) porque lamentablemente no es así 😞

Es del todo conocido que el agua que se consume para beber ha sido uno de los principales focos de propagación de enfermedades que pueden ser transmitidas al hombre y otros seres vivos (cólera, fiebre tifoidea, shigella, poliomieltitis, meningitis, hepatitis, diarrea, etc.). Durante siglos y antes de los descubrimientos en microbiología, especialmente los estudios de Kock y Pasteur, debido a que se desconocían las causas y por las pésimas condiciones de higiene, las plagas infecciosas arrasaban con poblaciones enteras en Europa. Una vez demostrado que los microorganismos eran la causa de las terribles enfermedades que causaban tantas muertes, se buscó la manera de evitar o disminuir la incidencia de contaminación de las aguas potables y sus fuentes, dando inicio a la ciencia de la higiene. A lo largo del siglo XIX, el cólera se propagó por el mundo desde su reservorio original en el delta del Ganges, en la India. Seis pandemias en sucesión mataron a millones de personas en todos los continentes. Como vemos han tendido lugar grandes pandemias, pero incluso la actual pandemia (la séptima) comenzó en el sur de Asia en 1961 y llegó a África en 1971 y a América en 1991. Un lamentable ejemplo fue Perú donde el brote de cólera perduró desde

Uno de los primeros tratamientos implementados para tratar de evitar las enfermedades infecciosas transmitidas por el agua fue la sedimentación y filtración, que disminuyen la carga microbiana pero no garantizan la desinfección total. En 1850 John Nieve después de un ataque de cólera en Londres, implementó un sistema de desinfección por cloro para una fuente de abastecimiento en esta ciudad. Sims Woodhead en 1897 con los antecedentes de John Nieve y tratando de dar alivio a una epidemia de tifoidea en Kent Inglaterra, también empleó cloro líquido para aliviar los estragos de la enfermedad. Lo éxitos de estas experiencias hicieron que en Inglaterra se empleara la cloración como una medida preventiva de contaminación microbiológica del agua y posteriormente en 1908 en New Jersey en Estados Unidos se implementó la cloración como un proceso de tratamiento en la potabilización del agua, y se hizo evidente la disminución de incidencia de enfermedades infecciosas en los consumidores. En años posteriores se generalizó la desinfección del agua con cloro y sus derivados en todo el país y finalmente en todo el mundo lo que supuso desde entonces un paso enorme en la erradicación de la transmisión de enfermedades por este medio.

Los organismos nocivos o patógenos son de tipo viral y no viral. Algunos agentes virales son transmisores de enfermedades y pueden o no pueden sobrevivir en el agua. Si no son capaces de hacerlo, el agua no es vehículo de contaminación de estos agentes: por ejemplo, el virus del SIDA no sobrevive ni se reproduce en el agua, por lo que afortunadamente, este tipo de agentes infecciosos no se encuentran en las aguas residuales o altamente contaminadas. Otro tipo de microorganismos no son de tipo viral. Estas son las bacterias, las cuales pueden ser unicelulares o multicelulares. Difieren de los virus, en que son capaces de reproducirse y efectuar todas las funciones vitales por si mismas, a diferencia de los virus, los

cuales deben de penetrar en la pared celular del microorganismo y aprovecharse de estos para vivir y reproducirse. Algunos ejemplos de bacterias son: la vibrio colerae, causante del cólera o la escherichia coli, causante de la disentería. Los microorganismos patógenos o causantes de enfermedades son llamados agentes infecciosos para distinguirlos de los que no lo son. A día de hoy son varios los métodos desarrollados para ello y la desinfección del agua puede llevarse a efecto por diferentes procesos químicos o físicos, o incluso para mayor seguridad combinando varios de estos. Cada uno de ellos tiene sus ventajas y sus desventajas y se emplean uno u otro método según sean las circunstancias.

Tabla I: Sistemas y métodos de desinfección químicos y físicos

<i>Métodos químicos</i>	<i>Comentarios</i>	<i>Ejemplos</i>
Cloro y sus derivados	Los mas empleados, tiene efecto residual	Compuestos de cloro, cloro gaseoso, dióxido de cloro
Bromo y derivados	Ocasionalmente se emplea	Bromo, óxidos de bromo
Yodo y derivados	Raras veces empleado	Yodo, hipoyodatos, yodatos
Peroxido de hidrogeno	Es una opción a la desinfección con cloro	Peroxido de hidrógeno
Sales metálicas	Se emplea para desinfectar alimentos, raras veces para desinfección de agua	Cobre, plata
Ácidos y Alcalis	Se emplea en procesos tales como proceso cal/soda ash y en reciclado de aguas	Cal, hidróxido de sodio, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico
Ozono	Después de la cloración es el método de desinfección mas frecuentemente empleado	gas ozono generado in situ
<i>Métodos Físicos</i>		
<i>Comentarios</i>		
Radiación Ultravioleta	Producida por lámparas que emiten radiación con una frecuencia de 254 nm	
Calor	Sistema muy empleado en procesos de pasteurización o en desinfección casera	
Radiación gamma	Solo se emplea para esterilización de equipo, no para desinfección de aguas.	

Aquí (como es lógico por el contexto) nos vamos a ocupar de aquellos métodos que son más seguros, asequibles y sencillos de aplicar en **situaciones de supervivencia**, es decir, cuando por el motivo que sea (catástrofe, accidente, etc.) no tenemos a nuestro alcance la posibilidad de recurrir a un agua con la suficiente garantía de ser apta para su consumo, es decir, **no son métodos recomendados para situaciones de normalidad**, y aquí tenemos el primero de los errores que es fácil cometer, el recurrir a estos métodos **sin necesidad**, por el mero hecho de "hacer la gracia" o como está tan de moda hoy día "como ejemplo", algo del todo innecesario cuando no estamos en una situación que para nada nos obliga a actuar de este modo y recurrir a estos procedimientos. Ejemplo típico de este caso es el del "Youtuber" que podemos ver en algunos vídeos en las redes que para hacer la demostración de uno de estos métodos los usa con agua sin las suficientes garantías sin estar realmente en una situación de supervivencia y precisamente a causa de ello provocándola y asumiendo un riesgo del todo innecesario, claro que "como normalmente no pasa nada", pero sé de personas que han enfermado por proceder de este modo 😞 Además de los obvios motivos de supervivencia que menciono hay otros motivos por seguridad o respeto a la naturaleza que desaconsejan el recurrir a algunos de estos métodos por mero deporte u ocio, por ejemplo el hacer un fuego con leña para hervir el agua... 😡



Una imagen del todo justificable, pero recurrir a estos métodos sin necesidad no parece recomendable...

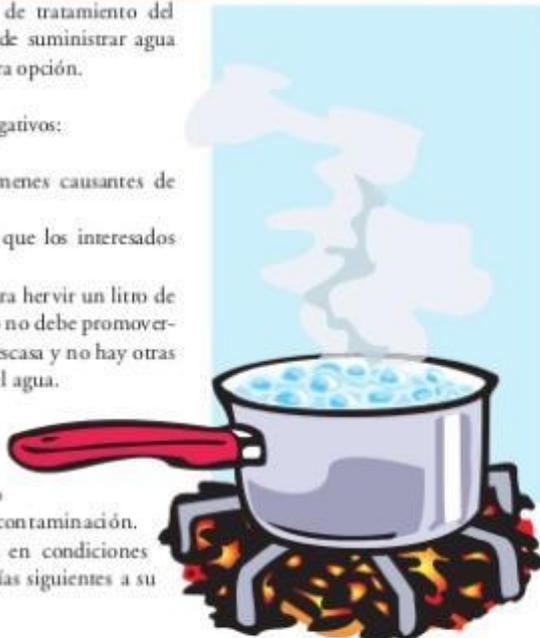
Y es con este método, con el hervido, con el que vamos a comenzar por ser uno de los métodos más seguros y sencillos que existen para nuestro propósito. La forma más eficaz de eliminar todo tipo de agentes microbianos que originan enfermedades en el agua, **inclusive virus**, es calentarla hasta el punto de ebullición. Para asegurar su potabilidad debe hervir (100 °C) vigorosamente durante 1 minuto y después enfriarse a temperatura ambiente. No es estrictamente necesario llegar a esta temperatura para potabilizar, pero es un punto muy útil y que se puede reconocer sin termómetro. Menores temperaturas pueden bastar, pero debe prolongarse el tiempo de calentamiento, considerándose útiles las temperaturas > 60 °C. Si no es posible la ebullición una posible alternativa es utilizar el agua del grifo a una temperatura que sea demasiado caliente al tacto, lo que es probablemente una temperatura entre 55 °C y 60 °C, temperatura no idónea, pero que puede ser suficiente para potabilizar el agua. **Debido a que el punto de ebullición disminuye al aumentar la altitud**, en alturas superiores a 2.000 m el agua debe hervir durante 3 minutos (o añadir un desinfectante químico tras hervirla 1 minuto).

> Hervido

El hervido es un método tradicional de tratamiento del agua. Si se lo hace correctamente puede suministrar agua segura a una población que no tiene otra opción.

El hervido tiene aspectos positivos y negativos:

- ▲ El hervido destruye todos los gérmenes causantes de enfermedades.
- ▲ El hervido del agua es un método que los interesados pueden realizar por sí mismos.
- Se necesita un kilogramo de leña para hervir un litro de agua durante un minuto. El hervido no debe promoverse en zonas en las que la madera es escasa y no hay otras opciones disponibles para calentar el agua.
- El hervido no disminuirá la turbidez del agua.
- El hervido no tiene efecto residual, por lo que un almacenamiento incorrecto puede llevar a la recontaminación. El agua hervida debe almacenarse en condiciones de seguridad y consumirse en los días siguientes a su tratamiento.



El hervido es efectivo solamente si la temperatura es suficientemente alta. El agua que está simplemente echando vapor no puede considerarse hervida,



Para que el hervido sea eficaz,
el agua debe alcanzar un punto de ebullición burbujeante.



cuidado con la posible recontaminación causada por las manos, los utensilios y los recipientes de almacenamiento, **siendo esto último otros de los errores comunes en la práctica de manipulación de aguas**, de poco nos servirá desinfectar el agua si luego se vuelve a tocar con las manos u objetos no desinfectados y sin la suficiente garantía de higiene.



El método "de fortuna" por excelencia para potabilizar agua en situaciones de supervivencia siempre que nos sea posible su utilización, el hervido

Cuando hervir el agua no es posible, la desinfección química es otro método para hacer medianamente segura el agua para beber, aunque algunos microorganismos podrían resistir este método (p.e: Cryptosporidium, Cyclospora, Toxoplasma...). Pero la eficiencia de los desinfectantes químicos está en función de ciertos parámetros que ahora veremos, algunos de los cuales en la práctica cuando se hacen recomendaciones sobre su uso se suelen ignorar, entre ellos como veremos uno fundamental y que suele ser obviado es el de la temperatura:

1: TIEMPO DE CONTACTO: Una de las variables más importantes en el mecanismo de desinfección es el tiempo de contacto. Ha sido observado que mientras mayor sea el tiempo de contacto mayor es la efectividad del desinfectante. Los microorganismos que forman esporas y quistes son muy resistentes al cloro y requieren de mayor tiempo de contacto y/o mayores dosis de cloro a una temperatura determinada a un pH específico.

2: CONCENTRACIÓN Y TIPO DE BACTERICIDA: La concentración del desinfectante junto con el tiempo de exposición, son los factores más importantes en el efecto bactericida. A mayor concentración mayor es el poder bactericida, aunque se llega a un límite en el cual el efecto bactericida permanece constante aún cuando se incremente la concentración del agente biocida. También el efecto bactericida es dependiente de la sustancia empleada; por ejemplo, entre los oxidantes: cloro, bromo y yodo, se observa una relación directa entre efectividad bactericida y potencial de oxidación de la sustancia.

3: TEMPERATURA: **La temperatura también es factor de importancia en la efectividad germicida;** a mayor temperatura mayor efectividad de la sustancia bactericida, y este aspecto resulta ser el "gran olvidado" a la hora de recomendar las pautas de actuación con métodos químicos como luego veremos. Si el agua está fría disminuye la eficacia de estos productos, por lo que en lo posible debe utilizarse agua >25°.

4: NUMERO DE MICROORGANISMOS: Otro factor a considerar en el proceso de desinfección, es la población de microorganismos. Mientras mayor sea el número de microorganismos a destruir mayor es el tiempo de contacto requerido y/o la concentración del bactericida empleado.

5: TIPO DE MICROORGANISMOS: Algunas bacterias mueren fácilmente en contacto con el agente bactericida; otros son altamente resistentes y requieren de una acción mas intensa. Los microorganismos que producen esporas, son especialmente resistentes a la acción bactericida y solo son destruidos por efectos caloríficos, o por una larga e intensa exposición a algún agente físico o químico.

6: NATURALEZA DEL LÍQUIDO SUSPENDIDO: El medio en que se encuentran los microorganismos es factor importante para la efectividad bactericida. En aguas turbias, en presencia de partículas coloidales, la efectividad bactericida disminuye. Esto se debe a que el microorganismo puede cubrirse al encapsularse entre las partículas de material suspendido, evitando así el contacto directo con el agente bactericida, sobreviviendo a su acción, **para evitar esto es necesario un buen filtrado previo del agua que vamos a tratar.** (Los diversos métodos de filtrado no son objeto de este trabajo)

7: pH DEL LIQUIDO SUSPENDIDO: El pH es determinante en reacciones similares a las que ocurren con el cloro al formar los derivados activos el HOCl y ClO⁻. Como el HOCl es de 40 a 80 veces más potente

como desinfectante que el ión hipoclorito ClO^- , el efecto bactericida del cloro también está en función del pH del agua.

Los desinfectantes químicos más utilizados en tratamiento de agua son los denominados Halógenos, el Cloro y el Yodo, aunque ambos confieren sabor al agua tratada. Para mejorar el sabor tras el tratamiento del agua con halógenos se puede reducir la concentración y aumentar el tiempo de contacto proporcionalmente o pasar el agua, tras el tiempo de contacto necesario, a través de un filtro que contenga carbón activo (que en el caso de usar yodo también es útil para quitar el exceso del mismo). Para el uso de estos productos es importante no olvidar llevar un cuentagotas.

El cloro y sus derivados son con mucho los agentes desinfectantes que más se emplean en el mundo. Es posible emplear compuestos tales como: el cloro gas, el hipoclorito de sodio (cuya disolución en agua es la comunmente conocida como lejía), el hipoclorito de calcio o compuestos organoclorados como el ácido tricloroisocianurico (cloro 90). Eventualmente todos ellos producen el ácido hipocloroso HClO y el ión hipoclorito ClO^- que son los agentes activos, y su efectividad depende de la cantidad de estos componentes que el compuesto clorado forme al estar en solución acuosa. El cloro no es tan fiable para matar los organismos causantes de enfermedades cuando existe turbidez en el agua a tratar (ya vimos el porqué anteriormente en el punto 6 de los factores que afectan a los desinfectantes químicos), pero puede resultar útil, sobre todo en combinación con otros métodos (filtración, calor...). Tiene la ventaja de ser barato y fácil de encontrar, en forma de hipoclorito sódico (lejía), en cualquier lugar del mundo (La lejía para potabilizar el agua no debe estar perfumada ni llevar jabón, leer siempre la etiqueta del envase, donde debe leerse "apta para la cloración del agua de bebida").

La dosis recomendada varía según la presentación elegida. Las más habituales son 2:

Con Lejía normal (hipoclorito sódico al 5%) la dosis recomendada es de 4 gotas/litro, aunque existen presentaciones comerciales más diluidas (p.e: Amukina®) que indican, lógicamente, otras concentraciones. Para desinfectar verduras y hortalizas se recomienda una dosis algo mayor, de unas 10 gotas por litro.

Con las pastillas de Dicloroisocianurato de Sodio se realizará la desinfección según las instrucciones de cada fabricante (puede variar la concentración de principio activo). Existen pastillas comercializadas en España (Micropur Forte®, Aquatabs®...) de venta generalmente en tiendas deportivas y de aventura. También es posible encontrar otros compuestos del cloro eficaces de diversas marcas en el mercado, con eficacia similar. El mínimo tiempo de contacto (a una temperatura ambiente media y con el agua a una temperatura de unos 25°C) es de 30 minutos, **debiendo aumentarse si el agua está más fría (por ejemplo: una hora a menos de 10°C)** Y ojo con esto que aquí tenemos otro de los grandes errores, porque en determinados ambientes como puede ser la montaña y sin necesidad de estar en invierno, muchas de las fuentes de agua que tendremos disponibles fácilmente pueden estar a temperaturas inferiores a esos 10°C que se nos marcan de referencia, siendo sin embargo muy común en la mayoría de información que se puede encontrar a día de hoy en foros, grupos, blogs y demás lugares dedicados a la "supervivencia" que no se mencione en absoluto este importante aspecto 🤔

Y vamos con el yodo, que contrariamente a lo que muchos creen, salvo por su no tan común disponibilidad y economía **es preferible su uso al del cloro en cuanto a eficacia, pues tiene varias ventajas con respecto a este**, ya que es más fácil de manejar, se inactiva menos que el cloro por sustancias orgánicas y protege contra protozoos y sus formas quísticas, lo que lo hace especialmente útil en regiones tropicales. El riesgo de utilizar yodo, en general, es bajo cuando se usa ocasionalmente y en dosis adecuadas. Una sobredosis aguda provoca el vomito, por el que se expulsa cierta cantidad, y, respecto a la toxicidad crónica, si se siguen las dosis recomendadas, no parece una posibilidad que deba preocupar. De cualquier forma, **no se debe utilizar yodo en ninguna de sus formas para desinfectar el agua de forma prolongada** (más allá de unas pocas semanas) **y nunca para el agua de bebida de embarazadas, personas con enfermedades tiroideas o personas con hipersensibilidad conocida a este compuesto.**

3.1.a) Instrucciones para la desinfección de agua con Pastillas de Yodo:

Siga siempre las instrucciones del fabricante de las pastillas.

Si el agua está turbia, el doble del número de comprimidos.

Si el agua está muy fría, a menos de 5°C (41°F), se debe intentar calentar el agua. Si no es posible se debe aumentar el tiempo de contacto recomendado (tiempo de reposo entre la adición del desinfectante al agua y el momento de beberla) para conseguir una desinfección fiable.

La pega es que este tipo de pastillas son difíciles de encontrar en España.

3.1.b) Instrucciones para la desinfección de agua con Tintura de Yodo:

Si la tintura de yodo es al 2%, añadir 5 gotas por litro de agua limpia. Si el agua está turbia, agregar el doble (10 gotas por litro).

Dejar el agua en reposo durante 30 minutos antes de beber si la temperatura del agua es de al menos 25 ° C. **Si el agua está más fría, aumentar el tiempo de reposo (por cada 10° menos de 25° doblar el tiempo antes de beberla)**

3.1.c) Instrucciones para la desinfección de agua con Povidona yodada, solución al 10% (p.e: Betadine®, Topionic®, PY Cuve®, etc....). Aquí tenemos un punto más que suele llevar a confusiones, la Povidona Yodada como fácilmente se puede suponer por lo antes mostrado **no es tintura de yodo**, por eso se llama **Povidona** Yodada, puesto que al yodo se le añade la povidona, cosa que no ocurre con la tintura donde no se añade este polímero, al punto que aún no está totalmente demostrada su utilidad para lo que nos ocupa, pero en caso de urgencia se recomienda usar una dosis de 8 gotas durante 15 minutos o de 4 gotas durante 30 minutos por cada litro de agua.



Filtro "potabilizador" Sawyer MINI, uno de los más populares hoy en día, pero ojito, como veremos no elimina virus... 🙄

Y vamos con los filtros potabilizadores tan de moda hoy día (no los que son simplemente filtros). Y aquí, aún siendo filtros potabilizadores debemos tener en cuenta algo que en muchos casos tampoco se hace **y es que algunos de los filtros portátiles más populares hoy día en el mercado no eliminan eficazmente los virus**, lo que hace precisa la desinfección química del agua después de la filtración (y esto incluye a filtros potabilizadores tan conocidos como el Sawyer MINI, el LifeStraw Personal Portátil, o el Katadyn Bidón Softflasks que no contemplan la eliminación de virus). Los filtros más comunes son los de cerámica, los de membrana y los de carbón en bloque. Es fundamental que el poro sea adecuado, siendo los de 1 micrómetro o menos los que aseguran la máxima eliminación posible de microorganismos (**no por ello eliminan los virus**). Muchos filtros comercializados no llegan a este tamaño y no filtran más que algunos microorganismos. Son un método altamente recomendable en combinación con otros, pero debe tenerse en cuenta su precio (sobre todo de los más fiables y complejos que tienen casi todas las marcas **del tipo que si eliminan virus** como por ejemplo el LifeStraw Family, un producto más grande diseñado para uso familiar que también filtra el 99.99% de los virus) y el espacio que ocupan, al tomar la decisión sobre su uso en viajes. Por tanto aquí deberemos tener muy en cuenta a la hora de escoger un filtro potabilizador que tipo de uso le pensamos dar y en que circunstancias, porque filtros del tipo portátil que no eliminan virus no son recomendables para usarlos sin más alegremente en cualquier circunstancia y lugar si no es por una verdadera situación de necesidad ajena a nuestra voluntad donde no tenemos más opciones y no por una mala planificación de nuestras actividades 🙄



SteriPEN Classic, sistema portátil potabilizador de luz UV

Finalmente mencionar que aunque existen otros muchos métodos recomendados en diversos foros para la potabilización del agua durante los viajes, **no son tan fiables como los anteriormente descritos, y no deberían ser nunca nuestra primera opción, salvo otra vez situaciones de verdadera necesidad.** Entre estos están el dióxido de cloro (ClO₂). Los comprimidos y las formulaciones líquidas generan dióxido de cloro en el momento de su uso. Sirven para el tratamiento de agua en pequeña cantidad. No persisten en el tiempo y se degradan en seguida por la luz solar (hay que utilizar el producto inmediatamente tras abrirlo y beber el agua en corto tiempo).

La Luz Ultravioleta (UV): Muchos datos demuestran que la luz UV puede matar diversos microorganismos presentes en el agua, incluidos los virus. El efecto depende de la dosis y tiempo de exposición UV, y requiere de agua clara, porque las partículas en suspensión pueden proteger a los microorganismos contra los rayos UV. No da sabor

- Aparatos de luz UV: Existen aparatos portátiles (p.e: Steripen®) que funcionan con baterías que entregan una dosis medida y temporizada de UV, que pueden servir eficazmente para desinfectar pequeñas cantidades de agua clara en el campo, sin embargo, se necesitan más pruebas para asegurar su eficacia. Son relativamente caros y precisan pilas o fuentes de energía.

- La Irradiación UV por la luz solar ("desinfección solar" o método SODIS) puede mejorar sustancialmente la calidad microbiológica del agua y puede ser aceptable para situaciones de emergencia. Se utilizan botellas transparentes preferiblemente extendidas sobre una superficie oscura y se exponen a la luz solar durante un mínimo de 4 horas. La inactivación por los rayos UV y el efecto térmico son sinérgicos para la desinfección solar de agua potable, pudiendo alcanzar una temperatura de hasta 65 ° C, que pasteurizará el agua después de 4 horas. La desinfección solar no es eficaz en el agua turbia (si los titulares de un periódico no se puede leer a través de la botella de agua, entonces el agua debe ser filtrada antes de la irradiación solar). Si el cielo está nublado a > 50% la irradiación solar no se considera eficaz.

El Ion Plata tiene efectos bactericidas en dosis bajas y algunas características atractivas, como la ausencia de color, sabor y olor. El uso de la plata como desinfectante del agua potable es popular en Europa, pero no está aprobado en los Estados Unidos. Se utilizan en forma de pastillas, generalmente (p.e: Micropur Classic®, de venta en tiendas deportivas). La Organización Mundial de la salud (OMS) no admite este compuesto como un desinfectante eficaz (biocida) y no es, por lo tanto, recomendable para la desinfección del agua.



En la antigüedad cuando no se conocían otros métodos se usaban monedas de plata en

recipientes, depósitos o aljibes para desinfectarla en gran medida, un conocido ejemplo es el de la colonización del Far West en el siglo XIX donde se usaban en los bidones de agua que transportaban los colonos en las caravanas

Existen así mismo varios productos comunes que tienen efectos antibacterianos en el agua y que se comercializan para los viajeros (peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio...). En general no existen datos suficientes para recomendar para la desinfección del agua con estos productos. Y evidentemente este es un campo enorme casi inabarcable donde además de los inevitables errores se pueden producir cambios y nuevos descubrimientos en cualquier momento, sería muy de agradecer que todo aquél que pueda aportar algo en este sentido en cuanto a información debidamente contrastada nos lo hiciera llegar igualmente de forma desinteresada para beneficio de todos, gracias y saludos.

Referencias de consulta y bibliografía:

-AMSE: Asociación de Médicos de Sanidad Exterior [http://www.amse.es/index.php?option=com ...
&Itemid=28](http://www.amse.es/index.php?option=com...&Itemid=28)

-Ingeniería de Tratamiento y Acondicionamiento de Aguas.

-Wikipedia.

-www.katadyn.com

-lifestraw.com

-sawyer.com

Fuente:

<http://pueblo.creatuforo.es/aguacomida-f11/potabilizacin-de-agua-y-errores-frecuentes-en-su-prctica-t437/>