

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO

DE CHILE

SEMINARIO DE QUIMICA INORGANICA

"EL AGUA"

INDICE

Introducción.....	2
Propiedades físicas y químicas	5
Propiedades desusadas del agua.....	7
Estados de agregación en que se presenta el agua.....	10
Contaminación.....	13
Aguas residuales.....	14
Tipos de contaminación.....	16
Tipos de aguas residuales.....	18
Tipos de contaminantes.....	20
Consecuencias que acarrear los vertidos.....	24
Agua potable.....	26
Tratamiento de aguas residuales.....	29
Tratamiento de aguas residuales industriales.....	48
Bibliografía.....	57

INTRODUCCION

EL AGUA:

El agua desde los albores de la civilización ha sido fundamental no solo para la subsistencia sino también para el desarrollo de diversas actividades, sobretodo económicas. El agua es imprescindible para el desarrollo de la agricultura, siendo utilizada principalmente para sistemas de riego. Las industrias requieren del agua (sobretudo en forma de vapor de agua) para llevar a cabo el proceso de producción. El agua también se utiliza como medio de navegación para el transporte tanto de personas como productos. Y además el agua es utilizada por las centrales hidroeléctricas para la obtención de energía.

Ya desde hace 4500 años se construían canales para el abastecimiento del agua. En los últimos siglos debido a

la industrialización y al crecimiento demográfico se tuvo que implementar otro sistema para el abastecimiento del agua capaz de potabilizar el agua.

El filósofo griego Tales de Mileto imaginaba el universo como un Océano, sobre el que flotaba el disco de la tierra. Creía por ello, que el agua era el principio de todas las cosas.

Podría afirmarse que en cierta forma el tenía razón. El agua resulta de la unión de dos elementos básicos: oxígeno e hidrógeno; este ultimo elemento es el mas abundante en el universo.

A fines del siglo XVIII, varios investigadores estudiaron la composición del agua, descubriendo que uno de los elementos integrantes era el oxígeno. En 1780, Henry Cavendish observó que si se efectuaba la combustión del oxígeno y "aire combustible", esto es, hidrogeno, en ciertas proporciones, se ocasionaba una potente explosión. Pero lo más notable era que, en el recipiente utilizado para el experimento, aparecían unas gotitas de agua.

El inglés Dalton, padre de la teoría atómica moderna, estableció que una molécula de agua se componía de un átomo de oxígeno y otro de hidrógeno. Más tarde el italiano Avogadro dio la formula molecular correcta del agua: *dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno*, lo que, en el lenguaje simbólico empleado en la actualidad, se expresa con la conocida formula H_2O

. El agua puede presentarse bajo tres formas: en estado sólido, liquido y gaseoso. El agua es la unica sustancia que, a temperatura normal aparece en forma sólida liquida y gaseosa.

Pero el agua no se compone de un solo tipo de moléculas. Los átomos de oxígeno, al igual que los de hidrógeno, pueden presentar ligeras diferencias entre si: se dice que estos elementos tienen isótopos diferentes. Uno de los hidrógenos (que entra en su composición en un 0.01%) pesa el doble que el propio átomo de hidrogeno(Deuterio pesa el doble porque en su núcleo hay otro neutrón). Si el agua lo posee, es mas pesada que lo normal, por ello recibe el nombre de agua pesada, que, a diferencia de la normal, no apaga la sed, frecuentemente se emplea en trabajos sobre radiactividad.

Las moléculas de agua tienen además otra propiedad. Sus cargas eléctricas se reparten en los extremos de la molécula, de modo que uno de ellos se hace positivo y el otro negativo. Las moléculas son, pues, dipolares y por ello se atraen fuertemente, como si fuese un imán. Este tipo de unión se llama puente de hidrogeno y da origen a varias propiedades del agua, el angulo de estas uniones permite que se formen redes exagonales.

Figuras

Propiedades físicas y químicas del Agua

Se le llama agua a la combinación de 2 átomos de hidrógeno con un átomo de oxígeno en estado líquido cuya representación simbólica es H_2O

.

La molécula de agua presenta una forma triangular y la unión que se establece entre los dos átomos de hidrógeno con el átomo de oxígeno es una unión química covalente ya que el oxígeno comparte dos electrones con los electrones de los átomos de hidrógeno, de esta manera la molécula de agua se estabiliza porque los átomos de hidrógeno reúnen dos electrones en el último nivel y el oxígeno logra reunir ocho electrones en el último nivel.

La molécula de agua es bipolar debido a que los átomos de hidrógeno presentan una carga eléctrica positiva mientras que el átomo de oxígeno presenta una carga eléctrica negativa.

En estado sólido y líquido las moléculas de agua se unen por puentes de hidrógeno con moléculas que posean átomos de nitrógeno u oxígeno, esta acción se conoce como mojar.

De esta manera el agua tiene una gran capacidad para disolver sustancias iónicas, ya que al neutralizar las atracciones electrostáticas de los iones de una sustancia los disocia.

La mayoría de los átomos de hidrógeno que componen al agua tienen una masa atómica de 1. Luego se encuentran en menor cantidad los átomos de hidrógeno con masa atómica de 2 (deuterio), cuya formación en el agua la hace conocer a ésta como agua pesada y todavía en cantidad menor se hallan los de masa atómica de 3.

El punto de congelación del agua en la escala de celsius es de 0°C mientras que el punto de ebullición es de 100°C al nivel del mar mientras que hierve a temperatura inferior a medida que disminuye la presión. Justamente los valores de esta escala se basan en los puntos ebullición y congelación del agua, como también muchas otras escalas basan sus valores en las propiedades físicas del agua.

El agua pura es incolora, inodora, insípida, y mala conductora de la electricidad, pero puesto que es el disolvente que contiene mayores solutos es imposible conocer el agua pura, ya que casi instantáneamente ya se encuentra en alguna solución.

Propiedades desusadas del agua

- El agua es el único de todos los elementos naturales que aparece sobre la tierra en estado sólido, líquido y gaseoso al mismo tiempo en un mismo ambiente.
- El agua es la única sustancia que aumenta su volumen al congelarse. Cuando llega a los cuatro grados en vez de seguir disminuyendo su volumen como todas las sustancias, disminuye gradualmente su densidad hasta llegar a los 0°C y en ese punto disminuye su densidad abruptamente y se congela aumentando su volumen en una onceava parte.

Este hecho favorece la supervivencia humana ya que si el hielo fuera mas pesado que el agua líquida, se reducirían gravemente los efectos moderadores del agua y del vapor de agua sobre el clima. Pero sin embargo ya que el agua se aumenta su volumen cuando se solidifica, en las grietas donde se encuentra agua muchas veces al congelarse se parten las rocas y se erosionan las montañas.

- Posee una gran capacidad calórica ya que puede absorber una gran cantidad de calor sin aumentar relativamente su temperatura; puede almacenar más energía térmica con menor agitación molecular y atómica que cualquier otra sustancia. Su calor específico es igual a 1 y es el mas elevado en la escala de calor específico de las sustancias.
- Según su peso molecular, que es de 18, con respecto a la escala de puntos de fusión y ebullición de sustancias con dos átomos de hidrógeno y estructura similar debería hervir a -80°C y congelarse a 100°C, sin embargo como ya sabemos su punto de fusión es de 0°C su punto de ebullición es de 100°C. Estos elevados puntos de cambio de agregación se deben a los numerosos enlaces entre las moléculas de agua logrados por los puentes de hidrógeno, y aumentan eficazmente su peso molecular.
- Posee un calor latente elevado que produce un efecto vital sobre las temperaturas terrestres ya que el calor que absorbe el agua en los procesos de evaporación y fusión no se destruye. Durante los puntos de cambio de fase el agua libera una cantidad de calor mayor que la de cualquier sustancia.

Como muchas reacciones químicas se llevan a cabo con desprendimiento de calor, el agua es el medio más adecuado y favorable para varias reacciones químicas.

- El agua es la sustancia que mayor cantidad de sustancias puede disolver, por esto suele llamársela como "el solvente químico universal". Además es un solvente inerte ya que las sustancias que se disuelven en ella son incapaces de modificar sus propiedades químicas, con lo que una cierta cantidad de agua puede utilizarse como solvente infinitas veces.

El agua se utiliza varias veces para extraer sustancias de las mezclas que los contienen y algunas veces también para conservar ciertos productos. Los ácidos y bases cuando se disuelven en agua se disocian en iones que conducen la corriente eléctrica.

- El agua es la sustancia en la cual se formó y se desarrollaron las primeras formas de vida, esto se debió a la peculiaridad del agua como solvente químico universal e inerte. Más del 50% de la masa de todos los seres vivos esta constituida por agua. Participa en la descomposición metabólica de las moléculas, y está presente en la sangre que circula por el cuerpo de los animales y en la savia en las plantas.
- Posee una tensión superficial elevada únicamente superada por la del mercurio. El agua tiende a cerrarse sobre sí misma y recuperarse por la cohesión entre sus moléculas convirtiéndose en una esfera, que tiene una superficie mínima para un cierto volumen. De esta manera, por la cohesión entre las moléculas, la superficie de una cantidad de agua tiene una tensión que para dividirla se necesita de una fuerza muy grande. Aparte el agua se adhiere con fuerza a los sólidos con los que se contacta y la fuerza adhesiva levanta al líquido debido a su alta cohesión y el borde del agua tiende a ser arrastrado sobre las paredes del sólido.

Estados de agregación en los que se presenta el agua

Hielo

El hielo es el agua en estado sólido. Es una estructura cristalina incolora y transparente. El hielo es un factor importante en la erosión, como se dijo anteriormente flota sobre el agua, ocasionando efectos geológicos importantes.

Vapor de agua

El vapor de agua es el agua en estado gaseoso que se utiliza en muchos procesos industriales y para generar energía. El vapor de agua se forma cuando el agua líquida alcanza los 100°C a presión atmosférica, este es llamado vapor saturado, mientras que si éste se forma a una temperatura mayor a 100°C se llama vapor sobrecalentado.

Niebla

La niebla es una nube condensada en gotas de agua o cristales de hielo que se encuentra cerca de la superficie terrestre sobre la atmósfera y que solo se puede formar con partículas de polvo. Hay cuatro tipos de niebla: la niebla por advección que se forma cuando una corriente cálida se mueve sobre una masa terrestre y acuosa más fría; la niebla por radiación, que únicamente aparece sobre el suelo, ocasionada por el enfriamiento de la tierra por radiación; la niebla ascendente que se forma cuando el aire se enfría al ascender; y la niebla por precipitación que se forma por una lluvia o nevada.

Lluvia

La lluvia es la precipitación del agua en gotas líquidas, estas tienen un diámetro entre 0,5 mm. hasta 3mm. y se produce cuando una nube en la que se contiene el vapor de agua choca con otra, o con las montañas.

Nubes

Condensación de humedad atmosférica compuesta por gotas de agua o cristales de hielo. Estas se forman debido al enfriamiento de la atmósfera provocado por la condensación del vapor de agua. Las nubes modifican la distribución del calor solar sobre la corteza terrestre y la atmósfera. Estas se diferencian entre sí según sus diferentes temperaturas de condensación, dividiéndose en nubes altas, medias, bajas y de desarrollo vertical.

Océanos

El océano constituye el 97% del agua de la Tierra y las tres cuartas de la superficie terrestre.

Cuanto más fría es el agua de mar más pesada es, con lo cual este agua pesada desciende hacia las profundidades del Océano, en donde además se encuentra un mayor porcentaje de salinidad. La densidad del agua oceánica disminuye con el aumento de la temperatura ambiente y aumenta con la salinidad y la presión. La variación entre la salinidad y la temperatura es un índice para saber de donde provienen originalmente las masas de agua, ya que las masas de agua conservan su relación entre temperatura y salinidad.

El agua de los océanos es una gran solución en la que están disueltas un montón de sustancias, entre las sustancias que mayormente se encuentran disueltas en el agua oceánica están el cloruro, sodio, sulfato y magnesio, y luego en menor cantidad el calcio, potasio, bicarbonato, bromuro, estroncio, boro y fluoruro.

El agua que se encuentra sobre la superficie en los océanos suele estar saturada de gases atmosféricos principalmente de oxígeno, pero fuera de la superficie disminuye su concentración de oxígeno ya que es ingerido por los organismos marinos y porque participa en la descomposición de detrito. De esta manera el oxígeno puede indicar el tiempo transcurrido desde que el agua se alejó de la superficie.

El agua oceánica tiene una gran capacidad para absorber la radiación electromagnética y es movilizada por el viento que circula por la superficie en forma de olas

CONTAMINACIÓN

Ahora que tanto se habla de contaminación del medio ambiente, de polución, sabemos realmente qué es la contaminación.

Podría afirmarse que cualquier cambio químico, físico o biológico respecto a un nivel base natural constituye un fenómeno de contaminación. En este sentido, la contaminación se considera como una consecuencia del progreso, especialmente del desarrollo industrial.

Podríamos decir entonces, que la contaminación se considera un cierto grado de impurificación del aire, agua o suelo, que pueda originar efectos adversos a la salud de un número representativo de personas durante períodos previsible de tiempo.

AGUAS RESIDUALES:

La contaminación actúa sobre el medio ambiente acuático alterando el delicado equilibrio de los diversos ecosistemas integrado por organismos productores, consumidores y descomponedores que interactúan con componentes sin vida originando un intercambio cíclico de materiales.

Aunque el hombre no es un ser acuático, ha llegado a depender intensamente del medio ambiente acuático para satisfacer sus necesidades tecnológicas y sociales.

El hombre continúa utilizando el agua con su contaminación. Es difícil eliminar los contaminantes y si el agua original tiene gran proporción de minerales, el problema se complica.

No se pretende afirmar que antes de llegar el hombre con su tecnología, el agua era pura. Aún después de la aparición del hombre, transcurrieron muchos años antes de que hubiera ningún cambio en el ambiente. Cuando las poblaciones empezaron a verter sus desechos en ríos y lagos fue cuando las aguas se deterioraron.

Las aguas residuales constituyen un importante foco de contaminación de los sistemas acuáticos, siendo necesarios los sistemas de depuración antes de evacuarlas, como medida importante para la conservación de dichos sistemas.

Las aguas residuales, contaminadas, son las que han perdido su calidad como resultado de su uso en diversas actividades. También se denominan vertidos. Se trata de aguas con un alto contenido en elementos contaminantes, que a su vez van a contaminar aquellos sistemas en los que son evacuadas.

Del total de vertido generado por los focos de contaminación, sólo una parte debiera ser recogida en redes de saneamiento, mientras que el resto debiera ser evacuado a sistemas naturales directamente.

TIPOS DE CONTAMINACION:

Se clasifican según el factor ecológico que altere, aunque suelen afectar a más de un factor.

- Contaminación física

Las sustancias que modifican factores físicos, pueden no ser tóxicas en sí mismas, pero modifican las características físicas del agua y afectan a la vida acuática.

- Sólidos en suspensión, turbidez y color
- Agentes sensoactivos
- Temperatura

- Contaminación química

Algunos efluentes cambian la concentración de los componentes químicos naturales del agua causando niveles anormales de los mismos. Otros, generalmente de tipo industrial, introducen sustancias extrañas al medio ambiente acuático, muchos de los cuales pueden actuar en detrimento de los organismos acuáticos y de la calidad del agua en general. En este sentido es en el que puede hablarse propiamente de contaminación.

- Salinidad
- pH
- Sustancias marcadamente tóxicas
- Desoxigenación

- Contaminación por agentes bióticos.

Son los efectos de la descarga de material biogénico, que cambia la disponibilidad de nutrientes del agua, y por tanto, el balance de especies que pueden subsistir. El aumento de materia orgánica origina el crecimiento de especies heterótrofas en el ecosistema, que a su vez provoca cambios en las cadenas alimentarias.

Un aumento en la concentración de nutrientes provoca el desarrollo de organismos productores, lo que también modifica el equilibrio del ecosistema.

TIPOS DE AGUAS RESIDUALES:

La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

Aguas residuales urbanas

Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

Los aportes que generan esta agua son:

- aguas negras o fecales
- aguas de lavado doméstico
- aguas de limpieza de calles
- aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

Aguas residuales industriales

Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar.

Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

TIPOS DE CONTAMINANTES

Actualmente, la contaminación de los cauces naturales tiene su origen en tres fuentes:

- vertidos urbanos
- vertidos industriales
- contaminación difusa (lluvias, lixiviados, etc.)

Clasificación de los contaminante

Las sustancias contaminantes que pueden aparecer en un agua residual son muchas y diversas.

- Contaminantes orgánicos

Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vetados generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

- proteínas: proceden fundamentalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.
 - Carbohidratos: incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.
 - Aceites y grasas: altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.
 - Otros: incluiremos varios tipos de compuestos, como los tensioactivos, fenoles, organoclorados y organofosforados, etc. Su origen es muy variable y presentan elevada toxicidad.
- Contaminantes inorgánicos

Son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicos, metales, etc.

Aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industrial

Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante.

Contaminantes habituales en las aguas residuales

Arenas

Entendemos como tales una serie de particular de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

Grasas y aceites

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

Residuos con requerimiento de oxígeno

Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo con un consumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

Nitrógeno y fósforo

Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

Agentes patógenos

Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

Otros contaminantes específicos

Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

CONSECUENCIAS QUE ACARREAN LOS VERTIDOS

Aparición de fangos y flotantes.

Existen en las aguas residuales sólidos en suspensión de gran tamaño que cuando llegan a los cauces naturales pueden dar lugar a la aparición de sedimentos de fango en el fondo de dichos cauces, alterando seriamente la vida acuática a este nivel, ya que dificultará la transmisión de gases y nutrientes hacia los organismos que viven en el fondo.

Por otra parte, ciertos sólidos, dadas sus características, pueden acumularse en las orillas formando capas de flotantes que resultan desagradables a la vista y además, pueden acumular otro tipo de contaminantes que pueden llevar a efectos más graves.

Agotamiento del contenido en oxígeno

Los organismos acuáticos precisan del oxígeno disuelto en el agua para poder vivir. Cuando se vierten en las masas de agua residuos que se oxidan fácilmente, bien por vía química o por vía biológica, se producirá la oxidación con el consiguiente consumo de oxígeno en el medio.

Si el consumo de oxígeno es excesivo, se alcanzarán niveles por debajo del necesario para que se desarrolle la vida acuática, dándose una muerte masiva de seres vivos.

Además, se desprenden malos olores como consecuencia de la aparición de procesos bioquímicos anaerobios, que dan lugar a la formación de compuestos volátiles y gases.

Daño a la salud pública.

Los vertidos de efluentes residuales a cauces públicos, pueden fomentar la propagación de virus y bacterias patógenos para el hombre.

Eutrofización

Un aporte elevado de nitrógeno y fósforo en los sistemas acuáticos propicia un desarrollo masivo de los consumidores primarios de estos nutrientes; zoo y fitoplancton y plantas superiores. Estas poblaciones acaban superando la capacidad del ecosistema acuático, pudiendo llegar a desaparecer la masa de agua.

Otros efectos.

Pueden ser muy variados y van a ser consecuencia de contaminantes muy específicos, como valores de pH por encima o por debajo de los límites tolerables, presencia de tóxicos que afecta directamente a los seres vivos, etc.

Agua potable

Se entiende por agua potable no un agua pura, sino un agua que es incapaz de dañar la salud.

El agua potable se produce a partir del agua contaminada que proviene de aguas superficiales (lagos, arroyos, lagunas, ríos, mares, océanos y glaciares), subterráneas (pozos profundos) y atmosféricas (lluvias). Esta producción es cara y compleja.

Las condiciones físicas del agua para ser considerada como potable son las siguientes: debe ser insípida, inodora e incolora, y con una turbiedad menor a 5 según la unidad nefelométrica.

Mientras que el contenido máximo de sustancias químicas que debe tener es el siguiente:

VER CUADRO EN LA PAGINA SIGUIENTE

SUSTANCIA EXPRESADO COMO LIMITE MAXIMO mg/l

Amoníaco	N	0,25
Arsénico	As	0,5
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	CN-	0,2
Cloruros	Cl-	250*
Cobre	Cu	1,0*
Compuestos fenólicos	Fenol	0,002
Cromo hexavalente	Cr	0,005
Detergente	SAAM	0,5
Flúor	F-	1,5
Hierro	Fe	0,3*
Magnesio	Mg	125
Magnesio	Mn	0,10*
Mercurio	Hg	0,001
Nitratos	N	10*
Nitricos	N	1
Plomo	Pb	0,05
Residuos sólidos filtrables	—	1.000*
Selenio	Se	0,01
Sulfatos	SO ₄ -2	250*
Zinc	Zn	5,5*

También el agua debe cumplir con ciertos requisitos radioactivos para ser considerada como potable:

ELEMENTOS RADIATIVOS LIMITE MAXIMO pCi/l

Estroncio 90 10,00

Radium 226 3,00

Actividad Beta total 1.000

(excluyendo Sr-90, RA-226 y otros emisores alfa)

Actividad Beta total 50,00

(incluyendo Sr-90, corregida para el K-40 y otros
radioemisores naturales)

Actividad Alfa total 15,00

(incluyendo RA-226 y otros emisores alfa)

Además el agua para ser potable no debe tener microorganismos de origen fecal

Tratamiento de aguas residuales urbanas (ARU) e industriales (ARI).

Dependerá de la biodegradabilidad de las aguas a tratar:

- **ARU.** Tratamiento biológico, en particular el método de fangos activos.
- **ARI.** Tratamiento físico-químico. Mediante reacciones químicas. Las aguas tienen también contaminación industrial.

El seleccionar un método u otro depende de la relación:

$$DBO_5 / DQO$$

DBO5/DQO	Índice de la biodegradabilidad del H2O
< 0.2	No biodegradable
0.2 – 0.4	Biodegradable
> 0.4	Muy biodegradable

En la depuración de aguas urbanas se distinguen 4 etapas:

- Pretratamientos ! desbaste ! eliminar sólidos en suspensión.
- Tratamientos primarios ! decantación.
- Tratamientos secundarios ! depuración de las aguas. Tiene lugar en el reactor biológico.
- Tratamientos terciarios ! tratamiento afino del agua (llevar el agua a unas características) ! cloración.

Diagrama general del tratamiento de aguas:

Opcionalmente se puede poner:

Si quisieramos instalar una depuradora de aguas devemos estudiar el caudal de agua, para ello hay que saber la cantidad de población, por tanto, hay que hacer una proyección de la población dentro de 15–25 años. Y una vez echo esto, a través de unas tablas podemos conocer el consumo de agua por habitante (D) ! litros/habitante/día.

$$D(t) = D_0 * (1 + \alpha)^t$$

! coeficiente de crecimiento poblacional (< 0'012)

t ! años

El caudal de aguas residuales:

$$Q_i = 0.8 * P_i * D_i$$

Pi ! población dentro de 15–25 años

Qi ! tasa de consumo dentro de 15–25 años

Esta fórmula nos indicaría que el 80% del agua consumida se convierte en agua residual.

Otro factor importante es la tasa pluviométrica (frecuencia y cantidad de lluvias) a la hora de colocar una depuradora, ya que esta se nos puede inundar, pues cuando llueve toda esta agua va a parar a la depuradora. Para evitar esto se coloca un aliviadero a la entrada de la depuradora (se hace un agujero en el colector de entrada a una cierta altura con lo que esta agua sale fuera sin depurar).

El caudal que se produce en una depuradora no es constante, hay una variación:

– Diaria:

lo que nos interesa en pasar a un caudal constante (para las estacionales es bastante difícil).

– Estacional: se debe a la actividad que tenga la población en cuestión (si es turística las aguas residuales son mayores en verano).

Explicación de las operaciones:

- **Desbaste**: elimina todos los sólidos gruesos que llegan a la depuradora. Protege a la depuradora. Hay varios métodos:

- **Rejas**: hay dos sistemas, automático o manual.

Hay que controlar la *velocidad del flujo* y el *tratamiento de los residuos*. La velocidad está tabulada y los niveles no deben ser muy grandes.

estos sólidos van a parar al tratamiento de basuras (basureros).

- **Tamices**: pueden ser fijos o giratorios. Permite recoger sólidos más pequeños.
- **Desarenado**: eliminar las arenas (la definición de arena es aquel sólido cuya velocidad de sedimentación es mayor que la de la materia orgánica) de las aguas residuales. Suelen ser minerales y se han de retirar para evitar la abrasión de las piezas móviles de la depuradora. Se trata de reducir la velocidad del flujo de forma que le de tiempo a las partículas a sedimentar, esto se consigue normalmente aumentando la superficie del canal:

La profundidad no afectará a que podamos sacar más o menos arena. El rendimiento del desarenador es directamente proporcional a la sección.

Se puede inyectar aire para separar las grasas de las arenas, para poner las grasas en la superficie y la arena en el fondo.

- Cámaras de mezcla y homogeneización de caudales: las primeras se pueden situar en cualquier parte de la depuradora. En ellas se mezclan los reactivos químicos. Pueden ser rápidas ($t = 1$ y 5 segundos) o decantadores (10 a 30 minutos por la lentitud de las reacciones).

Los homogeneizadores de caudales hacen que el caudal que llega a algún sitio sea constante. Con ello mejoramos el rendimiento del proceso.

- Decantación primaria: tanto la coagulación como la floculación son los responsables de eliminar la materia coloidal. El 80 % de la DQO es materia coloidal. Un coloide es una partícula muy pequeña que tiene carga superficial que no es nula, normalmente en aguas residuales es negativa. Estas partículas se repelen unas con otras y es imposible que sedimenten. Por tanto para eliminarlas hay que neutralizar su carga superficial (coagulación), para ello se utilizan sales de hierro y de aluminio (Fe^{3+} y Al^{3+}) porque tienen mucha carga y son pequeñas. A su alrededor se colocan los iones positivos. Al ser muy pequeñas la velocidad de sedimentación es pequeña (tardan mucho en sedimentar), para aumentarla utilizamos la floculación que no es más que añadir polielectrolitos (plásticos solubles en agua) que enlazan coloides, al ser más grande aumentan la velocidad de sedimentación.

Si la dosis de coagulantes es poca hay mucha turbidez, a medida que añadimos más coagulante disminuimos la turbidez. Una vez alcanzado el valor óptimo aunque añadamos más no hacemos nada.

En cuanto a la dosis de floculantes, si añadimos una gran cantidad puede ocurrir que no se formen las cadenas de coloides. Además el exceso de polielectrolitos afecta negativamente a los procesos aerobios que ocurren dentro del reactor biológico.

El decantador elimina los coloides una vez coagulados y floculados. Hay varios tipos:

- Rectangular
- Circular
- Filtración: es una etapa muy importante para la obtención de agua potable. Puede tener lugar de dos formas:
 - Filtración discontinua:
 - Filtración.
 - Lavado de filtro.
 - Filtración continua: se puede filtrar y lavar el filtro simultáneamente. Pueden ser de puente móvil o de flujo ascendente.

Para el diseño de un filtro se tienen en cuenta dos factores:

- La calidad del agua tras la filtración.
- La pérdida de presión a lo largo del filtro.

A medida que pasa el agua residual por el filtro se nos van tapando los agujeros del filtro, por tanto hay que meter el agua cada vez a más presión. Pero la bomba tiene un límite de presión, cuando se llega a este el nivel de agua aumenta. Por ello se inyecta por debajo agua limpia con lo que los sólidos que tapan los agujeros se ponen en suspensión y estos se envían a la cabecera:

Dependiendo del tamaño del grano tendremos una calidad u otra del agua de salida. A menor tamaño del grano mayor calidad y más asiduidad de limpieza. Para evitar esto se colocan materiales en el lecho más grandes pero con menor densidad, con lo que la profundidad del lecho aumenta.

Para pequeñas instalaciones industriales los filtros son presurizados con lo que se aumentan los ciclos entre limpieza y limpieza (los filtros a presión supone reducir mucho el tamaño de la instalación pero resultan caros de mantener y son complicados de limpiar).

Con todo esto se pueden diseñar las depuradoras físico-químicas:

ç

* $\text{pH} = 10$. Hay que llevar el agua a $\text{pH} = 7$, para ello añadimos CO_2 :