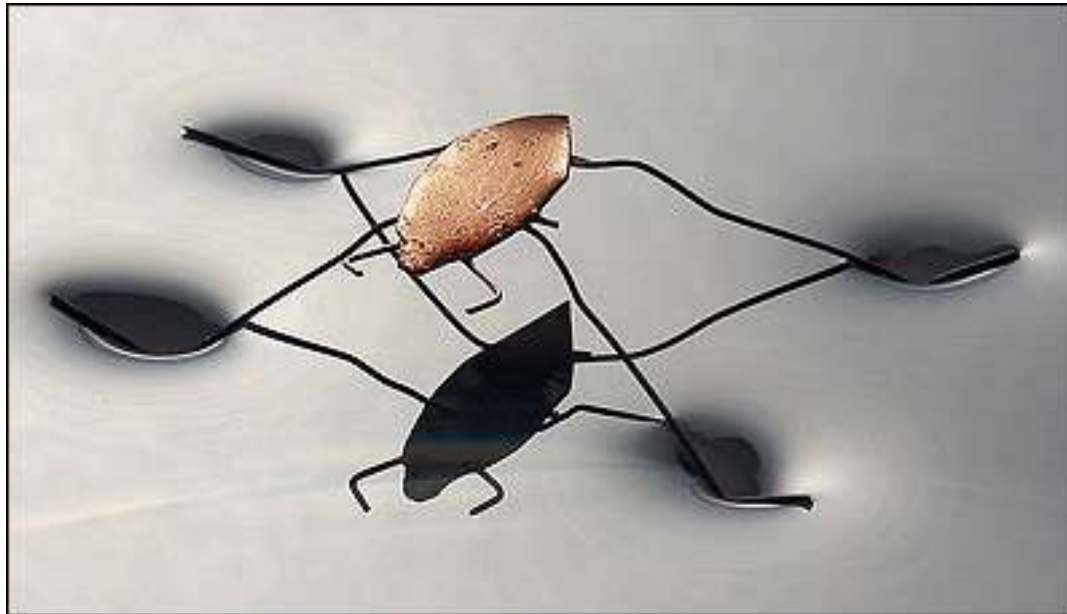


Conociendo al Agua:

Como sus características afectan la absorción, dilución y efectividad de Biológicos y Fármacos



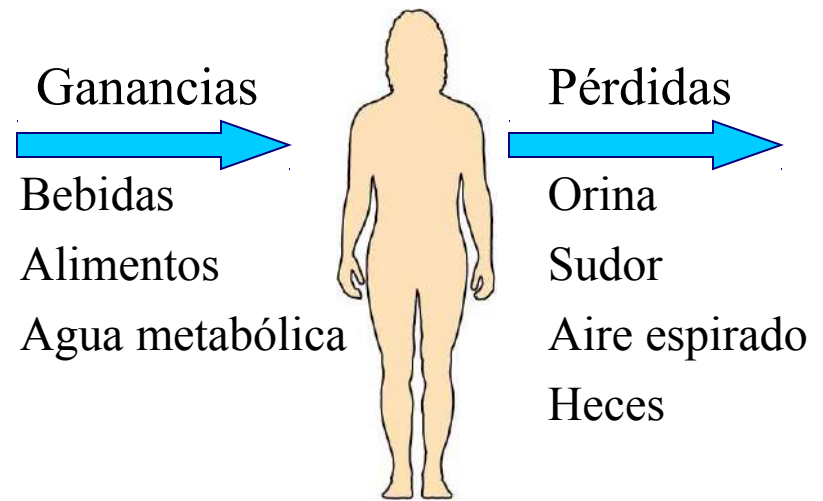
Introducción

Conociendo las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, podemos comprender como este valioso elemento, siempre olvidado, puede actuar en la industria de la producción, y como estas características afectan y pueden interferir en la administración y efectividad de biológicos, detergentes, desinfectantes y fármacos.

Contenido en agua de algunos organismos y algunos tejidos humanos

Organismo	% agua	Tejido	% agua
Algas	98	Líqu. cefalorraquídeo	99
Caracol	80	Sangre (plasma)	91-93
Crustáceos	77	Sangre (Gl. rojos)	60-65
Espárragos	93	Tej. nervioso (s.gris)	85
Espinacas	93	Tej. nervioso (Médula)	75
Estrella mar	76	Tej. nervioso (s.blanca)	70
Persona adulta	62	Músculo	75-80
Hongos	80	Piel	72
Lechuga	95	Hígado	70-75
Lombriz	83	Tej. conjuntivo	60
Maíz	86	Hueso (sin medula)	20-25
Medusa	95	Tej. adiposo	10-20
Pino	47	Dentina	3
Semilla	10		

AGUA EN LOS SERES VIVOS



AGUA EN LOS SERES VIVOS

En los seres humanos, el agua circulante supone el 8 % de su peso, el agua intersticial el 15 %, y el agua intracelular el 40 %

Se encuentra de tres formas

Agua circulante

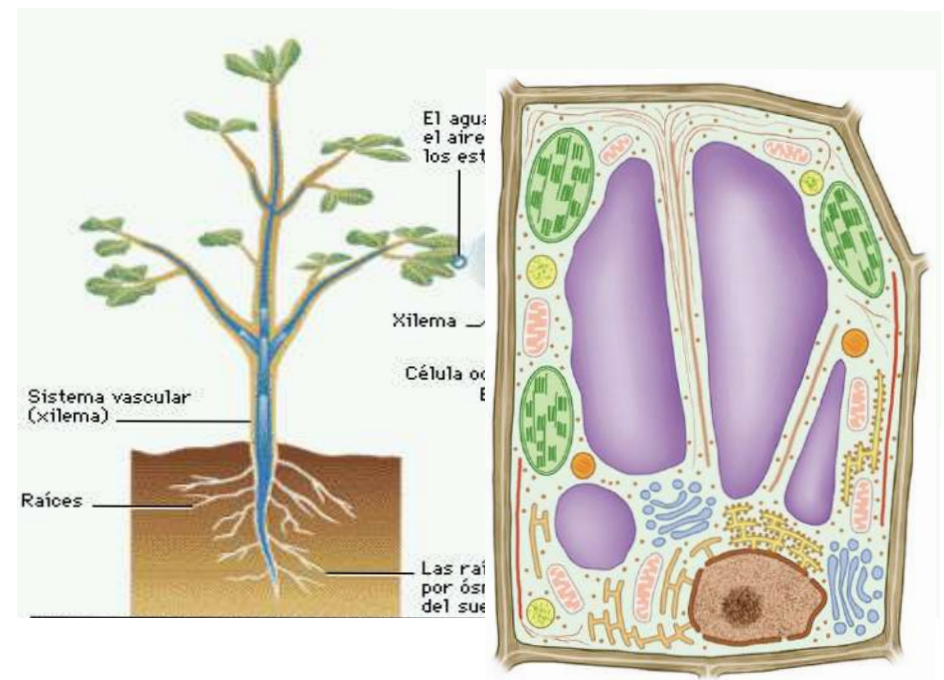
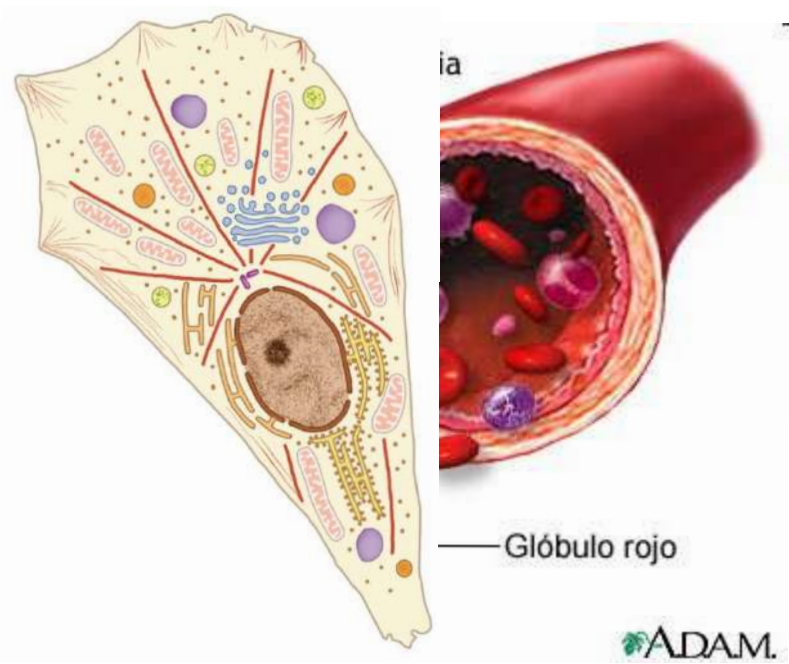
Se desplaza en los organismos transportando sustancias (sangre, savia,...)

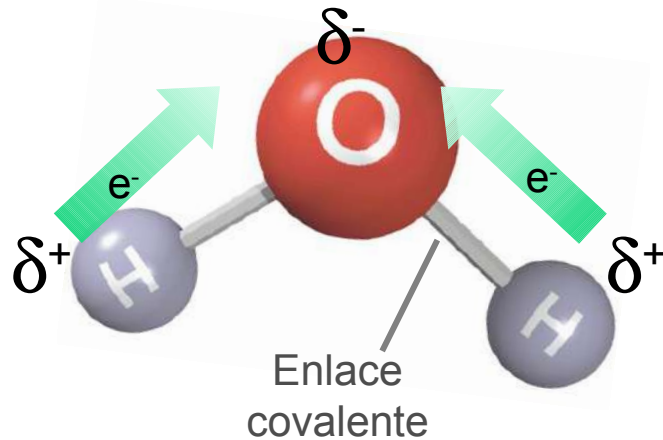
Agua intersticial

Se encuentra entre las células

Agua intracelular

Está en el citoplasma y los orgánulos

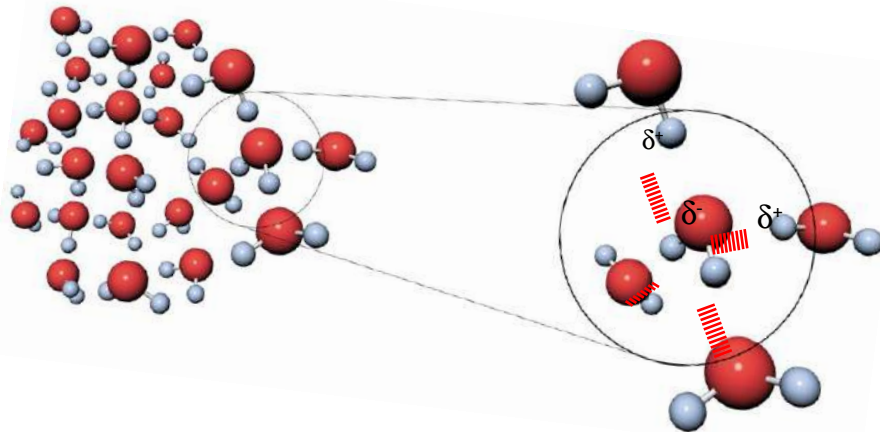
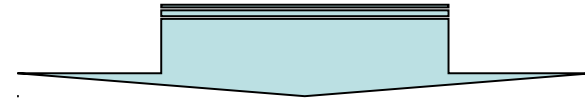




Se forma por un oxígeno y dos hidrógenos unidos por enlaces covalentes

Los enlaces entre los Hidrógenos y el oxígeno forman un ángulo de $104,5^\circ$

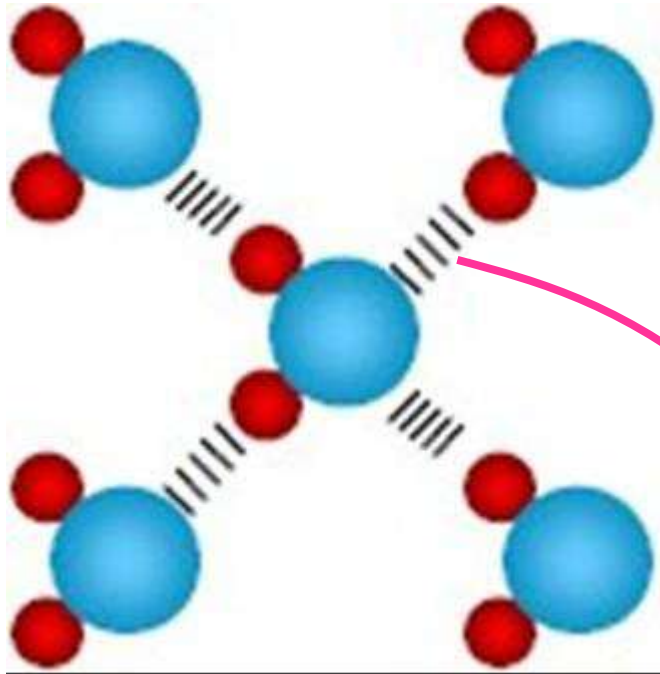
El carácter electronegativo del oxígeno hace que los electrones compartidos con el hidrógeno se desplacen hacia el oxígeno



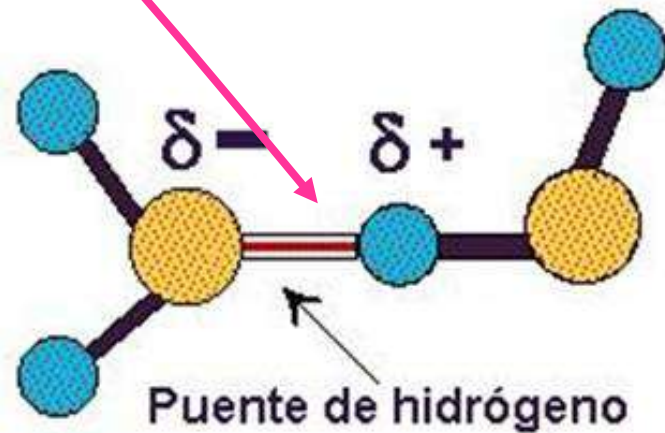
La desigual distribución de carga hace del agua una molécula polar

Esta polaridad provoca la atracción electrostática entre las moléculas de agua mediante enlaces o **puentes de hidrógeno**.

PUENTES DE HIDRÓGENO

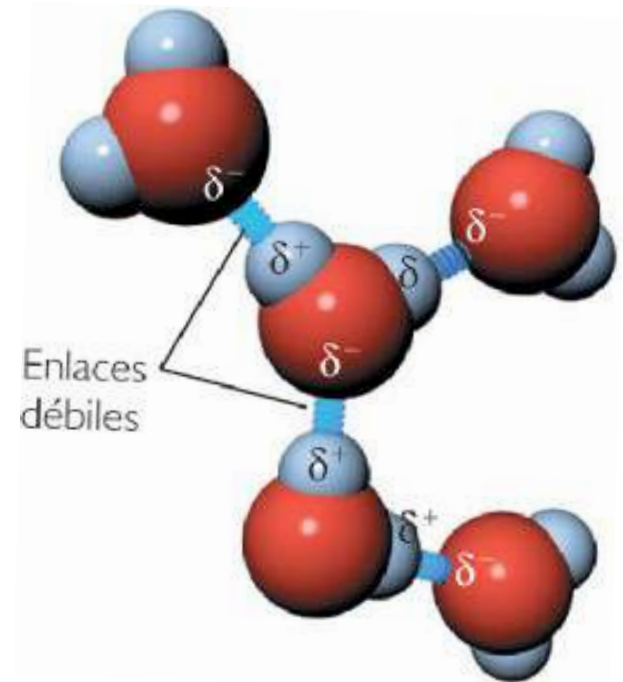
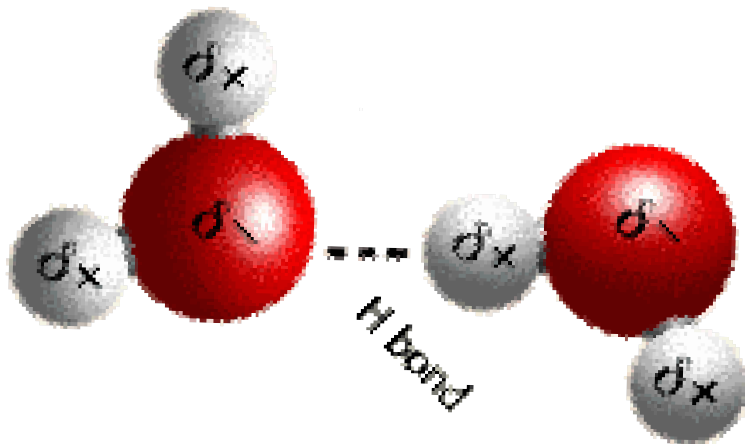


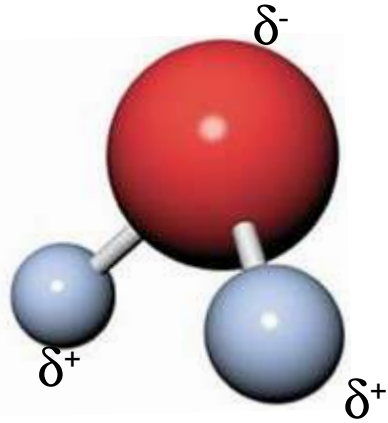
La atracción dipolo-dipolo, que es inusualmente fuerte, se denomina puente de hidrógeno



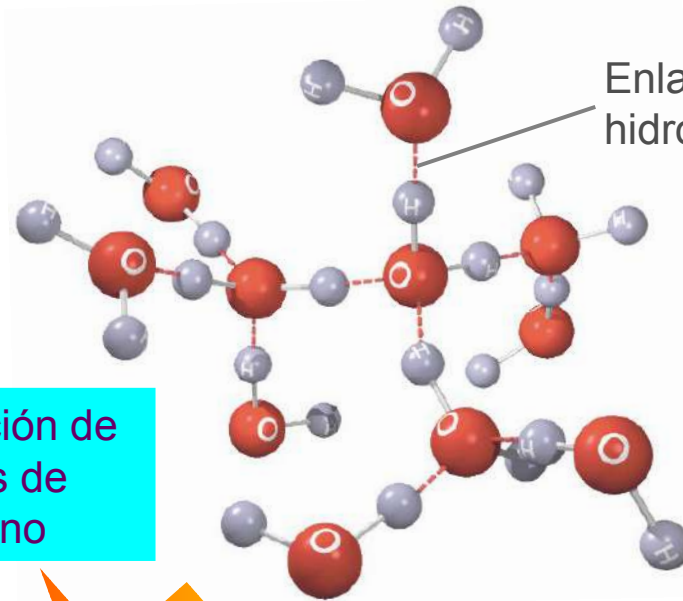
Entre los dipolos del agua se establecen fuerzas de atracción llamadas puentes de hidrógeno, formándose grupos de 3, 4 y hasta poco más de 9 moléculas.

Con ello se alcanzan pesos moleculares elevados y el H_2O se comporta como un líquido. Aunque son uniones débiles (30 veces más que los enlaces covalentes), el hecho de que alrededor de cada molécula de agua se dispongan otras 4 moléculas unidas por puentes de H (dos puentes con el oxígeno y uno con cada uno de los hidrógenos) permite que se forme en el agua (líquida o sólida) una estructura reticular, responsable de su comportamiento anómalo y de la peculiaridad de sus propiedades fisicoquímicas.





Molécula polar



Formación de puentes de hidrógeno

base de

PROPIEDADES DEL AGUA

de las que se deriva

IMPORTANCIA BIOLÓGICA DEL AGUA

Propiedades del agua

1. Elevada fuerza de cohesión
2. Elevada tensión superficial
3. Elevada fuerza de adhesión (capilaridad).
4. Elevado calor específico.
5. Elevado calor de vaporización.
6. Alta conductividad.
7. Mayor densidad en estado líquido que en estado sólido (Coeficiente de dilatación negativo).
8. Elevada constante dieléctrica.
9. Transparencia.
10. Bajo grado de ionización.

- Agua líquida más densa que el hielo:

En el agua la densidad también aumenta al disminuir la T° , pero solo hasta alcanzar los 4°C . Entonces cesa la contracción, las moléculas se mueven más lentamente y forman 4 P.H. con las vecinas, apartándose más las moléculas unas de otras, dejando más espacio y su estructura se dilata hasta transformarse en hielo (el hielo ocupa mayor volumen que en estado líquido)



Propiedades del agua

- Elevado calor de vaporización
 - ◆ Al evaporarse, absorbe calor del organismo.
 - ◆ Función termorreguladora.



Propiedades del agua

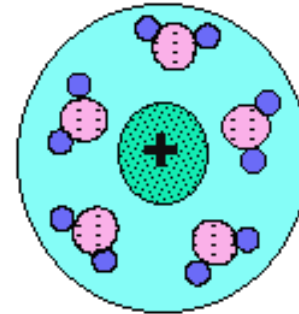
- Elevada capacidad disolvente

 - ◆ Solvatación iónica.

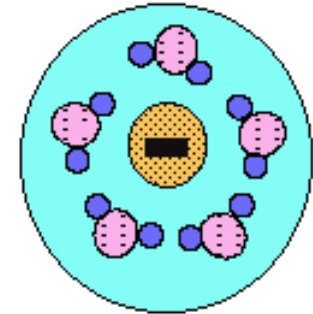
 - ◆ Transporte de sustancias.

 - ◆ Medio de reacción.

Capa de solvatación



iones de Na^+



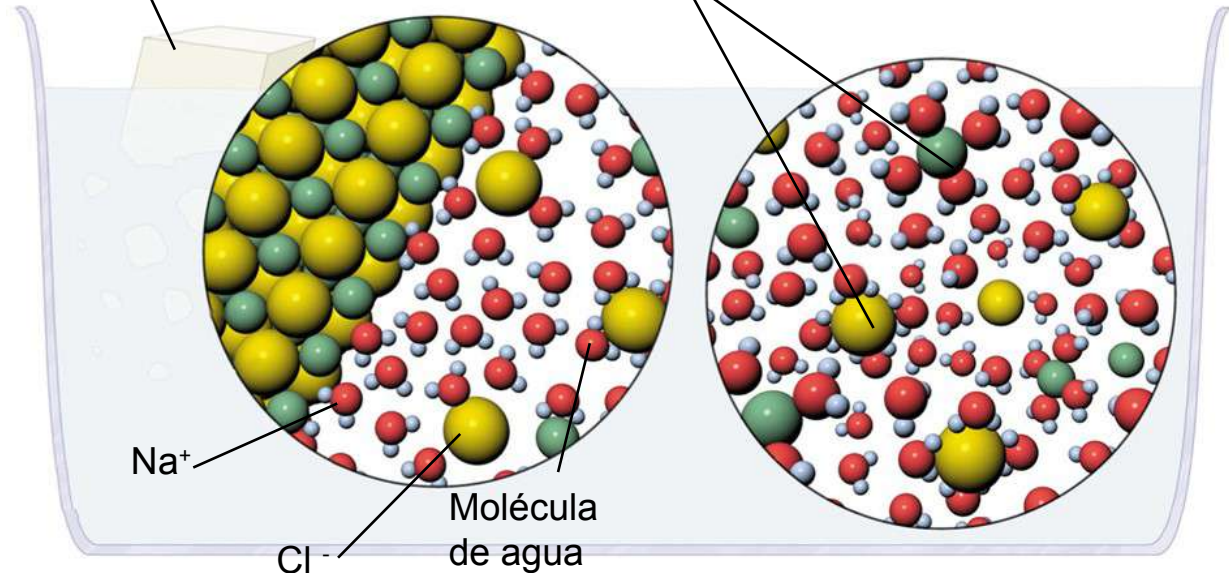
iones de Cl^-

- Bajo grado de ionización

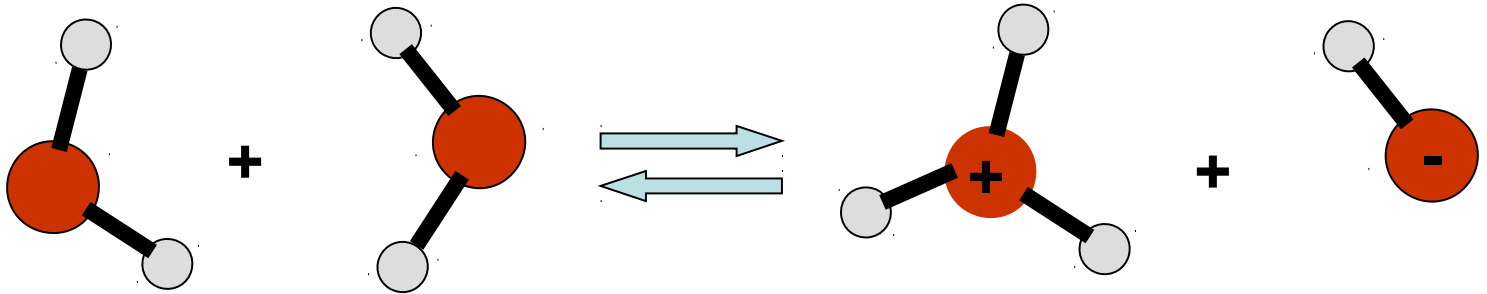
- Las disoluciones acuosas pueden tener distintos grados de pH.

Cristal de NaCl

Iones solvatados



En el agua una pequeña cantidad de moléculas se encuentran ionizadas según la siguiente ecuación:

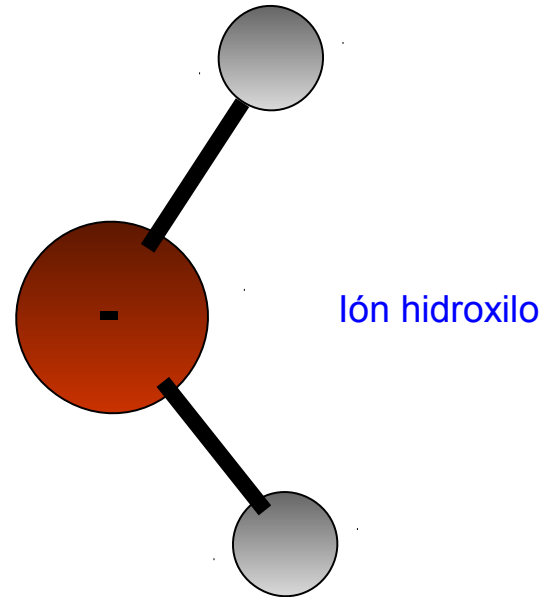
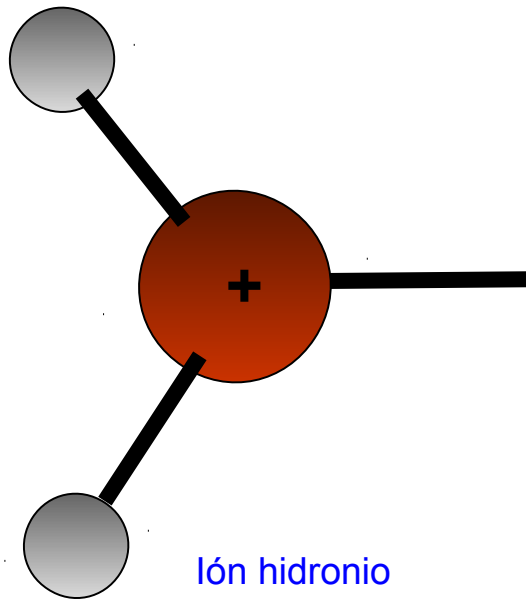
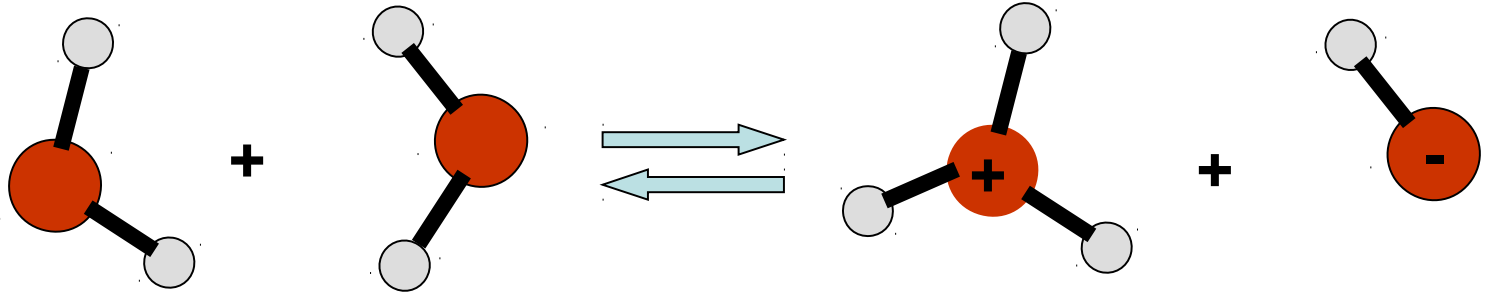


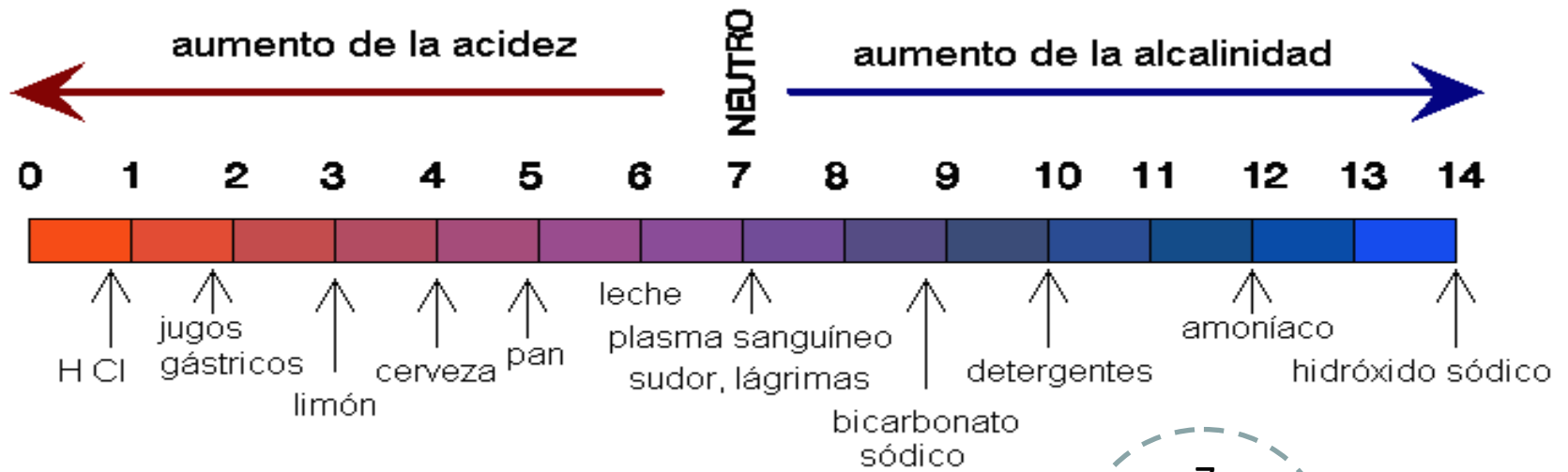
En 1 mol de agua hay 10^{-7} moles de moléculas ionizadas. El pH se define como el logaritmo con signo negativo de la concentración de iones H_3O^+ .

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

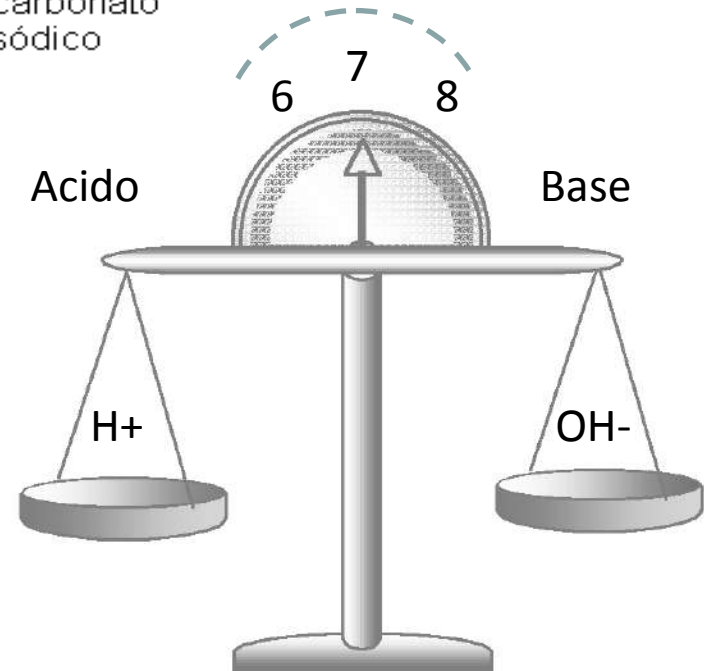
El pH del agua será por lo tanto de 7

$$\text{pH} = -\log [10^{-7}] = 7$$





- Neutro cuando $[H^+] = [OH^-]$
- Ácido cuando $[H^+] > [OH^-]$
- Alcalino cuando $[H^+] < [OH^-]$.



FUNCIONES DEL AGUA EN LOS SERES VIVOS

Disolvente

Disuelve la mayor parte de biomoléculas, lo que permite el desarrollo de las reacciones metabólicas en su seno

Bioquímica

Participa en reacciones, como la hidrólisis (ruptura de enlaces introduciéndose agua)

Transporte

El agua transporta las sustancias entre el exterior y el interior de la célula

Estructural

La presión del agua mantiene el volumen y la forma de células sin membrana rígida

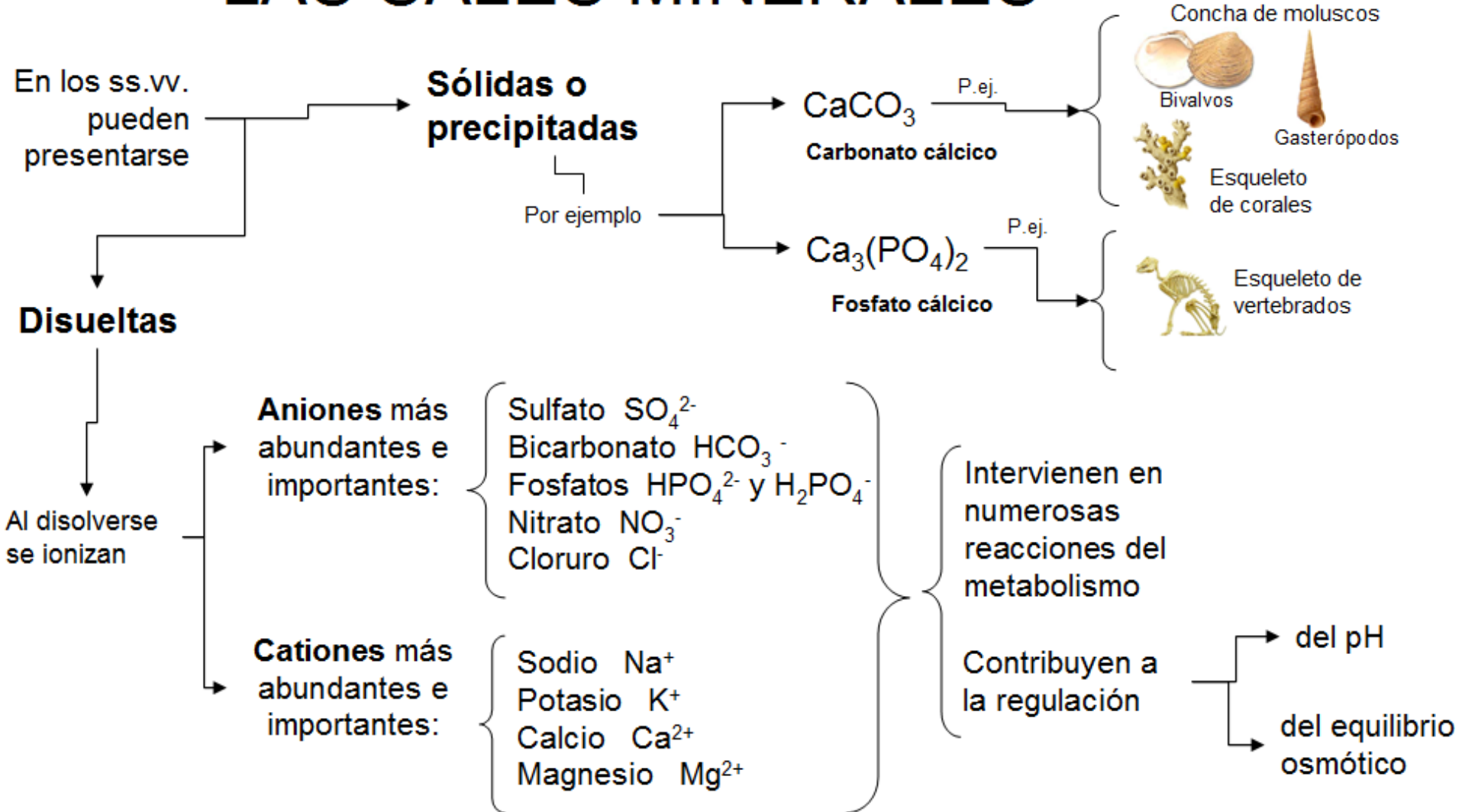
Termorreguladora

Su elevado calor específico y calor de vaporización evita los cambios bruscos de temperatura en los organismos

FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA

PROPIEDAD	DEBIDA A	FUNCIÓN BIOLÓGICA
Líquida a T ^ª ambiente	Los puentes de hidrógeno mantienen a las moléculas unidas	Medio de transporte en el organismo y medio lubricante
Alto calor de vaporización	La energía calorífica debe ser tan alta que rompa los puentes de hidrógeno.	Función termorreguladora: ayuda a mantener constante la temperatura corporal de los animales homeotermos.
Alto calor específico	Para elevar su T ^ª ha de absorber mucho calor, para romper los puentes de H.	
Elevada tensión superficial	Las moléculas superficiales están fuertemente unidas a las del interior, pero no a las externas de aire.	Causa de deformaciones celulares y de los movimientos citoplasmáticos
Es un excelente disolvente	La mayoría de las sustancias polares se disuelven en ella al formar puentes de hidrógeno.	Transporte de sustancias y de que en su seno se den todas las reacciones metabólicas
Alta cohesión y adhesión	Los puentes de hidrógeno mantienen juntas las moléculas de agua	Mantiene forma y volumen de las células; permite cambios y deformaciones del citoplasma y el ascenso de la savia bruta
Más densa líquida que sólida	Los puentes de hidrógeno "congelados" mantienen las moléculas más separadas	Mares y ríos se hielan sólo en su superficie
Capacidad de disociación iónica	El agua pura es capaz de disociarse en iones	Aporta H ⁺ y OH ⁻ en reacciones bioquímicas,

LAS SALES MINERALES



SALES MINERALES DISUELTAS

Son las sales minerales **solubles en agua**; se encuentran disociadas en sus iones.

- Los **aniones** más frecuentes son: los **cloruros** (Cl^-), **fosfatos** (PO_4^{3-}), **carbonatos** (CO_3^{2-}), **bicarbonatos** (HCO_3^-) y **nitratos** (NO_3^-).
- Los **cationes** más abundantes son: **sodio** (Na^+), **calcio** (Ca^{2+}), **magnesio** (Mg^{2+}), **hierro** (Fe^{2+} y Fe^{3+}) y **potasio** (K^+).

FUNCIONES DE LAS SALES EN DISOLUCIÓN

- Mantener el grado de salinidad en los organismos.
- Regular la actividad enzimática.
- Regular la presión osmótica y el volumen celular.
 - hipertónicos
 - hipotónicos
- Generar potenciales eléctricos.
- Regulación del pH.

IONES ASOCIADOS A MOLÉCULAS ORGÁNICAS

HIERRO	Hemoglobina
MAGNESIO	Clorofila
FOSFATO	Ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP
COBALTO	Vitamina B ₁₂
IODO	Hormonas tiroideas
AZUFRE	Cisteína y metionina (aminoácidos)

FUNCIONES ESPECÍFICAS DE ALGUNAS SALES MINERALES

SODIO	Transmisión del impulso nervioso
POTASIO	
CLORO	
CALCIO	Contracción muscular y coagulación sanguínea
HIERRO	Transporte de oxígeno
CINC	Cofactor enzimático, modulador en la neurotransmisión
MANGANESO	Fotosíntesis (fotólisis del agua)

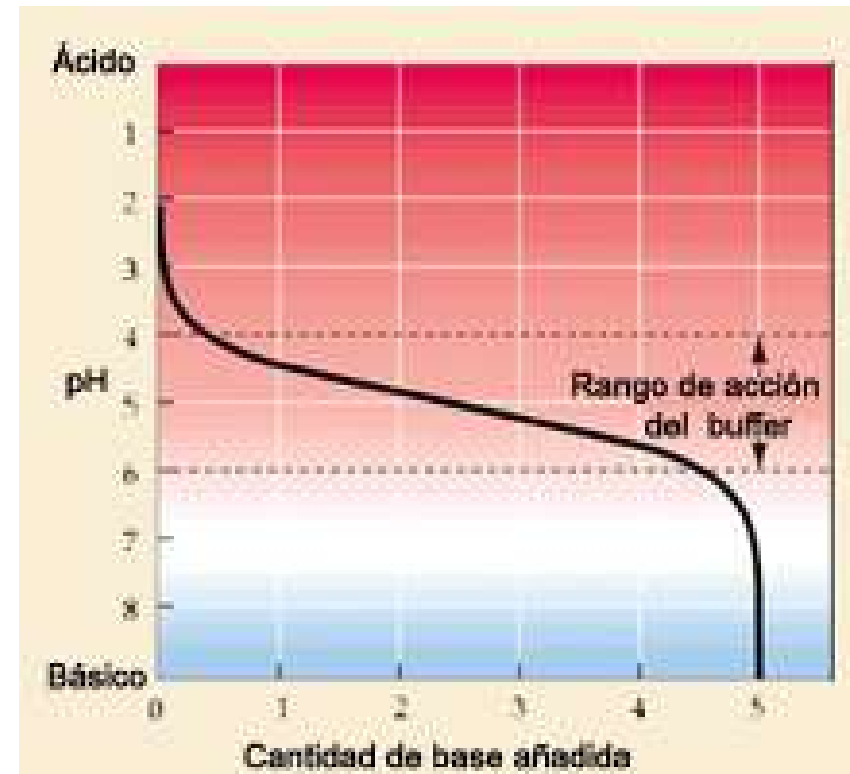
Capacidad amortiguadora del pH

- Casi todos los procesos biológicos son dependientes del pH; un pequeño cambio en el pH lleva a un gran cambio en la velocidad de un proceso.
- Las células y organismos mantienen un pH específico y constante manteniendo sus biomoléculas en su estado iónico óptimo que generalmente se encuentra alrededor de pH 7.0.
- En los organismos multicelulares el pH de los fluidos extracelulares está también fuertemente regulado. La constancia en el pH se logra gracias a los **amortiguadores biológicos que son mezclas de ácidos débiles y sus bases conjugadas**.

En las reacciones metabólicas se liberan productos tanto ácidos como básicos que varían la neutralidad si no fuera porque los organismos disponen de unos mecanismos químicos que se oponen automáticamente a las variaciones de pH.

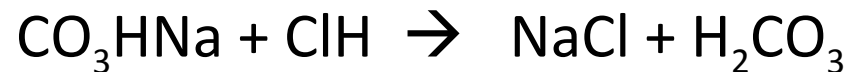
Estos mecanismos se denominan **sistemas amortiguadores o sistemas tampón**, y en ellos intervienen de forma fundamental las sales minerales.

Lo más corriente es que el pH tienda a desplazarse hacia el lado ácido por lo que los sistemas tampón más importantes actúan evitando este desplazamiento. Un tampón está formado por una mezcla de un ácido débil y una sal del mismo ácido; el más extendido es el formado por el ácido carbónico (CO_3H_2) y el bicarbonato sódico (CO_3HNa).



Supongamos que el organismo se ve sometido a un exceso de ácido clorhídrico que, en consecuencia liberará protones que harán disminuir el pH. En este momento entra en funcionamiento el sistema amortiguador y ocurre lo siguiente:

1.- La sal (bicarbonato sódico) reacciona con el ácido clorhídrico:



La sal que se forma (NaCl) es neutra y, aunque se disocie, no libera protones y, además, es habitualmente expulsada por la orina.

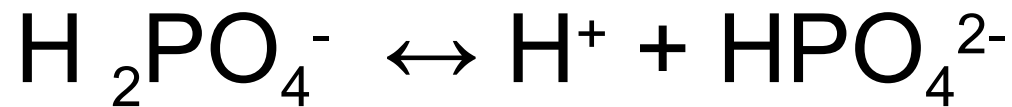
2.- El ácido carbónico que se ha formado podría incrementar la acidez, pero rápidamente se descompone en CO₂, que se libera con la respiración, y agua que es neutra:



En resumen, todos los hidrogeniones que podrían provocar un estado de acidez desaparecen manteniéndose el estado de neutralidad.

El **tampón bicarbonato** es común en los líquidos extracelulares, mantiene el pH en valores próximos a 7,4, gracias al equilibrio entre el **ión bicarbonato** y el **ácido carbónico**, que a su vez se disocia en dióxido de carbono y agua.

El **tampón fosfato** es la otra solución tampón, el sistema amortiguador de **fosfato** actúa en el citoplasma de las células y consta de:



Acidosis y alcalosis metabólicas

- **Acidemia (pH sangre < 7.35). Causas:**

- producción excesiva de ácidos en los tejidos
- pérdida de bases de los líquidos corporales
- fallo de los riñones para excretar ácidos.

En la diabetes mellitus y en situaciones de inanición el pH<7, depresión del SNC que conduce al coma y a la muerte.

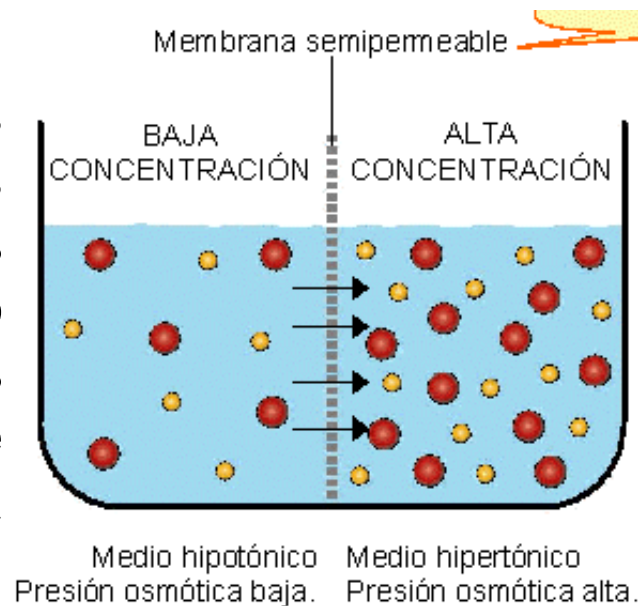
- **Alcalemia (pH sangre>7.45)**

- vómitos prolongados
- ingestión de fármacos alcalinos en exceso.

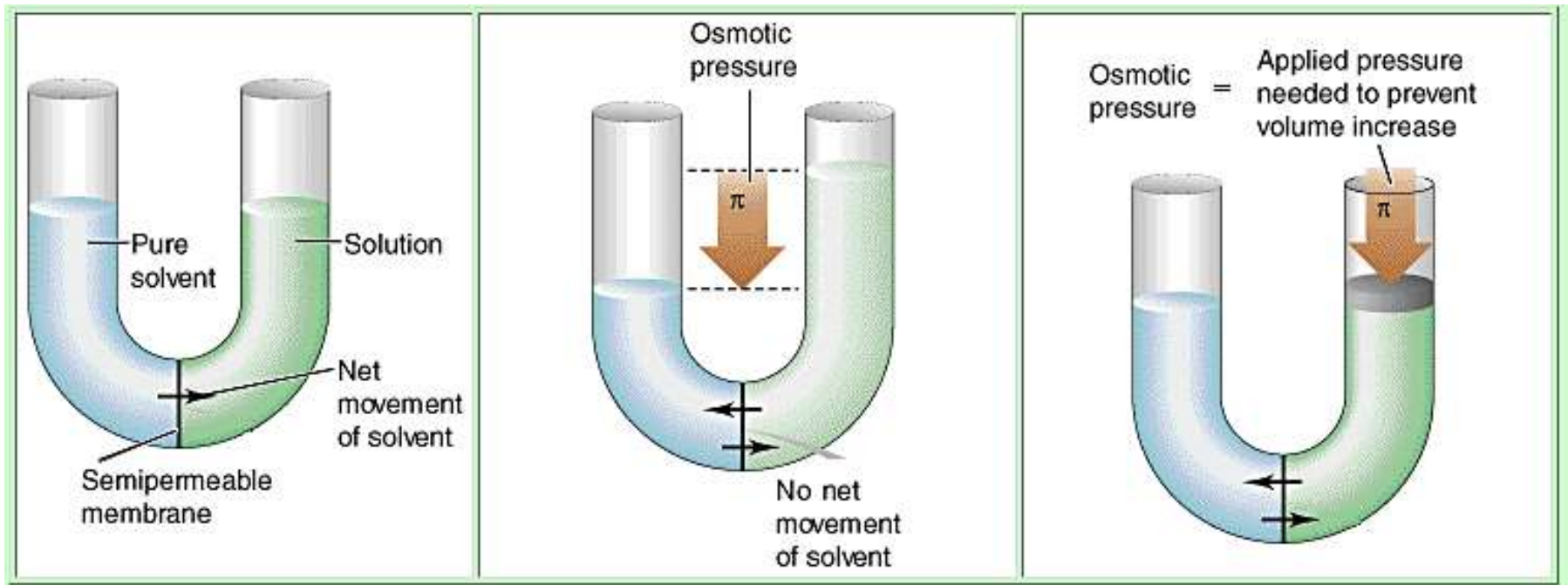
Se sobreexcita el SNC y los músculos entran en estado de espasmo. Si no se corrige, se producen convulsiones y parada respiratoria.

Funciones de las sales minerales:

- **Mantenimiento de concentraciones osmóticas adecuadas en los líquidos biológicos** Todos los medios líquidos biológicos (sangre, plasma intersticial, líquido cefalorraquídeo, etc.) constituyen disoluciones de sales en agua de cuyo grado de concentración depende la estabilidad celular y la realización de algunas funciones fundamentales.



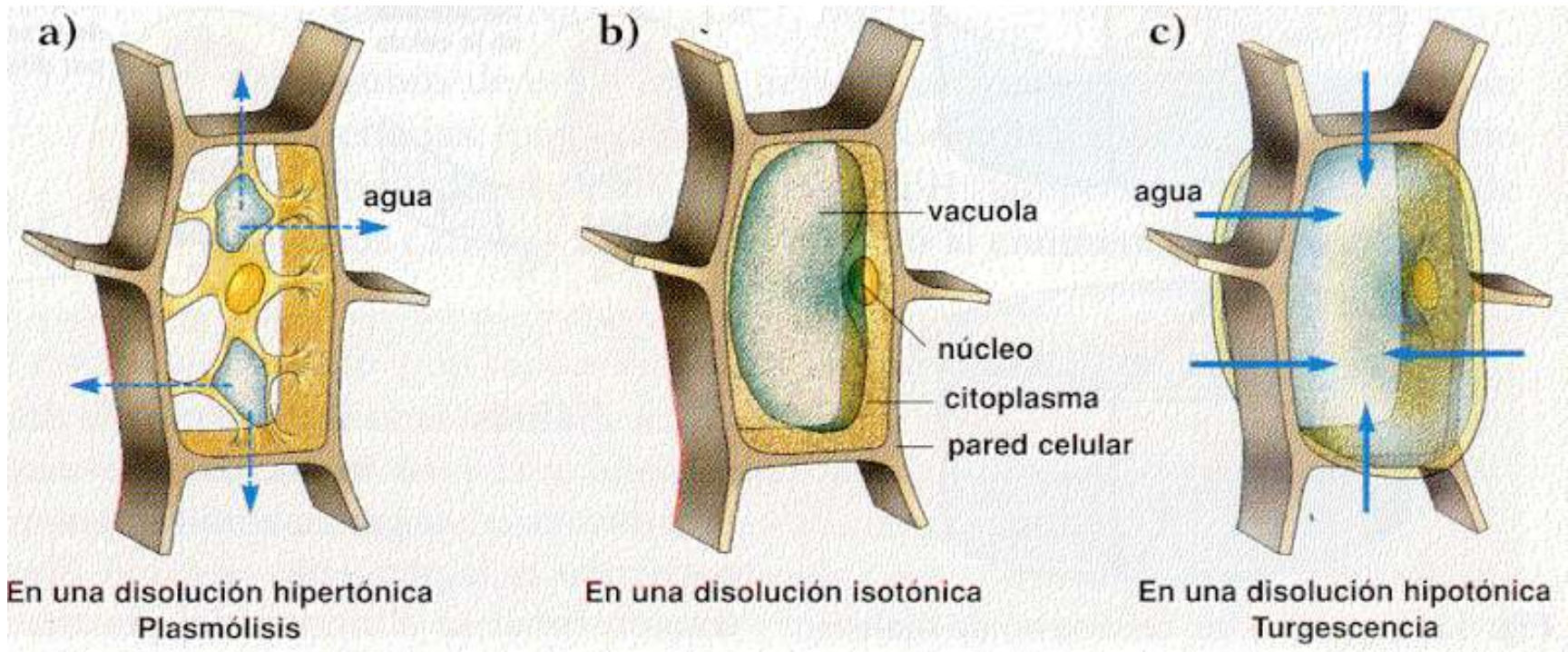
- Cuando dos disoluciones de diferente concentración se enfrentan por una **membrana semipermeable** (que no deja pasar el soluto pero sí el disolvente), se produce el paso del disolvente (agua en los medios celulares) desde la disolución más diluida (hipotónica) hacia la más concentrada (hipertónica) a través de la membrana. Este proceso se denomina **ÓSMOSIS**.
- El proceso continúa hasta que ambas disoluciones igualan su concentración, es decir, se hacen **isotónicas**.

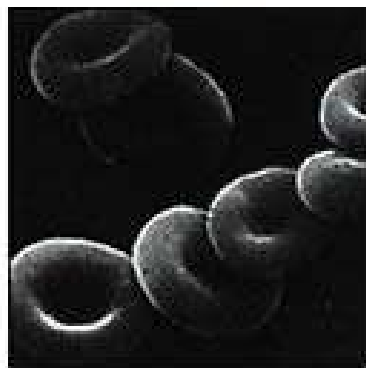
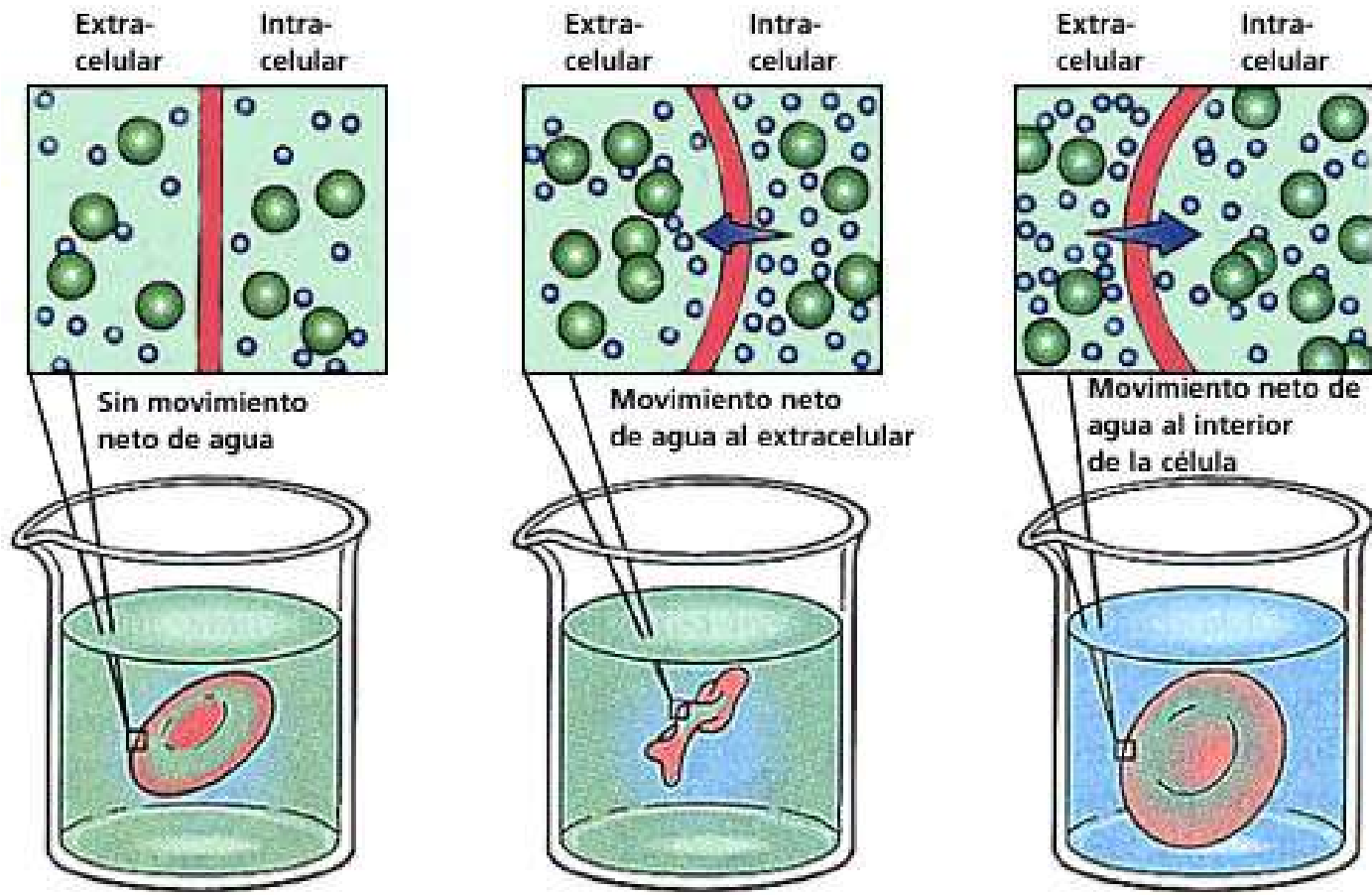


La presión osmótica de una disolución equivale a **la presión mecánica necesaria para evitar la entrada de agua** cuando está separada del disolvente por una membrana semipermeable (Figura derecha de la tabla).

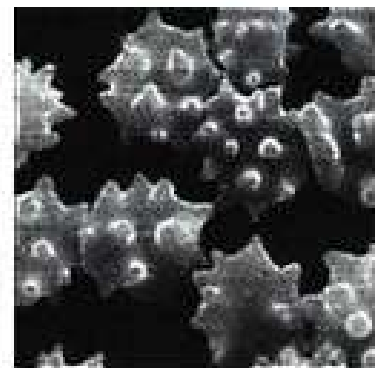
Efectos osmóticos en la célula

La membrana celular es semipermeable





(a) Medio isotónico



(b) medio hipertónico



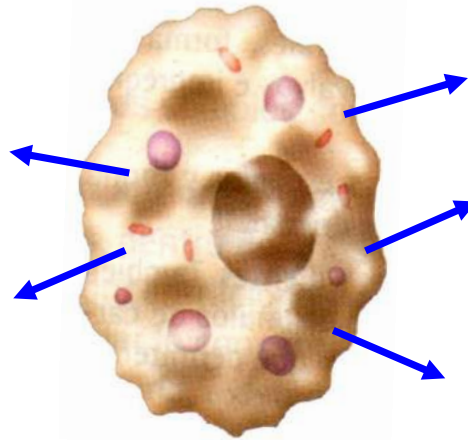
(c) medio hipotónico

Las membranas celulares son semipermeables

MEDIO HIPERTÓNICO

El agua sale de la célula.

- Disminuye el volumen celular
- Aumenta la presión osmótica en el interior



PLASMÓLISIS

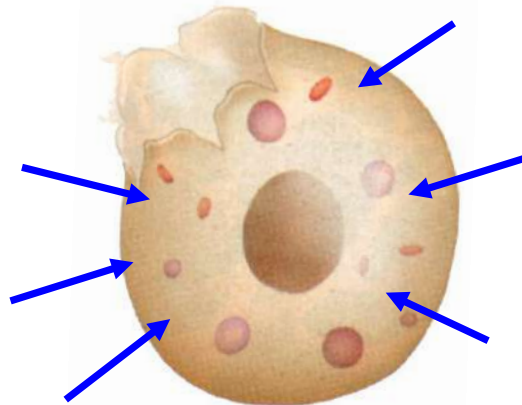
La membrana plasmática se separa de la pared celular



MEDIO HIPOTÓNICO

El agua entra en la célula.

- Aumenta el volumen celular
- Disminuye la presión osmótica en el interior



TURGENCIA

La célula se hincha hasta el límite de la pared celular



Osmoregulación

Todos los seres vivos están obligados a regular la presión osmótica.
Los distintos grupos han desarrollado estrategias diferentes.

SERES VIVOS UNICELULARES

Procariotas → Pared celular

Dulceacuícolas → Vacuolas pulsátiles

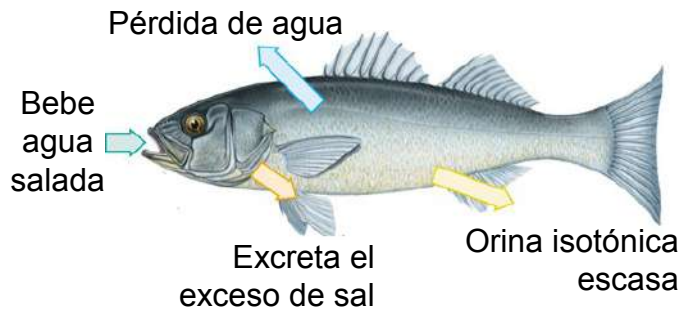


VEGETALES

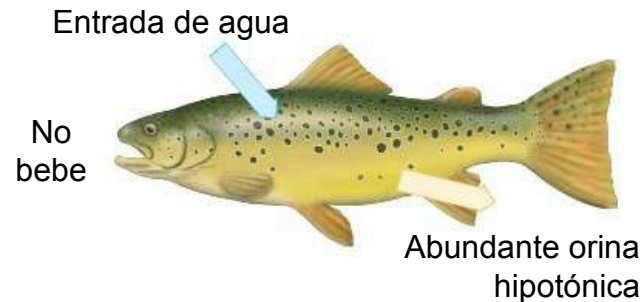
Pared celular
Estomas

ANIMALES PLURICELULARES

Peces marinos



Peces de agua dulce



Mamíferos

Riñones
Intestino grueso
Piel

SALES MINERALES PRECIPITADAS

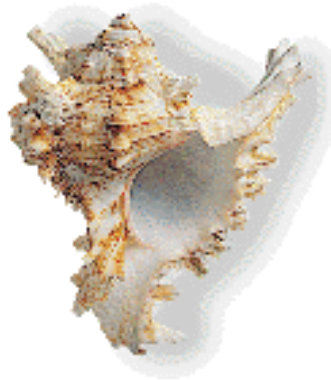
- **Las sales minerales insolubles en la materia viva se encuentran en estado sólido**
- **Los cristales más abundantes en los organismos son de silicatos, carbonatos y fosfatos, estos últimos de calcio y magnesio.**

Funciones de las sales precipitadas

La principal función es formar estructuras de protección o sostén.

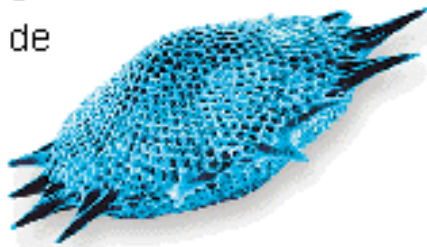
CARBONATO CÁLCICO

- Caparazones de protozoos marinos.
- Esqueletos externos y conchas.
- Espinas.
- Huesos, dientes y otolitos.



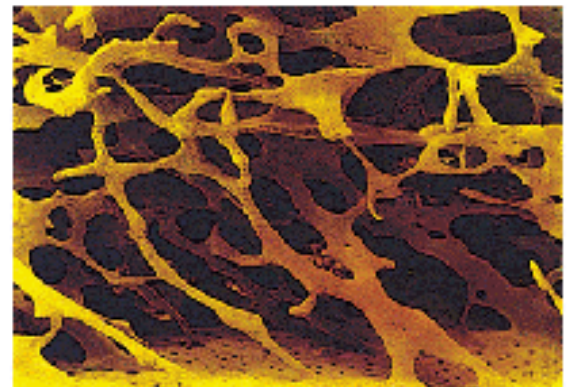
SILICATOS

- Estructuras de sostén de algunos vegetales.
- Caparazones de protección.
- Espículas.



FOSFATO CÁLCICO

- Matriz mineral de los tejidos óseos.



- Huesos y dientes de vertebrados.



- Esqueleto externo de invertebrados.



- Sostén en gramíneas



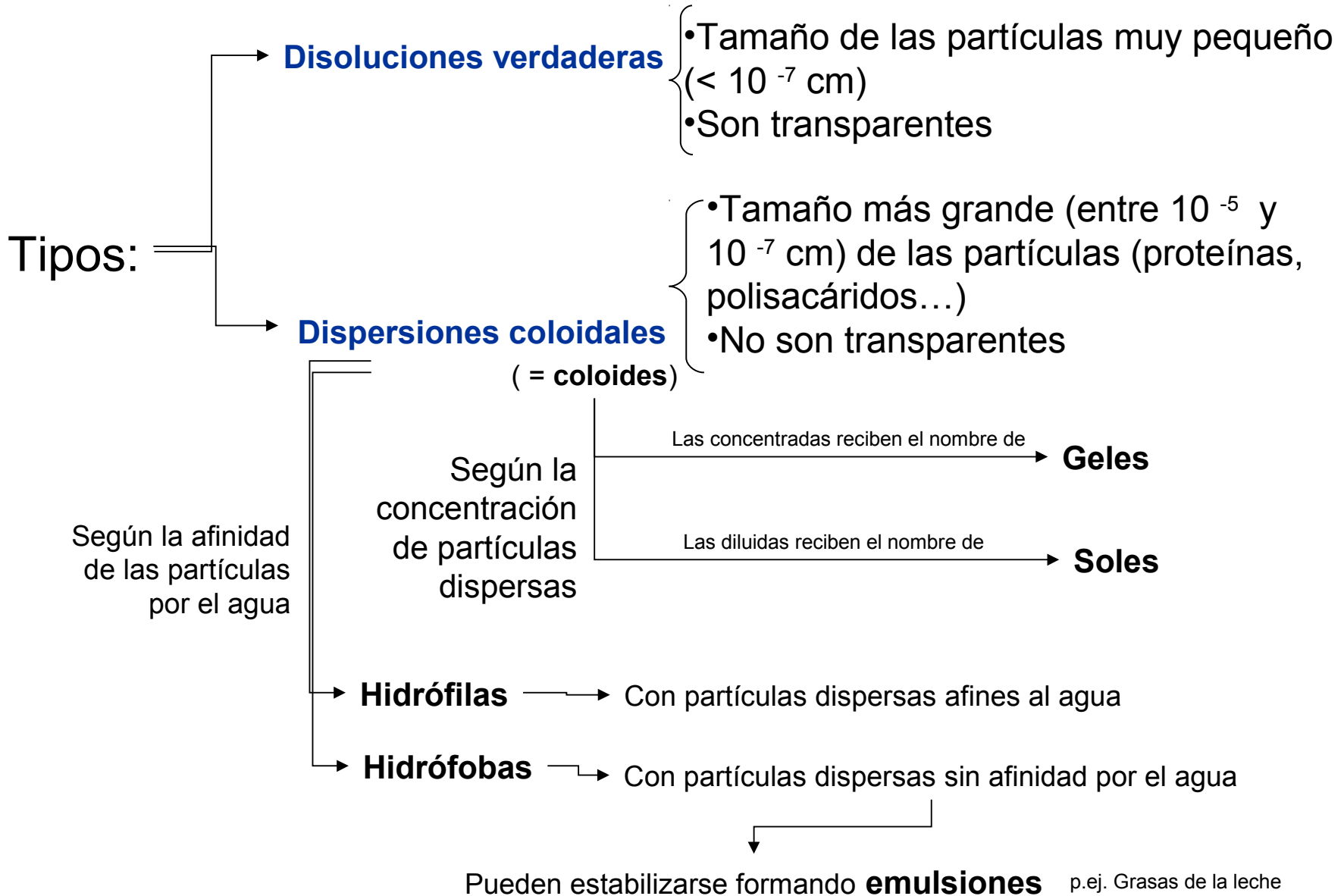
- Caparazones de microorganismos

DISOLUCIONES Y DISPERSIONES

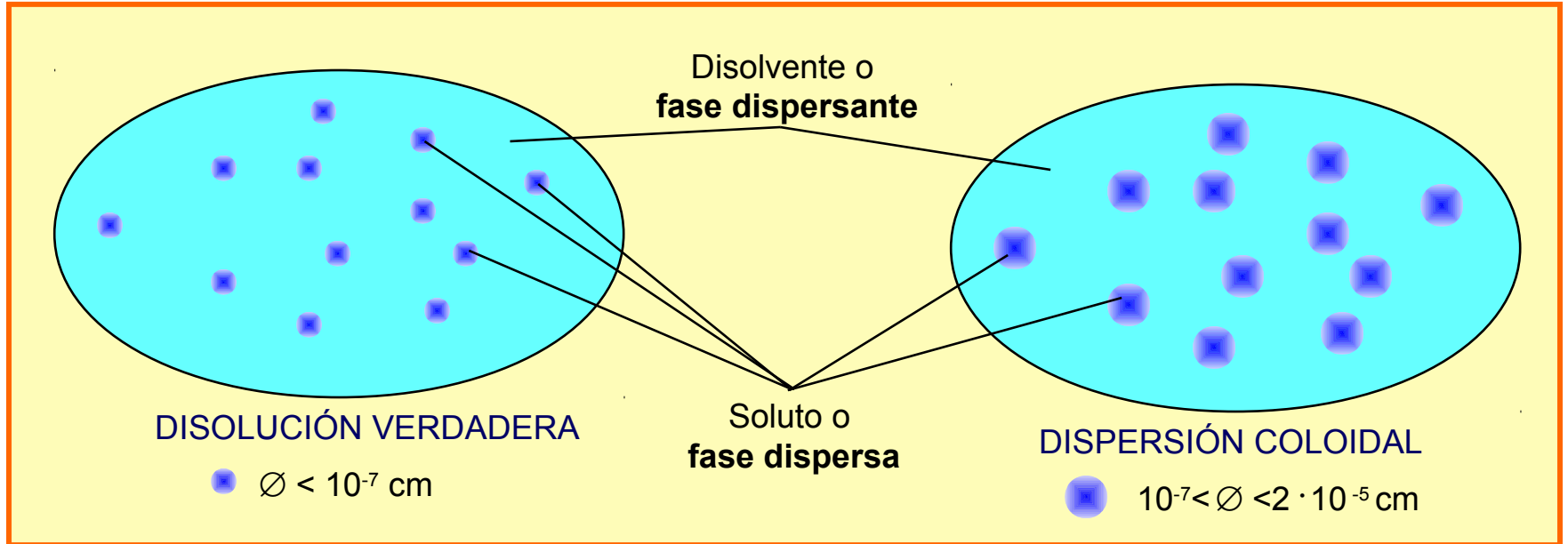
En los seres vivos el estado líquido está constituido por dispersiones de muchos tipos de moléculas dispersas o **solutos** y un solo tipo de fase dispersante o **disolvente**, que es el agua.

Los solutos pueden ser de bajo peso molecular como, por ejemplo, el cloruro sódico (PM = 58,5) y la glucosa (PM = 180), o pueden ser de elevado peso molecular (se denominan **coloides**), como, por ejemplo, las proteínas de tipo albúmina (PM entre 30 000 y 100 000).

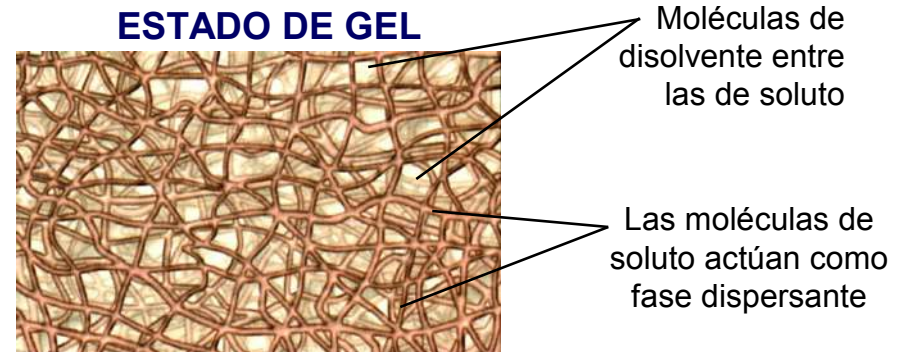
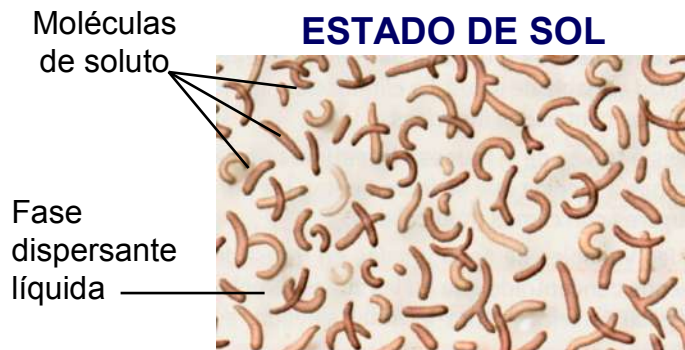
Las dispersiones de solutos de bajo peso molecular se denominan **disoluciones verdaderas** o simplemente **disoluciones**, y las de elevado peso molecular se denominan **dispersiones coloidales**



CARÁCTER COLOIDAL DE LA MATERIA VIVA



Las dispersiones coloidales pueden presentar dos estados físicos:



Calidad del agua

- ❖ El término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.
- ❖ Como tal, es un término neutral que no puede ser clasificado como bueno o malo sin hacer referencia al uso para el cual el agua es destinada.

Calidad del agua

- ❖ De acuerdo con lo anterior, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano y pecuario (agua potable), para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.
- ❖ Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro. Los valores que se presentan en las tablas de abajo son por lo tanto referenciales.

Calidad del agua Agrícola

Click to edit Master text styles

En el agua para uso agrícola las sustancias disueltas no deberán ultrapasar los valores expresados a continuación.

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR (*)
Aluminio	Al	5,0
Arsénico	As	0,1
Berilio	Be	0,1
Cadmio	Cd	0,01
Cinc	Zn	2,0
Cobalto	Co	0,05
Cobre	Cu	0,2
Cromo	Cr ⁶⁺	0,1
Flúor	F	1,0
Hierro	Fe	5,0
Litio	Li	2,5
Manganeso	Mn	0,2
Molibdeno	Mo	0,01
Níquel	Ni	0,2
pH	Unidades	4,5 - 9,0
Plomo	Pb	5,0
Selenio	Se	0,02
Vanadio	V	0,1

(*) Todos los valores están expresados en mg/l, excepto aquellos para los cuales se presentan directamente sus unidades.

Calidad del agua Pecuario

Click to edit Master text styles

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR (*)
Aluminio	Al	5,0
Arsénico	As	0,2
Boro	Bo	5,0
Cadmio	Cd	0,05
Cinc	Zn	25,0
Cobre	Cu	0,5
Cromo	Cr ⁶⁺	1,0
Mercurio	Hg	0,01
Nitratos + Nitritos	N	100,0
Nitrito	N	10,0
Plomo	Pb	0,1
Contenido de Sales	masa total	3.000

(*) Todos los valores están expresados en mg/l, excepto aquellos para los cuales se presentan directamente sus unidades.

Calidad del agua Potable

[Click to edit Master text styles](#)

Criterios de Calidad para la Destinación del Recurso para CONSUMO HUMANO y DOMÉSTICO
Para tratamiento convencional
Estos se relacionan a continuación e indican que para su potabilización se requiere solamente tratamiento convencional.

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR (*)
Amoniaco	N	1,0
Arsénico	As	0,05
Bario	Ba	1,0
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	CN ⁻	0,2
zinc	Zn	15,0
Cloruros	Cl ⁻	250,0
Cobre	Cu	1,0
Color	Color real	75 Unid de Pt - Co
Compuestos Fenólicos	Fenol	0,002
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05
Difenil Policlorados	Concentración de Agente activo	No detectable
Mercurio	Hg	0,002
Nitratos	N	10,0
Nitritos	N	1,0
pH	Unidades	5,0 - 9,0
Plata	Ag	0,05
Plomo	Pb	0,05
Selenio	Se	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻	400,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0,5
Colliformes Totales	NMP	20.000 microorg./100 ml
Colliformes Fecales	NMP	2.000 microorg./100 ml

El agua potable es un bien escaso, ya que los métodos de tratamiento no se aplican, por falta de concientización, con la intensidad suficiente: o parten de fuentes poco adecuadas. En general la salinidad es una característica que puede indicar problemas más serios. (*) Todos los valores están expresados en mg/l, excepto aquellos para los cuales se presentan directamente sus unidades.

Calidad del agua Desinfección

A continuación se relacionan los valores máximos admisibles para la Destinación del Recurso para Consumo Humano, estos indican que para su Potabilización se requiere solo desinfección.

REFERENCIA	EXPRESADO COMO	VALOR (*)
Amoníaco	N	1,0
Arsénico	As	0,05
Bario	Ba	1,0
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	CN ⁻	0,2
Cinc	Zn	15,0
Cloruros	Cl ⁻	250,0
Cobre	Cu	1,0
Color	Color real	20 Unid de Pt - Co
Compuestos Fenólicos	Fenol	0,002
Cromo	Cr ⁶⁺	0,05
Difenil Policlorados	Concentración de Agente activo	No detectable
Mercurio	Hg	0,002
Nitratos	N	10,0
Nitritos	N	1,0
pH	Unidades	6,5 - 8,5
Plata	Ag	0,05
Plomo	Pb	0,05
Selenio	Se	0,01
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	400,0
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	0,5
Coliformes Totales	NMP	2.000 microorg./100 ml
Turbiedad	UJT	10 Unid. Jackson de Turb.

(*) Todos los valores están expresados en mg/l, excepto aquellos para los cuales se presentan directamente sus unidades.

Parámetros de medición del agua.

❖ *En el estudio de la calidad del agua, se toman en cuenta, diferentes parámetros, de cuyos resultados depende el tratamiento a aplicar posteriormente, al agua.*

- Parámetros Físicos.
- Parámetros Químicos.
- Parámetros Biológicos.

Parámetros Físicos

- ❖ En la determinación del sabor y el olor, no se aplican instrumentos ni unidades de medida. El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color en el agua se debe principalmente, a la presencia de iones de hierro y manganeso, plancton, humus y materiales turbios.
- ❖ La turbidez es uno de los parámetros mas importantes para determinar la calidad del agua potable y de las aguas tratadas. Es una medida del total de luz absorbida por el agua, a causa de la materia suspendida en la misma.

Parámetros Químicos

- ❖ El pH es una medida de acidez o alcalinidad del agua. Se expresa por el logaritmo de la inversa de la concentración del ion H^+ , expresada en moles por litro. En la medición del pH se pueden utilizar varios métodos, siendo el mas exacto y versátil el sistema de electrodo de vidrio. La medida del pH en una disolución, se basa en la transformación de la señal eléctrica obtenida por un electrodo de vidrio y uno de referencia. Dicha señal es proporcionada a la actividad de los iones H^+ , de acuerdo con la ley de Nerntz.

Parámetros Químicos

- ❖ La dureza, se debe a la presencia de sales disueltas de calcio y magnesio. Mide la capacidad del agua para producir incrustaciones. Afecta tanto a las aguas domésticas como a las industriales, siendo la causa principal de depósitos e incrustaciones en calderas, intercambiadores de calor, tuberías, etc. Por el contrario, las aguas muy blandas son agresivas y pueden no ser indicadas para el consumo. Para disminuir la dureza de las aguas pueden someterse al tratamiento de ablandamiento o desmineralización. En las calderas y circuitos de refrigeración se emplean, en forma complementaria, tratamientos internos.

Parámetros Químicos

- ❖ La alcalinidad es una medida de la capacidad para neutralizar los ácidos y se atribuye a la presencia de uno o varios iones. Esto incluye a los hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos. No se detecta la alcalinidad debida a iones de bicarbonato, a no ser que se encuentren presentes en gran cantidades. En cambio se detecta inmediatamente la alcalinidad originada por la presencia de iones hidróxidos y carbonatos, aunque sea en cantidades pequeñas.

Parámetros Químicos

- ❖ La acidez es la capacidad para neutralizar bases. La contaminación se produce por ácidos de drenajes mineros e industriales y la corrosión puede afectar tuberías y calderas.
- ❖ Se denomina sólidos disueltos o salinidad total, a la medida de la cantidad de materia orgánica e inorgánica disuelta en el agua. Aunque para las aguas potables se indica como un valor máximo deseable 500 ppm, el valor de los sólidos disueltos no es por si solo suficiente para determinar la bondad del agua.

Parámetros Biológicos

- ❖ En la demanda biológica de oxígeno (DBO) se mide la cantidad de oxígeno expresada en mg/l y consumida durante un tiempo dado, en condiciones determinadas para asegurar la oxidación, (incubación a 20°C) por vía biológica de las materias orgánicas biodegradables presentes en el agua.
- ❖ La demanda química de oxígeno (DQO) mide la capacidad de consumo de un oxidante químico, dicromato o permanganato, por las materias oxidables presentes en el agua. El oxígeno disuelto (O₂) es la cantidad de oxígeno libre en el agua, que no se encuentra combinado ni con el hidrógeno (formando agua), ni con los sólidos existentes en la misma. La determinación de oxígeno disuelto es importante en el tratamiento de aguas y en el control de aireación.

Como afecta la calidad del agua

BIOLOGICOS

Vacunas y Bacterinas

- Dureza**
- pH**
- Contaminantes (Plaguicidas)**
- Salinidad**
- Potabilizadores y Sanitizantes (Cloro)**
- Microorganismos**
- Desinfectantes**

FARMACOS

Vitaminas, Antibióticos

Importancia del excipiente

Principio activo

Estabilidad

-Dureza

-pH

-Contaminantes (Plaguicidas)

-Salinidad

-Potabilizadores y Sanitizantes (Cloro)

-Microorganismos

DESINFECTANTES Y DETERGENTES

Importancia del excipiente
Estabilidad

-Dureza

-pH

-Contaminantes (Plaguicidas)

-Salinidad

-Potabilizadores y Sanitizantes (Cloro)

-Microorganismos

Gracias!

Dr. Iván Pérez Mejía
iperezmvz@yahoo.com

Entendiendo los Resultados

Ejemplo de un Análisis

LABORATORY ANALYTICAL REPORT							
Analyses	Result	Units	Qual	MCL/		Method	Analysis Date / By
				RL	QCL		
INORGANICS							
Alkalinity, Total as CaCO ₃	254	mg/L	1			A2320 B	03/21/06 17:40 / qed
Chloride	27	mg/L	1			E300.0	03/22/06 19:13 / qed
Sulfate	318	mg/L	1			E300.0	03/22/06 19:13 / qed
Fluoride	1.0	mg/L	0.1			E300.0	03/22/06 19:13 / qed
Nitrogen, Nitrate+Nitrite as N	0.24	mg/L	0.05			E300.0	03/22/06 19:13 / qed

La siguiente interpretación está basada en los estándares de un sistema público de agua potable. Éstos estándares sólo son aplicables a sistemas de agua público pero las implicaciones en la salud son las mismas para usuarios de pozos de agua priva-

Definiciones:

ND significa no detección o que el parámetro no fue detectado en la muestra
ppm (partes por millón) es a menudo usado intercambiamente con **mg/L** (miligramos por litro)

RL (límite reportable) es la mínima concentración que el análisis puede detectar

MCL (máximo nivel de contaminante) es un estándar de la USEPA en el agua potable

Nombre del Parámetro	Resultados Posibles	Interpretación Rápida	Advertencias y Sugerencias
<p style="text-align: center;">Alcalinidad (Como CaCO₃ Total)</p> <p>La habilidad del agua de compensar cambios en pH. Alta alcalinidad significa el agua es menos probable de experimentar grandes cambios en acidez.</p>	ND o Menor a 100 (mg/L)	Potencial de Corrosión	Si la alcalinidad disminuye a menos de 100, y el pH es menor a 6.5 el potencial de corrosión aumenta en las tuberías liberando metales al agua.
	100 a 200 (mg/L)	Satisfactorio	Suficiente potencial regulador que resiste los cambios en pH y generalmente no se produce revestimiento en tuberías.
	200 o más (mg/L)	Potencial de revestimiento	Possible revestimiento en tuberías y calentadores de agua.
<p style="text-align: center;">Aluminio</p> <p>Ocurre naturalmente y es generalmente encontrado en concentraciones entre 0.01 y 0.3 mg/L en aguas subterráneas. Para la EPA el estándar secundario por aluminio es 0.050 a 0.2 mg/L porque altas concentraciones pueden colorear el agua.</p>	ND o menos de 0.05 (mg/L)	Satisfactorio	No se requiere acción
	0.05 o más (mg/L)	Objetable	Estándar basado en estética no en la salud; si la coloración del agua es un problema, considere tratamiento.
<p style="text-align: center;">Antimonio</p> <p>Antimonio no se encuentra comúnmente en la naturaleza; las fuentes de contaminación incluyen refinerías de petróleo, retardantes del fuego, cerámicas, electrónicos y soldaduras.</p>	ND o menos de 0.006 (mg/L)	Satisfactorio	Resultados generalmente no deberían cambiar dramáticamente con el tiempo, considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 0.005 mg/L
	0.006 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere el tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información
<p style="text-align: center;">Arsénico</p> <p>Contaminación de aguas subterráneas puede suceder por minería, pesticidas y preservación de madera; contaminación puede también ocurrir naturalmente.</p>	ND	Satisfactorio	No es necesario repetir el análisis
	0 a 0.010 (mg/L)	Satisfactorio	Idealmente, el agua potable no debería contener arsénico detectable; considere repetir el análisis al año próximo si el resultado es mayor a 0.008 mg/L
	0.010 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere el tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información

Nombre del Parámetro	Resultados Posibles	Interpretación Rápida	Advertencias y Sugerencias
<p>Bario</p> <p>Encontrado abundantemente en la naturaleza y es usado en la producción de muchos artículos para el hogar; puede entrar al agua potable a través de vertidos industriales y erosión natural.</p>	<p>ND o menos de 2 (mg/L)</p>	<p>Satisfactorio</p>	<p>Resultados no deberían cambiar dramáticamente con el tiempo, considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 1.6 mg/L.</p>
	<p>2 o más (mg/L)</p>	<p>No satisfactorio</p>	<p>Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.</p>
<p>Berilio</p> <p>Metal que ocurre naturalmente usado en refinerías de metales; combustión de carbón; y las industrias eléctrica, aeroespacial y defensa.</p>	<p>ND o menos de 0.004 (mg/L)</p>	<p>Satisfactorio</p>	<p>Resultados no deberían cambiar dramáticamente con el tiempo, considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 0.003 mg/L.</p>
	<p>0.004 o más (mg/L)</p>	<p>No satisfactorio</p>	<p>Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.</p>
<p>Bicarbonato como HCO₃</p> <p>Bicarbonato es el principal constituyente de alcalinidad en agua potable. Consulte alcalinidad.</p>	<p>Cualquier valor</p>	<p>Satisfactorio (dependiendo de alcalinidad)</p>	<p>Bicarbonato no plantea un riesgo a la salud; bicarbonato y carbonato están estrechamente relacionados a la alcalinidad.</p>
<p>Cadmio</p> <p>Elemento metálico que puede entrar al agua potable por corrosión de tuberías, erosión de depósitos naturales, refinerías de metales y escurrimiento por residuos de baterías y pinturas.</p>	<p>ND o menos de 0.005 (mg/L)</p>	<p>Satisfactorio</p>	<p>Resultados no deberían cambiar dramáticamente con el tiempo, considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 0.004 mg/L.</p>
	<p>0.005 o más (mg/L)</p>	<p>No satisfactorio</p>	<p>Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.</p>
<p>Calcio</p> <p>Metal que ocurre naturalmente, esencial en la dieta humana, y común en aguas subterráneas con concentraciones en el rango de cero a varios cientos mg/L. Es el mayor contribuidor de la dureza del agua lo que puede causar problemas de revestimiento en tuberías y calentadores de agua</p>	<p>Cualquier valor</p>	<p>Satisfactorio (dependiendo de la dureza)</p>	<p>Calcio no plantea un riesgo a la salud; calcio y magnesio juntos forman la dureza en el agua; lea la hoja de datos en dureza.</p>
<p>Carbonato como CO₃</p> <p>Mineral encontrado en aguas subterráneas. Consulte alcalinidad.</p>	<p>Cualquier valor</p>	<p>Satisfactorio (dependiendo de alcalinidad)</p>	<p>Carbonato no plantea un riesgo a la salud; carbonato o y bicarbonato están estrechamente relacionados a la alcalinidad; lea la hoja de datos en alcalinidad.</p>
<p>Cloro</p> <p>Sal común en aguas subterráneas. El estándar secundario de EPA por cloro es 250 mg/L; altas concentraciones pueden causar el sabor salado en el agua.</p>	<p>ND o menos de 250 (mg/L)</p>	<p>Satisfactorio</p>	<p>No es necesario ninguna acción</p>
	<p>250 o más (mg/L)</p>	<p>Objetable</p>	<p>Estándar basado en estética no en la salud; si el sabor salado del agua es un problema, considere tratamiento.</p>

Nombre del Parámetro	Resultados Posibles	Interpretación Rápida	Advertencias y Sugerencias
<p>Cromo</p> <p>Elemento comunmente encontrado en la naturaleza; la contaminación de aguas subterráneas puede suceder por residuos de plantas de curtido de pieles, por plantas de celulosa, por plantas de acero o por erosión de depósito naturales.</p>	ND o menos de 0.10 (mg/L)	Satisfactorio	Resultados no deberían cambiar dramáticamente con el tiempo, considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 0.08 mg/L.
	0.10 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.
<p>Bacteria Coliforme (Total)</p> <p>Tipo de bacteria que no debería estar presente en aguas subterráneas; indica la existencia de contaminación.</p>	Ausente	Satisfactorio	Continúe analizando el agua anualmente para monitorear contaminación.
	Presente	Objetable	No hay peligro directo para la salud, pero coliformes no deberían estar presentes en aguas subterráneas; consulte la hoja de datos para más información.
<p>Bacteria Coliforme (E. coli)</p> <p>Tipo de bacteria encontrada en heces de animals de sangre caliente lo que indica contaminación fecal. Si <i>E. coli</i> se encuentra presente en una muestra, beber el agua sin hacer tratamiento es muy arriesgado.</p>	Ausente	Satisfactorio	Continúe analizando el agua anualmente para monitorear contaminación.
	Presente	No satisfactorio	Riesgo directo en la salud; tratar el agua para beber y cocinar; consulte la hoja de datos para más información.
<p>Conductividad</p> <p>Es una medida de con qué facilidad la corriente eléctrica pasa a través de una muestra de agua. Ésta medida a menudo es usada para estimar sólidos disueltos totales. También es usada para estimar la tendencia del agua de corroer metales.</p>	Cualquier valor	Satisfactorio	Conductividad no plantea un riesgo en la salud; está relacionada a sólidos disueltos totales y es usada en calcular corrosividad.
<p>Corrosividad (Índice de Langelier)</p> <p>Agua corrosiva puede movilizar metales (especialmente plomo y cobre) de las tuberías dentro del agua potable y puede eventualmente causar pérdidas de las plomerías. Aunque el Índice de Langelier no es la perfecta herramienta, éste es una guía útil para evaluar la habilidad corrosiva del agua.</p>	Menos de -2.5	Potencial Alto de Corrosión	Agua corrosiva puede percolar metales en minerales presentes en la tierra o en tuberías y accesorios; tratamiento y/o análisis de metales es recomendado.
	-2.5 a -0.5	Potencial Moderado de Corrosión	Agua corrosiva puede percolar metales en minerales presentes en la tierra o en tuberías y accesorios; considere tratamiento y/o análisis de metales.
	-0.5 a 0.5	Satisfactorio	Rango ideal para minimizar corrosión y revestimiento.
	0.5 a 2.5	Potencial Moderado de Revestimiento	Potencial moderado de revestimiento en tuberías y calentadores de agua; considere tratamiento.
	Más de 2.5	Potencial Alto de Revestimiento	Alto potencial de revestimiento en tuberías y calentadores de agua; considere tratamiento.
<p>Cobre</p> <p>Riesgos potenciales en la salud; cobre es un elemento metálico que es raramente encontrado en aguas subterráneas, pero puede ser introducido en el agua potable por corrosión de las tuberías.</p>	ND o menos de 1.3 (mg/L)	Satisfactorio	Corrosión de tuberías es una fuente común de cobre; si el agua es corrosiva, la concentración de cobre puede cambiar con el tiempo; considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 1.0 mg/L. Consulte la hoja de datos para más información.
	1.3 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.

Nombre del Parámetro	Resultados Posibles	Interpretación Rápida	Advertencias y Sugerencias
Fluoruro Elemento que ocurre naturalmente y promueve la salud dental a concentraciones entre 0.7 y 1.5 mg/L, pero puede causar problemas de salud a altas concentraciones.	ND o menos de 0.7 (mg/L)	Satisfactorio	Concentraciones menores a 0.7 mg/L no son el rango ideal para la protección del esmalte de los dientes.
	0.7 a 1.5 (mg/L)	Satisfactorio	Rango ideal para el desarrollo y protección del esmalte de los dientes.
	1.5 a 2.0 (mg/L)	Satisfactorio	Concentraciones mayores a 1.5 mg/L no son el rango ideal para la protección del esmalte de los dientes.
	2.0 a 4.0 (mg/L)	Objectable	Fluorosis dental puede producir la decoloración del diente (manchas marrones); un reporte del Consejo Nacional de Investigación sugiere posibles efectos en la salud en el rango de éstas concentraciones.
	4.0 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.
Dureza (con CaCO₃) Primariamente causada por compuestos de calcio y magnesio en agua y puede causar revestimientos de tuberías/calentadores de agua; disminuye espuma y efectividad de jabones y detergentes.	ND o menos de 60 (mg/L)	Potencial de Corrosión	Agua suave puede ser más corrosiva; lea la hoja de datos en corrosividad.
	61 a 120 (mg/L)	Satisfactorio	Generalmente el agua es medianamente satisfactoria entre corrosión y revestimiento; consulte la hoja de datos on corrosividad.
	121 o más (mg/L)	Potencial de revestimiento	Agua dura puede causar revestimiento en tuberías y calentadores de agua; considere ablandamiento del agua.
Hierro (Total) Hierro es un elemento metálico encontrado en la naturaleza. Problemas estéticos como manchas en ropa y tuberías, así como problemas con sedimentos en plomería son asociados al hierro.	ND o menos de 0.3 (mg/L)	Satisfactorio	No es necesario ninguna acción
	0.3 o más (mg/L)	Objectable	Alto hierro puede causar decoloración de accesorios y/o ropa y puede fomentar el crecimiento de bacterias provocando problemas de sabor y olor; considere tratamiento.
Plomo Elemento metálico que penetra el agua potable por la corrosión de tuberías.	ND	Satisfactorio	Si el agua es corrosiva, la concentración de plomo puede cambiar con el tiempo; consulte la hoja de datos en corrosividad.
	0 a 0.015 (mg/L)	Satisfactorio	Corrosión de tuberías es una fuente de plomo; si el agua es corrosiva, la concentración de plomo puede aumentar; considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 0.012 mg/L; consulte la hoja de datos para más información.
	0.015 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.
Magnesio Metal que ocurre naturalmente, importante en la dieta humana, y común en aguas subterráneas; con el calcio, magnesio es el mayor contribuidor en la dureza del agua.	Cualquier valor	Satisfactorio (depende de la dureza)	Magnesio no plantea un riesgo a la salud; calcio y magnesio juntos forman la dureza; agua dura puede causar revestimiento en tuberías; lea la hoja de datos en dureza para más información.
Manganeso Metal que ocurre naturalmente e importante en la dieta humana; el estándar secundario de manganeso establecido por EPA es 0.05 mg/L; altas concentraciones pueden causar manchas negras o marrones y sabor amargo en el agua.	ND o menos de 0.05 (mg/L)	Satisfactorio	No es necesario ninguna acción
	0.010 o más (mg/L)	Objectable	Estándar basado en estética no en la salud; si manchas negras/marrones o sabor amargo en el agua es un problema, considere tratamiento.

Nombre del Parámetro	Resultados Posibles	Interpretación Rápida	Advertencias y Sugerencias
<p>Mercurio</p> <p>Elemento metálico; las fuentes de contaminación del agua potable incluyen erosión de depósitos naturales, descargas de refinерías y fábricas y escorrentía de basureros y tierras agrícolas.</p>	ND o menos de 0.002 (mg/L)	Satisfactorio	Resultados no deberían cambiar dramáticamente con el tiempo, considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 0.0016 mg/L.
	0.002 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.
<p>Nitrato + Nitrito como N or Nitrato como N</p> <p>Puede ocurrir naturalmente, por tratamientos en tanques sépticos/tratamientos de aguas residuales, o por prácticas agrícolas y causar deficiencias de oxígeno en infantes menores a 6 meses de edad; nitrato se mueve fácilmente en aguas subterráneas por lo cuál un aumento en los niveles de nitrato es una advertencia que otros contaminantes están llegando al pozo.</p>	ND o menos de 1 (mg/L)	Satisfactorio	Continúe analizando el agua anualmente para monitorear contaminación.
	1 a 4 (mg/L)	Posible Deterioro del agua	Existe un potencial de contaminación; continúe analizando anualmente para monitorear cambios.
	4 a 10 (mg/L)	Mayor al nivel natural normal	Niveles mayores a los normales; posible contaminación; continúe monitoreando anualmente por cambios; monitorear más frecuentemente si infantes menores a un año están consumiendo el agua.
	10 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud, discontinúe el uso del agua en infantes menores a un año y personas con condiciones cardiovasculares. Consulte hoja de datos.
<p>pH</p> <p>Medida de la acidez del agua; pH está relacionado a la habilidad del agua de corroer tuberías y liberar metales al agua.</p>	6.5 a 8.5	Satisfactorio	pH en aguas subterráneas no cambia muy rápido generalmente, de tal manera que repetir el análisis no es necesario a menos que un cambio se sospeche.
	Menos de 6.5 o Más de 8.5	Objectable	pH levemente fuera del rango ideal no es un riesgo directo a la salud pero puede afectar corrosividad, la cuál puede percolar metales en minerales de la tierra o de tuberías; considere un análisis de corrosividad.
<p>Potasio</p> <p>Sal común en aguas subterráneas - esencial en la dieta humana; concentraciones son típicamente menores a 10 mg/L.</p>	Cualquier valor	Satisfactorio	Concentraciones en agua de grifo generalmente están en el rango de 0.5 a 8 mg/l; no es necesario ninguna acción.
<p>Selenio</p> <p>Elemento no metálico encontrado en rocas sedimentarias; fuentes de contaminación incluyen: descarga por refinерías de petróleo, erosión de depósitos naturales, y descarga por minas de metales.</p>	ND o menos de 0.05 (mg/L)	Satisfactorio	Resultados no deberían cambiar dramáticamente con el tiempo, considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 0.04 mg/L.
	0.05 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.
<p>Sodio</p> <p>Sal común en aguas subterráneas la cuál puede dar un gusto salado en concentraciones mayores a 250 mg/L; sodio puede contribuir a hipertensión y altos niveles en agua potable deben ser notificados a personas en dietas de bajo sodio.</p>	Cualquier valor	Satisfactorio	Sodio en agua potable puede oscilar entre 0.4 a 1,900 mg/l; consumo de sodio en el agua potable debe ser considerado en las personas en dieta de bajo sodio ya que puede aumentar el riesgo a enfermedades cardiovasculares.

Nombre del Parámetro	Resultados Posibles	Interpretación Rápida	Advertencias y Sugerencias
<p>Relación de Adsorción de Sodio (SAR)</p> <p>SAR es la cantidad de sodio relativa a calcio y magnesio en el agua; alto SAR puede dañar el suelo y reducir productividad de cultivos.</p>	Cualquier valor	Depende de la conductividad y tipo de suelo	SAR no es relevante en el agua potable, pero el agua de irrigación con un valor de SAR mayor a 6 puede plantear un riesgo en las características físicas del suelo; éste riesgo es evaluado basado en la relación con conductividad y textura del suelo siendo irrigado; consulte la hoja de datos para más información.
<p>Sulfato</p> <p>Sal común en aguas subterráneas lo cuál puede impartir sabor salado al agua; altas cantidades pueden causar molestias gastro-intestinales en personas no acostumbradas al agua.</p>	ND o menos de 250 (mg/L)	Satisfactorio	No es necesario ninguna acción
	250 o más (mg/L)	Objectable	Estándar basado en la estética no en la salud; si el sabor salado es un problema, considere tratamiento.
<p>Talio</p> <p>Elemento metálico; las fuentes de contaminación incluyen: lixiviación de sitios de procesamiento de minerales, desechos electrónicos, fábricas de vidrio o fármacos.</p>	ND (mg/L)	Satisfactorio	No es necesario ninguna acción.
	0.001 a 0.002 (mg/L)	Satisfactorio	Idealmente, agua potable debería contener menos de 0.001 mg/l en talio; considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es 0.001 mg/L.
	0.002 o más (mg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información
<p>Sólidos Disueltos Totales</p> <p>TDS es la suma de todos los minerales, metals y sales disueltas en el agua; altas cantidades pueden causar molestias gastro-intestinales en personas no acostumbradas al agua.</p>	ND o menos de 500 (mg/L)	Satisfactorio	Sólidos Disueltos Totales no debería cambiar significativamente con el tiempo; repita el análisis si sospecha de un cambio.
	500 o más (mg/L)	Objectable	Elevado TDS no determina un riesgo serio a la salud pero puede causar color en el agua, sabor pobre, manchas, y diarrea en personas no acostumbradas al agua.
<p>Uranio</p> <p>Metal que ocurre naturalmente que puede ser ingerido por el aire, agua, y plantas. El estándar establecido por EPA es 30 µg/L. Agua puede ser contaminada por procesos naturales, minería, combustión de carbón, plantas de energía nuclear y fertilizantes fosfatados.</p>	ND o menos de 30 (µg/L)	Satisfactorio	Idealmente, agua potable no debería contener uranio; considere repetir el análisis el próximo año si el resultado es mayor a 24 µg/L.
	30 o más (µg/L)	No satisfactorio	Existen riesgos a la salud; considere tratamiento del agua y/o alternativas de fuentes de agua; consulte la hoja de datos para más información.
<p>Zinc</p> <p>Metal que ocurre naturalmente y es esencial en la dieta humana; la EPA establece el estándar secundario para zinc en 5 mg/L; altas concentraciones pueden causar un sabor metálico en el agua.</p>	ND o menos de 5 (mg/L)	Satisfactorio	No es necesario ninguna acción
	5 o más (mg/L)	Objectable	Estándar basado en la estética no en la salud; si el sabor metálico es un problema; considere tratamiento.