



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA SEDE CONCEPCIÓN
REY BALDUINO DE BÉLGICA

Tratamiento de planta de agua potable

Trabajo de Titulación para optar al título de Técnico Universitario en QUÍMICA, MENCIÓN
QUÍMICA INDUSTRIAL

Alumno: Sr. Claudio Melgarejo B.

Profesor guía: Sr. Cristian Pereira A.



A mi familia y seres queridos que han sido parte fundamental en este proceso. A mis compañeros de universidad y compañeros de trabajo que han colaborado para mi desarrollo profesional. A mis profesores, docentes, bibliotecarios que me formaron y apoyaron en el trayecto de mi carrera.



RESUMEN

El agua es un recurso muy valioso que se debe cuidar ya que es indispensable para la vida es por ello que su uso debe ser a conciencia. El agua según de donde sea será como se compondrá (mar, agua dulce, río).

El agua es considerada como solvente universal y es por ello que su composición cambia tanto. Puede disolver sales, minerales, azúcares, metales, etc. Esto le confiere propiedades físicas y químicas las cuales la caracterizan. Puede usarse en forma sólida, líquida o vapor

Hoy en día el aumento de su uso tanto humano como industrial alteran el ciclo natural del agua alterando su composición y concentración aportando con contaminación a ríos, mares lagos, etc.

Es por ello que es tan importante seleccionar un proceso adecuado para tratar el agua. Dependiendo de los parámetros que tengamos en mayor cantidad será el proceso a escoger. No será el mismo proceso de tratamiento en un agua de mar, que en río o un lago.

Un agua contaminada necesitara un proceso adicional para su tratamiento es por ello que todos los procesos de tratamiento de agua no son igual.

Por lo general los procesos físico, químicos son los usados en las industrias para tratar el agua tanto en afluentes como en efluentes.

Técnicas de separación sólido líquido como decantación y filtración son usadas para separar los sólidos suspendidos. Técnicas de coagulación y floculación ayudaran a bajar su turbidez y parte de los coloides presentes en el agua. Otros parámetros que están presentes en el agua en forma disuelta necesitaran otro tratamiento para ser tratados como por ejemplo los metales, detergentes colorantes, DBO, DQO, Materia orgánica, coliformes, etc.

Las industrias necesitan de agua para funcionar y los seres vivos de esta para vivir, por ello es conveniente evaluar muy bien si los proyectos de tratamiento de agua o efluentes son bien planificados antes de ser aceptados para su ejecución, tanto en medio ambiente como en presupuesto y funcionamiento.

El presente trabajo ha sido preparado para dar a conocer el proceso de fabricación de agua de uso industrial a partir de agua de río. Este proceso se desarrolla principalmente en la siguiente secuencia: captación de agua río, separación sólidos suspendidos, clarificación agua río (coagulación, floculación y decantación), almacenamiento agua clarificada (laguna), filtros arena, desinfección (dosificación hipoclorito de sodio) y prensa de lodos.

En este proceso se obtiene agua industrial a partir de agua de río a través de un método de coagulación, floculación y filtración del agua en un clarificador mecánico de decantación, donde se obtiene agua clarificada hacia una laguna de regulación y lodo hacia tk de lodos para posterior prensado. Logrando así remover coloides presentes en el agua. El agua continua hacia los filtros de arena y posterior desinfección con cloro.

En todo este proceso se lleva un control flujo y parámetros de laboratorio para poder operar y cumplir con ciertos requisitos de calidad de agua. Se realizara control de pH, conductividad, temperatura, turbidez en agua río, clarificada, almacenada e industrial. Cloro residual en agua industrial. Parámetros que nos ayudan a la operación de la planta de agua. Además se muestra el ensayo de test de jarras para la correcta dosificación de químicos al clarificador de agua.

Y para terminar se mostrara cómo funciona el prensado de lodos.

Es muy importante cumplir con las normas vigentes de calidad de agua por lo que hay ciertos organismos que fiscalizan y norman la calidad de agua, otorgando los permisos necesarios para el funcionamiento de las empresas, siendo necesario tener un tratamiento tanto en afluentes como en efluentes de las industrias.



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA



INDICE

CAPITULO 1.....	10
AGUA Y SU DISTRIBUCION.....	10
Ciclo del agua.....	11
1.1. Propiedades físicas y químicas del agua.....	11
1.2 Material particulado en agua de rio.....	13
1.3. Tamaño de partículas en suspensión, coloidales.....	14
1.4. Turbidez.....	15
1.4.1 ¿qué es turbidez?.....	15
1.4.2 ¿que la causa?.....	15
1.4.3 Consecuencias e impactos de una alta turbidez.....	16
1.4.4 Como medir la turbidez y su máximo permitido.....	16
1.5 Calidad de agua.....	16
CAPITULO 2.....	18
2.1 Bocatoma y su objetivo principal.....	19
2.1.2 Separación de solidos.....	19
2.1.3 Sentina de bombeo.....	20
2.1.4 Tabla de datos laboratorio.....	20
CAPITULO 3.....	21
Clarificación del agua.....	23
3. Clarificación.....	23
3.1 Clarificador.....	24
3.2 Proceso de coagulación y floculación.....	25
3.3 Test de jarras y cálculos.....	27
CAPITULO 4.....	28
Laguna de regulación.....	29
Calculo de autonomía.....	29
CAPITULO 5.....	30
Filtro de arena.....	33
CAPITULO 6.....	32
Desinfeccion.....	33
6.1 El cloro y sus derivados.....	34
6.2 Quimica del cloro.....	35
Cálculos de concentración.....	35
CAPITULO 7.....	36
Prensa de lodos.....	37
Conclusiones.....	38



Bibliografía.....39



INTRODUCCION

El agua industrial es necesaria y fundamental para todo tipo de industria, ya que es usada para la fabricación de agua potable indispensable para el consumo humano, también es usada para fabricar agua desmineralizada con usos en calderas en la generación de vapor, el cual es necesario para generación de energía en un turbogenerador y así poder alimentar de energía todas las distintas etapas de los procesos industriales. En fin distintos clientes distinta calidad de agua y distintos procesos de remoción de contaminantes del agua.

En la fabricación de agua industrial se necesita la remoción de sólidos suspendidos y coloidales en el agua. En el agua potable se necesita además remover la materia orgánica. Y en agua desmineralizada se necesitara la eliminación los minerales disueltos en el agua causados por la dureza del agua, principalmente calcio y magnesio.

Los minerales causan problemas de incrustación en las tuberías de la industria y por ello es necesario disminuir las concentraciones de los minerales en un tratamiento de desmineralización antes de enviar a la generación de vapor.

Es por esto que es necesario conocer las distintas etapas de separación y eliminación de la contaminación del agua causada principalmente por la presencia de sólidos en suspensión y disueltos.

Las partículas contaminantes poseen distintos tamaños y característica específicos que las hacen tener un comportamiento distinto entre ellas. Hay sólidos que pueden ser de un tamaño más visible en el agua y así podemos dejar la suspensión en reposo, haciendo posible la separación por decantación gracias a la influencia de la fuerza de gravedad, si no también puede ser flotación, esto dependerá de las características del sólido, de su densidad relativa y del agua. También podemos usar el método de filtración que resulta más fácil y práctico.

Al contrario de estas partículas visibles en el agua, podemos presenciar unas partículas muy finas de naturaleza coloidal llamadas coloides que presentan una gran estabilidad en el agua esto debido a que presentan cargas superficiales electroestáticas del mismo signo, esto hace que se forme una fuerza de repulsión entre ellas y así no se pueden aglomerar y no sedimentan. A pesar de su tamaño comprendido entre 0,001 y 1 μm componen una parte importante en la contaminación de aguas y son la principal causa de la turbiedad del agua. Es imposible separar estas partículas por un sistema de decantación o flotación debido a su gran estabilidad que presentan. No podemos usar un método de filtrado ya que por su tamaño pasarían a través de cualquier filtro.

El proceso para separar partículas coloidales es el de coagulación y floculación. Pudiendo dosificarse en distintos equipos industriales ya sean cámaras, clarificadores, etc. Existiendo una gran variedad de diseños y por ende de operación.

Para el proceso de fabricación de agua se mostrara cada etapa y su funcionamiento con su respectivo control de laboratorio para el diseño de proceso establecido en esta ocasión. Haciendo énfasis en la clarificación del agua por método coagulación y floculación en el clarificador mecánico con ayuda test de jarras. Esta es una prueba de laboratorio donde se utilizan distintas dosis químicas, mezcla a velocidad, tiempo de asentamiento, este método se utiliza para conocer la dosis ideal o estimar el mínimo de coagulante requerido para alcanzar los niveles de calidad establecidos en una agua. Además se explicara como prensar los lodos generados en el clarificador.



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE DE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA



OBJETIVOS

Objetivo General

Dar a conocer el proceso de elaboración de agua potable a partir de agua de río.

Objetivos Específicos

- Dar a conocer la distribución, composición y características del agua.
- Dar a conocer los distintos contaminantes del agua y sus distintos tratamientos de remoción de contaminantes.
- Importancia de las etapas del proceso (captación de agua, separación gruesa, sala bombas, clarificación, laguna, filtro arena, cloración, prensado lodos).
- Analizar el desarrollo de la prueba de jarra y como se aplica la dosis optima de coagulantes y floculantes para plantas de tratamiento.



CAPITULO 1

Agua



1.1 Agua

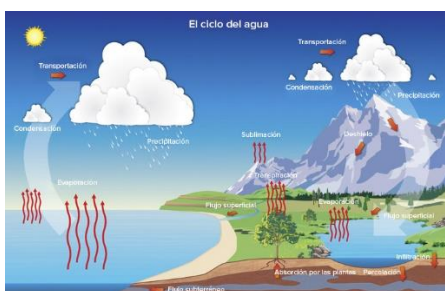
El **agua** (del latín *aqua*) es una sustancia cuya molécula está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (**H₂O**) unidos por un enlace covalente. El término agua, generalmente, se refiere a la sustancia en su estado líquido, aunque esta puede hallarse en su forma sólida, llamada hielo, y en su forma gaseosa, denominada vapor. Es una sustancia bastante común en la Tierra y el sistema solar, donde se encuentra principalmente en forma de vapor o de hielo. Es indispensable para el origen y sustento de la vida.

El agua cubre el 71 % de la superficie de la corteza terrestre. Se localiza principalmente en los océanos, donde se concentra el 96,5 % del total. A los glaciares y casquetes polares les corresponde el 1,74 %, mientras que los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales concentran el 1,72 %. El restante 0,04 % se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Origen del agua	Volumen del agua en kilómetros cúbicos	Porcentaje de agua total
Océanos	1,321,000,000	97.24 %
Capas de hielo, glaciares	29.200,000	2.14 %
Agua subterránea	8,340,000	0.61 %
Lagos de agua dulce	125,000	0,009 %
Mares tierra adentro	104,000	0,008 %
Humedad de la tierra	66,700	0,005 %
Atmosfera	12,900	0,001 %
Ríos	1,250	0,0001 %
Volumen total agua	1,360,000,000	100%

Fuente: Nace, Encuesta Geológica de los Estados Unidos, 1967 y El Ciclo Hidrológico (Panfleto), U.S. Geological Survey, 1984

Ciclo del agua



El agua circula en un ciclo de evaporación o transpiración (evapotranspiración), precipitación y desplazamiento hacia el mar. Los vientos la transportan en las nubes, como vapor de agua, desde el mar, y en sentido inverso tanta agua como la que se vierte desde los ríos en los mares, en una cantidad aproximada de 45 000 km³ al año. En tierra firme, la evaporación y transpiración contribuyen con 74 000 km³ anuales, por lo que las precipitaciones totales son de 119 000 km³ cada año.

Se estima que aproximadamente el 70 % del agua dulce se destina a la agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20 % del consumo mundial, empleándose en tareas de refrigeración, transporte y como disolvente en una gran variedad de procesos industriales. El consumo doméstico absorbe el 10 % restante. El acceso al agua potable se ha incrementado durante las últimas décadas en prácticamente todos los países. Sin embargo, estudios de la FAO (organización para las naciones unidas para la alimentación y la agricultura) estiman que uno de cada cinco países en vías de desarrollo tendrá problemas de escasez de agua antes de 2030; en esos países es vital un menor gasto de agua en la agricultura, modernizando los sistemas de riego.

1.1 Propiedades físicas y químicas del agua

El agua es un líquido en el rango de temperaturas y presiones más adecuado para las formas de vida conocidas: a la presión de 1 atm, el agua es líquida entre las temperaturas de 273,15 K (0 °C) y 373,15 K (100 °C). Los valores para el calor latente de fusión y de vaporización son de 0,334 kJ/g y 2,23 kJ/g respectivamente.

Al aumentar la presión, disminuye ligeramente el punto de fusión, que es de aproximadamente -5 °C a 600 atm y -22 °C a 2100 atm. Este efecto es el causante de la formación de los lagos subglaciales de la Antártida y contribuye al movimiento de los glaciares. A presiones superiores a 2100 atm el punto de fusión vuelve a aumentar rápidamente y el hielo presenta configuraciones exóticas que no existen a presiones más bajas.

Las diferencias de presión tienen un efecto más dramático en el punto de ebullición, que es aproximadamente 374 °C a 220 atm, mientras que en la cima del Monte Everest, donde la presión atmosférica es de alrededor de 0,34 atm, el agua hierve a unos 70 °C. El aumento del punto de ebullición con la presión se puede presenciar en las fuentes hidrotermales de aguas profundas, y tiene aplicaciones prácticas, como las ollas a presión y motores de vapor. La temperatura crítica, por encima de la cual el vapor no puede licuarse al aumentar la presión es de 373,85 °C (647,14 K).

A presiones por debajo de 0,006 atm, el agua no puede existir en el estado líquido y pasa directamente del sólido al gas por sublimación, fenómeno explotado en la liofilización de alimentos y compuestos. A presiones por encima de 221 atm, los estados de líquido y de gas ya no son distinguibles, un estado llamado agua supercrítica. En este estado, el agua se utiliza para catalizar ciertas reacciones y tratar residuos orgánicos.

La densidad del agua líquida es muy estable y varía poco con los cambios de temperatura y presión. A la presión de una atmósfera, la densidad mínima del agua líquida es de 0,958 kg/l, a los 100 °C. Al bajar la temperatura, aumenta la densidad constantemente hasta llegar a los 3,8 °C donde alcanza una densidad máxima de 1 kg/l. A temperaturas más bajas, a diferencia de otras sustancias, la densidad disminuye. A los 0 °C, el valor es de 0,9999 kg/l; al congelarse, la densidad experimenta un



descenso más brusco hasta 0,917 kg/l, acompañado por un incremento del 9 % en volumen, lo que explica el hecho de que el hielo flote sobre el agua líquida.

El agua como tal no tiene olor, ni color, ni sabor, sin embargo, el agua en la Tierra contiene minerales y sustancias orgánicas en disolución que le pueden aportar sabores y olores más o menos detectables según la concentración de los compuestos y la temperatura del agua. El agua puede tener un aspecto turbio si contiene partículas en suspensión. La materia orgánica presente en el suelo, como los ácidos húmicos y fúlvicos, también imparte color, así como la presencia de metales, como el hierro. En la ausencia de contaminantes, el agua líquida, sólida o gaseosa apenas absorbe la luz visible, aunque en el espectrógrafo se prueba que el agua líquida tiene un ligero tono azul verdoso. El hielo también tiende al azul turquesa. El color que presentan las grandes superficies de agua es en parte debido a su color intrínseco, y en parte al reflejo del cielo. Por el contrario, el agua absorbe fuertemente la luz en el resto del espectro, procurando protección frente a la radiación ultravioleta.

El agua es el producto final de reacciones de combustión, ya sea del hidrógeno o de un compuesto que contenga hidrógeno. El agua también se forma en reacciones de neutralización entre ácidos y bases.

El agua reacciona con muchos óxidos metálicos y no metálicos para formar hidróxidos y oxácidos respectivamente. También forma hidróxidos al reaccionar directamente con los elementos con mayor electropositividad, como los metales alcalinos y alcalinotérreos, que desplazan el hidrógeno del agua en una reacción que, en el caso de los alcalinos más pesados, puede llegar a ser explosiva debido al contacto del hidrógeno liberado con el oxígeno del aire.

A causa de su capacidad de autoionización, el agua puede hidrolizar otras moléculas. Las reacciones de hidrólisis pueden producirse tanto con compuestos orgánicos como inorgánicos. Son muy importantes en el metabolismo de los seres vivos, que sintetizan numerosas enzimas denominadas hidrolasas con la función de catalizar la hidrólisis de diferentes moléculas.

1.2 Material Particulado en Aguas Rio

Las impurezas disueltas en las aguas se pueden clasificar ampliamente en como sales inorgánicas, que son minerales disueltos que integran la formación geológica que contiene la fuente de agua y la materia orgánica la cual está relacionada con la vida acuática y la cubierta vegetal de los lechos de aguas. A estas impurezas naturales debemos adicionar las descargas de desagües domésticos, desechos de la industria y de la agricultura. El tratamiento de agua residual es un conjunto de operaciones y procesos que se aplican al agua con el propósito de remover o disminuir sus contaminantes, tales como la presencia de impurezas, sólidos en suspensión, microorganismos, materia orgánica, gases disueltos, minerales entre otros. El agua residual al ser tratada se puede evitar varios problemas que conlleva este proceso como el desgaste de material, obstáculos en tuberías, abrasiones en equipos de tratamientos y lo más importante es que se puede disminuir la pérdida de calidad del agua. Con este proceso podemos lograr que sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas no se vean alteradas y sean de calidad.

1.3. Tamaño de las partículas en suspensión

Los coloides que podemos encontrar en el agua cruda son finamente divididos por lo que no sedimentan dejando la solución en reposo y con acción de la fuerza de gravedad, su tamaño es de 1 – 100 mm entre ellos se incluyen arcillas, sílice, hierro, metales pesados y entre los coloides orgánicos encontramos ácidos húmicos, color y residuos de organismos muertos, el aceite en aguas residuales es considerada coloidal. En ablandamientos con cal los coloides pueden producirse por precipitación. El tiempo de asentamiento de las partículas en el agua en reposo dependerá del tamaño de esta. Existe una gran variedad de partículas coloidales por lo tanto su clasificación será por su tamaño. En la siguiente tabla clasificaremos algunas partículas según su tamaño y tiempo de asentamiento



Tipo	Mm	Micras	Area de la superficie (total)	Tiempo de asentamiento 1 m de caída
Grava	10	10000	3.14 cm ²	1 seg
Arena Gruesa	1	1000	31.4 cm ²	10 seg
Arena Fina	0.1	100	314 cm ²	125 seg
Limo	0.01	10	0.314 m ²	108 min
Bacterias	0.001	1	3.14 m ²	180 hrs
Materia Coloidal	0.0001	0.1	31.4 m ²	755 dias

Tabla 1. Sedimentación de partículas pequeñas de sílice de densidad relativa

Fuente: Manual del agua Su naturaleza, tratamiento y aplicaciones, editorial McGraw-Hill

En el detalle de la tabla podemos darnos cuenta que las partículas de menor tamaño tienen un tiempo de duración de decantación más alto, esto hace imposible su decantación por lo tanto es necesario la adición de una sustancia química que haga posible que sedimenten.

La coagulación es necesaria para los coloides ya que necesitan alcanzar un tamaño mayor y así adquieren una rapidez de asentamiento; aunque aun así se pueden presentar partículas mayores que no necesariamente son coloides y si se les brinda el tiempo necesario se asentarían de igual manera, necesitan del proceso de coagulación para que se formen los floculo mayor para que su asentamiento sea más rápido. A simple vista podemos observar partículas con un tamaño mayor de 100 micras, estas partículas son consideradas como solidos asentables. Las partículas que poseen un tamaño que va de los 10 a 100 micras son consideradas como turbidez y ya las partículas que tienen un tamaño bajo las 10 micras son las consideradas coloides. Las partículas que son visibles en microscopio óptico tienen un tamaño mayor de 0.1 micra y las partículas menores de 0.1 micra son detectables en un microscopio electrónico. El agua residual y su afinidad con los coloides Las partículas coloidales se clasifican en dos:

- ♣ Coloides Hidrófobos (rechazan, son adversos al agua)
- ♣ Coloides Hidrófilos (afinidad con el agua)

Los coloides hidrofóbicos no se dispersan espontáneamente en el agua por lo que necesitan de ayuda de medios físicos o químicos, estos coloides no son rodeados por las partículas del agua por lo tanto no reaccionan entre sí, la mayoría de las cerámicas naturales pertenecen a este tipo de coloides, aunque por lo general son partículas de materia inorgánica. Los coloides hidrófilos se dispersan de forma espontánea en el agua, estos coloides se rodean de moléculas de agua que previenen todo contacto posterior entre estas partículas, por lo general el tipo de partículas de este tipo son de materia orgánica, la carga eléctrica y la capa de agua que rodean estas partículas tienden a desplazar las partículas unas de otras y como consecuencia se estabilizan dentro de la solución.

1.4 Turbidez

1.4.1 ¿Qué es la turbidez?

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión.

Cuanto más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá ésta y más alta será la turbidez.

La turbidez es considerada una buena medida de la calidad del agua.



1.4.2 ¿Qué la causa?

Hay varios parámetros que influyen en la turbidez del agua. Algunos de estos son:

- Fitoplancton
- Sedimentos procedentes de la erosión
- Sedimentos resuspendidos del fondo (frecuentemente revueltos por peces que se alimentan por el fondo, como la carpa)
- Descarga de efluentes
- Crecimiento de las algas
- Escorrentía urbana

1.4.3 ¿Cuáles son las consecuencias e impactos de una alta turbidez?

Las partículas suspendidas absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y así reduciendo la concentración de oxígeno en el agua (el oxígeno se disuelve mejor en el agua más fría). Además algunos organismos no pueden sobrevivir en agua más caliente.

Las partículas en suspensión dispersan la luz, de esta forma decreciendo la actividad fotosintética en plantas y algas, que contribuye a bajar la concentración de oxígeno más aún.

Como consecuencia de la sedimentación de las partículas en el fondo, los lagos poco profundos se colmatan más rápido, los huevos de peces y las larvas de los insectos son cubiertas y sofocadas, las agallas se tupen o dañan...

Como consecuencia de la sedimentación de las partículas en el fondo, los lagos poco profundos se colmatan más rápido, los huevos de peces y las larvas de los insectos son cubiertas y sofocadas.

1.4.4 ¿Cómo medir la turbidez y cuál es la máxima turbidez permitida para uso humano?

La turbidez se mide en NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez. El instrumento usado para su medida es el nefelómetro o turbidímetro, que mide la intensidad de la luz dispersada a 90 grados cuando un rayo de luz pasa a través de una muestra de agua.

Según la OMS (Organización Mundial para la Salud), la turbidez del agua para consumo humano no debe superar en ningún caso las 5 NTU, y estará idealmente por debajo de 1 NTU.

1.5 Calidad del agua

Las fuentes de contaminación del agua pueden ser naturales (lluvia, materia vegetal en descomposición, erosión del suelo,...) o antropogénicas (actividad ganadera, subproductos de actividad industrial, aguas domésticas,...), pero ambas dan lugar a un agua que no cumple con los requisitos necesarios para asegurar su potabilidad.

Los procesos básicos de tratamiento de agua incluyen varias etapas: coagulación, floculación, separación de partículas (sedimentación/flotación), filtración y desinfección (cloración/ozonización). En muchas de estas etapas se realiza la incorporación de productos químicos al caudal de agua a tratar.

En los casos de aguas cuya calidad se ha comprobado y se consideran aptas para ser susceptibles de consumo humano, como pueden ser muchas aguas subterráneas y aquellas superficiales que cumplan las características incluidas en el Anexo II de la Orden Ministerial de 11 de mayo de 1998 sobre características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable para ser clasificadas como Tipo A1, su tratamiento previo al consumo humano consiste en un tratamiento físico simple (como podría ser la filtración) seguido de un proceso de desinfección. En el caso de Tipo A2, es necesario un tratamiento físico normal, tratamiento químico y desinfección. Para el Tipo A3 se requiere tratamientos físico y químico intensivos, afino y desinfección.



Parámetro	Unidad	Tipo A1	Tipo A2	Tipo A3
Ph	(6.5- 8.5)	(5.5 – 9.0)	(5.5 – 9.0)
Color	Unidad ptco	20	100	200
Solidos en suspensión	Mg/L	(25)	---	--
Temperatura	°C	25	25	25
Conductividad	Us/cm	1000	1000	1000
Nitratos	mg / litros NO ₃ ⁻	50	50	50
Fluoruros	mg / litros F	1.5	1.7	1.7
Hierro disuelto	mg / litros Fe	0.3	2.0	1
Manganeso	mg / litros Mn	0.05	0.01	1
Cobre	mg / litros Cu	0.05	0.05	1
Zinc	mg / l Zn	3	5	5
Boro	mg / l B	1	1	1
Arsénico	mg / l As	0.05	0.05	0.1
Cadmio	mg / l Cd	0.005	0.005	0.005
Cromo total	mg / l Cr	0.05	0.05	0.05
Plomo	mg / l Pb	0.05	0.05	0.05
Selenio	mg / l Se	0.01	0.01	0.01
Mercurio	mg/ l Hg	0.001	0.001	0.001
Bario	mg / l Ba	0.1	1	1
Cianuro	mg / l Cn	0.05	0.05	0.05
Sulfato (2)	mg / l SO ₄ ⁻²	250	250	250
Cloruros (3)	mg / l Cl ⁻²	200	200	200
Detergentes	mg laurilsulfato	0.2	0.2	0.5
Fosfatos	mg / l P ₂ O ₅	0.4	0.7	0.7
Fenoles	mg / fenoles	0.001	0.005	0.1
Hidrocarburos disueltos o emulsionados	mg / l	0.05	0.2	1
PAH	mg / l			
Plaguicidas totales	mg / l			0.001
DQO	mg / l O ₂	0.0002	0.0002	0.005
Oxígeno disuelto	% saturación	0.001	0.0025	30
DBO5	mg / l O ₂	-	-	30
Nitrogeno Keldall	mg / l N	70	50	7
Amoniaco	mg / l NH ₄ ⁺	3	5	3
Sustancias extraíbles como cloroformo	mg / l seco	1	2	4



Coliformes totales	u/ 100 ml	50	5000	20000
Coliformes fecales	u/ 100 ml	20	2000	10000
Estreptococos fecales	u/ 100 ml	20	1000	--
Salmonellas	----	Ausente en 5 litros	Ausente en 1 litro	

En Chile la calidad de agua potable debe cumplir con 43 parámetros los que se pueden clasificar en cuatro tipos, según lo establecido por la organización mundial de la salud y que es controlado por las empresas, servicios de salud y la SISS:

- 1º presencia de químicos y metales
- 2º turbiedad y ausencia de microorganismos
- 3º características físicas detectables por los sentidos (olor, color y sabor)
- 4º desinfección.



Capitulo 2

BOCATOMA

2.1 Bocatoma y su objetivo principal



Una bocatoma, o captación, es una estructura hidráulica destinada a derivar parte del agua disponible desde un curso de agua (río, arroyo, o canal), desde un lago o incluso desde el mar. En ocasiones es utilizada en grandes ríos, pero su costo es bastante alto. El agua desviada se utiliza para un fin específico, como abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, acuicultura, enfriamiento de instalaciones industriales, etc

El objetivo principal de bocatoma es la captación de agua de río para el proceso. Para esto bocatoma cuenta con rejillas de separación de sólidos, gruesa y fina. Un pozo de bombeo con bombas de impulsión, una bomba arenera y su instrumentación

2.1.2 Separación de solidos

La separación de solidos está dada por la retención de estos en rejillas con cierto mellaje. Una de mayor tamaño para evitar el ingreso de material de gran tamaño ya sea troncos, plásticos, materiales de desechos humano, etc.

Y una rejilla de separación fina de menor tamaño donde será retenidos principalmente ramas, hojas y pastos.

Para la operación de esta etapa del proceso es indispensable la limpieza frecuente de estas rejillas de separación de solidos ya que al estar saturadas afectan el flujo de agua que ingresa a la sentina de bombeo. La frecuencia de limpieza será de cada 4 horas, o mayor frecuencia de ser necesario. Para la realización de la limpieza estas rejillas, estas van montadas en una estructura donde se pueden manipular a través de un teclé eléctrico, donde se levantan se retira el material solido suspendido que es retenido por las rejillas y se vuelven a colocar en posición.

2.1.3 Sentina de bombeo





En la sentina de bombeo es donde llega el agua de río y es impulsada hacia el clarificador mecánico. Esta provista de 4 bombas de capacidad de 400 l/s cada una y cuenta con instrumentación de sensor de nivel de sentina, indicación de turbidez de agua, flujometro de caudal de agua, indicación de pH, conductividad temperatura.

Las bombas de la sentina de bombeo por lo general se operan con tres y una en reposo para mantención preventiva de estas.

2.1.4 Tabla de datos análisis de laboratorio

Fecha análisis	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Captación agua rio (m3/s)
23 jun 2022 06:00	7.17	100	7.8	27.1	1.200
23 jun 2022 10:00	7.29	101	9.5	26	1.203
23 jun 2022 14:00	7.30	101	9.3	28.9	1.173
23 jun 2022 18:00	7.35	102	9.6	38.6	1.190
23 jun 2022 22:00	7.29	104	9.3	43.6	1.185
24 jun 2022 02:00	7.21	121	8.7	48.1	1.185
24 jun 2022 06:00	7.15	124	9.1	69.4	1.175



Capítulo 3

Clarificación del agua

3. Clarificación



Cuando se habla de clarificación de agua se refiere a la eliminación de los sólidos suspendidos en el agua por decantación y parte de los coloidales por coagulación y floculación, en ningún caso se logra la eliminación de los sólidos disueltos. Para la eliminación de los sólidos disueltos como metales, detergentes, aniones disueltos, sales, sulfuros, solventes, colorantes, entre otros, se necesitan otros métodos ya que la coagulación no los elimina. Se podría eliminar parte de los metales disueltos en la coagulación si y solo si se hace un pre tratamiento del agua a tratar, ejemplo en el caso de la minería los metales disueltos como el plomo le aportan carácter ácido al agua la cual se ve clara, pero si se lleva a pH alcalino con soda caústica se podría remover parte del plomo con el método de coagulación y floculación ya que se precipita el coloide en forma de hidróxido de plomo el cual podría ser desestabilizado, floculado y posteriormente separado del agua por decantación, filtración o flotación.

En la clarificación del agua con coagulantes y floculantes se generan floculos de mayor tamaño que de no ser retirado de nuestro sistema se irán acumulando hasta que no se pueda separar del agua ya tratada. Es por eso que existen distintos tipos de separación y diseños de equipos: decantación, flotación y filtración para una separación sólido- líquido, del agua clarificada.

En los clarificadores los hay de sedimentación y flotación dependiendo de su diseño dependerá la operación del mismo. Además del floculo formado en la coagulación y floculación se decidirá cual emplear en la industria teniendo en cuenta la facilidad de asentamiento del lodo (según tamaño del floculo formado), se optara por uno de decantación o uno de flotación.

Para la elección del diseño de la planta de tratamiento se recomienda:

1ª realizar el diseño conceptual y pruebas de laboratorio : es acá donde entra el test de jarra ya que hay que elegir el coagulante y floculante a usar, los cuales no funcionan de igual modo con distintas calidades de agua (contaminantes presentes) y factores que afectan la coagulación.

2ª realizar pruebas en una planta piloto.

3ª diseños de ingeniería

4ª construcción y montaje

En este caso el clarificador es de decantación, quiere decir que el lodo producido será retirado desde el fondo en el centro del clarificador donde hay líneas para purgar el lodo.

3.1 Clarificador



Es un equipo de forma cónica que consta de accesorios como rastras, campana, turbina, purga de lodo, rebalse de agua clarificada, ingreso de afluente, dosificación de químicos, los cuales sirven en la operación de este, para llevar a cabo el retiro de lodo producido por decantación en la clarificación del agua de río de esta planta por el método de coagulación y floculación con coagulante (sulfato de aluminio) y polímero (poli electrolito iónico) respectivamente. Permitiendo llevar a cabo el proceso físico químico en un solo equipo abaratando costos en la construcción de nuestro proceso, ya que se puede hacer por separado cada etapa de la clarificación del agua (coagulación, floculación y sedimentación).

La operación del clarificador está dada principalmente por:

La turbina, que es usada para la mezcla de los químicos en la campana, que en conjunto con la rastra tiene como objetivo evitar que los lodos producidos salgan con el agua clarificada manteniéndose en el centro del clarificador. En la parte superior de rebalse del clarificador existen tubos de receptación de agua con orificios de cierto diámetro que ayudan a impedir el ingreso de floculos al agua clarificada.

El clarificador se opera con una altura de manto de lodo que en conjunto con el torque y la concentración de solidos de la purga de lodos nos ayudan a saber si retiramos lodo del clarificador para prensado. Además esta altura de manto de lodo ayuda a retener los floculos de menor tamaño producidos que no puede retener la campana y que por su peso no decantan en el clarificador y tienden a flotar.

Para lograr una altura óptima de manto de lodo en el interior del clarificador tanto la turbina y la rastra cuentan con variadores de frecuencia (de 0 a 100%) para poder operar a distintas velocidades de mezclado.

3.2 Proceso de coagulación y floculación

El objetivo principal de la coagulación y floculación es acelerar el proceso de sedimentación de los sólidos suspendidos de menor tamaño presentes en el agua y parte de los coloidales.

El proceso de coagulación tiene como objetivo principal la desestabilización de las partículas coloidales en suspensión, para que de esta forma favorezca la aglomeración de estas partículas, por lo tanto de esta manera se eliminaría las materias en suspensión estables, este proceso no solo eliminara la turbiedad del agua también bajara la concentración de materia orgánica y microorganismos que se encuentran dentro del agua.

El proceso de coagulación lo podemos definir como el proceso de desestabilización por neutralización de las partículas con carga, cada partícula se encuentra estable por cargas eléctricas negativas en su superficie, debido a esto repelen a las partículas que se encuentran a su alrededor.

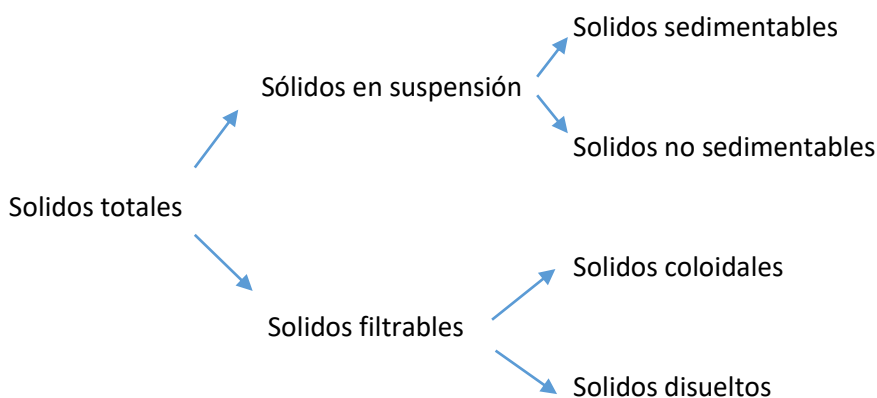


Debido a que no es posible el choque de las partículas y no se forman así masas más grandes, los llamados flóculos, no se pueden asentar estas partículas. El proceso de coagulación se lleva a cabo agregando coagulantes químicos los cuales desestabilizan las partículas, los coagulantes más utilizados son las sustancias químicas como las sales de aluminio, sales de hierro y los poli electrolitos.

El proceso de floculación es el paso siguiente a la coagulación. El floculo formado en la coagulación quizá no sea lo bastante grande como para asentarse o desecarse con la rapidez deseada. El objetivo del floculante es reunir las partículas floculadas en una red, formando puentes de una superficie a otra y enlazando así las partículas individuales en aglomerados

La velocidad de mezclado para el proceso de floculación debe ser lenta, esto permite que los flóculos se unan poco a poco; un mezclado rápido e intenso romperá los flóculos y raramente se volverán a formar en su tamaño y fuerza óptimos para su asentamiento. El proceso de floculación no solo aumenta de tamaño a las partículas del flóculo, también provoca un incremento en su peso. Para que el proceso se vea favorecido se puede adicionar alguna sustancia química floculante o un ayudante de floculación.

Los sólidos presentes en el agua se pueden clasificar según el siguiente esquema



Siendo los sólidos disueltos los que no se pueden eliminar por coagulación y floculación.

Entonces, los parámetros que no se pueden eliminar por esta técnica de un afluente o efluente de una industria serían;

Metales disueltos (plomo, zinc, cobre, hierro, manganeso, etc)

DBO y DQO disueltos

Aniones disueltos (sulfatos, cloratos, nitratos, etc)

Sales disueltas (de sodio, calcio, etc)

Sulfuros

Alcoholes y solventes

Detergentes.

3.3 Test de jarras

La dosis óptima de químicos a utilizar se calcula según técnica de análisis de laboratorio denominada test de jarras para un determinado volumen de agua a tratar.

En este análisis se adiciona distintas concentraciones de coagulante y floculante para encontrar la cantidad óptima de remoción de turbidez en el agua.

Este ensayo es el más representativo para determinar el comportamiento de los coagulantes y floculantes a menor escala. Este es un método de simulación de los procesos de coagulación y floculación, se realiza a nivel de laboratorio que nos permite obtener agua de una mejor calidad, fácilmente separable por decantación; los flóculos formados con distinta cantidad de dosis del coagulante dan como resultado valores distintos de turbiedad. El objetivo de este método es determinar las variables físicas y químicas del proceso de coagulación, floculación y sedimentación; tales como: la selección del tipo de coagulante, rango de pH óptimo para el proceso, gradientes y tiempo de mezcla rápida y floculación, la correlación de las velocidades y tiempo de sedimentación y la eficiencia de remoción.

Para la ejecución de la prueba:

1º Se tomarán 4 vasos de 1 litro a los cuales se le adiciona el agua de río a tratar (medir parámetros muestra inicial).

2º Se adicionan las distintas dosificaciones de coagulante y se pone en agitación a 250 RPM por 2 min. Luego disminuir agitación a 50 RPM y agitar por 7 min

3º Dosificar floculante y agitar a 300 rpm por 7 min dejar decantar por 15 min y medir análisis al sobrenadante.

Imagen a y b. prueba test jarras

A coagulante



B coagulante y floculante



Ejemplo: para un agua de río con los datos que se observan en la tabla se realiza prueba de test de jarra obteniéndose los datos que se muestra en tabla.

Datos agua río

Fecha análisis	pH	Conductividad (us/cm)	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Captación agua río (m3/s)
23 abril 2022 06:00	7.8	100	7.8	10.1	1.200

Test jarras

Nº muestra	1	2	3	4
Coagulante (ppm)	7	8	9	10
Floculante(ppm)	0.8	0.8	0.8	0.8
Ph	7.71	7.68	7.6	7.58
Turbidez	1.29	0.99	0.65	0.95
Conductividad	95	97	97	97
Temperatura	18.8	18.8	19	19

Con los datos obtenidos en la jarras se puede determinar el % de remoción de turbidez

Turbidez 10.1 ntu inicial

0.65 ntu final

% remoción de turbidez= $\frac{10.1 - 0.65}{10.1} = 93.56\%$

10.1

Al seleccionar nuestra jarra optima la numero 3 que se dosifico 9 ppm de coagulante (sulfato de Aluminio) y 0.8 ppm de floculante (polielectrolito)

El cálculo para dosificar 9 ppm de sulfato de aluminio a los 1200 l/s de agua río a tratar seria:

Lo primero es diluir el sulfato de aluminio que llega al 50% en estado líquido del tk de almacenamiento a un menor % en este caso será al 1% puesto que son pocas las ppm a dosificar

Si quiero preparar 2000 litros de sulfato de aluminio al 1% :

Usamos la fórmula de concentración de diluciones

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$



$$50\% \times V1 = 1\% \times 2000 \text{ litros}$$

$$V1 = \frac{1\% \times 2000 \text{ l}}{50\%}$$

$$50\%$$

$$V1 = 40 \text{ litros}$$

Entonces para preparar 2000 litros de sulfato de aluminio al 1%, tomo 40 litros de sulfato de aluminio al 50 % y completo con 1960 litros de agua.

Ahora de la fórmula de porcentaje y ppm podemos decir que

$$\text{Si } 1\% = 1/100 \text{ y } 1 \text{ ppm} = 1 / 1000000$$

$$\text{Entonces } 1\% = 10000 \text{ ppm o } 1 \text{ ppm} = 0,0001 \%$$

Usando la fórmula de diluciones

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

$$10000 \text{ ppm} \times V1 = 9 \text{ ppm} \times 1200 \text{ l/s}$$

$$V1 = \frac{9 \text{ ppm} \times 1200 \text{ l/s}}{10000 \text{ ppm}}$$

$$10000 \text{ ppm}$$

$$V1 = 1,08 \text{ l/s}$$

Entonces para tratar 1200 l/s de agua de río con jarra seleccionada de 9 ppm, se debe adicionar 1,08 l/s de sulfato de aluminio diluido al 1%.



Capítulo 4

Laguna de regulación

4. Laguna de regulación



La laguna de regulación o de almacenamiento es un gran cuerpo receptor del agua clarificada que tiene como objetivo principal asegurar el abastecimiento y mantener un flujo constante de agua clarificada hacia el proceso industrial. Está construida con una capa de geomembrana que evita que el agua se infiltre hacia las aguas superficiales de los suelos.

De la capacidad de almacenamiento de esta dependerá la autonomía con la cual la industria podrá operar ante alguna falta de abastecimiento, ante algún evento en el clarificador, problemas en bocatoma o un bajo caudal de agua en el río (caudal ecológico), lo que podría detener el proceso de envío de agua hacia la industria.

.

Como ejemplo:

Para una planta de tratamiento que trata 1 m³/seg de afluente, calcule autonomía de laguna si su capacidad de almacenamiento es de 800000 m³.

1ª pasar 1m³/seg a m³/día ; = 1m³/seg x 3600 x 24 = 86400 m³/ día

Por lo tanto 86400 m³ -----1 día

800000 m³ ----- x días

$$X = 9.26 \text{ días}$$

Podemos decir que para una planta de tratamiento de 1m³/seg se consumiría toda en 9.26 días

Es por esto que es necesario mantener un volumen ocupado de la laguna alto para asegurar el envío de agua al proceso.



Capítulo 5

Filtros de arena

Filtros de arena



Los filtros de arena tienen la finalidad de atrapar los sólidos suspendidos (floculos) que no pudieron ser separados de la clarificación del agua en el clarificador.

La filtración a través de Arena se produce por retención física de la suciedad en los huecos formados entre los gránulos usados a través de todo el manto filtrante. Se trata de una filtración en profundidad, característica que le confiere la mayor eficacia entre todos los sistemas. Soporta aguas muy contaminadas.

La Arena tiene capacidad de eliminar sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos, de poco tamaño, por efecto de las fuerzas eléctricas originadas por el rozamiento de los mismos al paso del agua a través del lecho filtrante. Ayuda con la eliminación de E. coli y coliformes totales.

El agua debe hacerse circular necesariamente a poca velocidad; de lo contrario se generan canales de paso preferente que hacen que no se produzca filtración.

El sistema produce una mínima pérdida de carga debido al uso de brazos colectores o crepinas en la salida de agua filtrada; éstos cubren toda la superficie del lecho, provocando uniformidad en la circulación del agua.



Capítulo 6

Desinfección

Piscina desinfección



Es la etapa final del proceso productivo de agua de uso industrial y potable. En donde con un químico de desinfección se ataca la materia orgánica presente en el agua, para este caso se usa hipoclorito de sodio concentrado, el cual también reaccionará con minerales disueltos como el hierro y manganeso, es por ello que se debe llevar un estricto control del residual de cloro libre en agua que es fundamental ya que en exceso es dañino para el ser humano por lo cual hay organismos que regulan los parámetros de calidad del agua.

Según lo indicado en la normativa NCh 409, la concentración residual de cloro libre en el agua potable debe encontrarse en los siguientes rangos, un mínimo del 0,2 mg/l y como máximo 2,0 mg/l, en cualquier punto de la red de agua, donde se quiera medir.

Las metodologías analíticas más habituales en la determinación de cloro libre. A día de hoy, las únicas recomendables para las medidas en continuo son el método colorimétrico con DPD y el método amperométrico.

La base del método colorimétrico es la adición de reactivos que dé lugar a un desarrollo de color. La aplicabilidad de este método a nivel de laboratorio o como medida puntual es indiscutible puesto que la adición secuencial de reactivos se realiza sobre una muestra estática que siempre es la misma. No obstante, en sistemas en continuo la alícuota que se ha de analizar cambia continuamente.

El sistema amperométrico de medida, a pesar de ser más complejo conceptualmente, es mucho más simple en su instalación que el sistema colorimétrico. Sencillamente, se trata de un sensor compuesto de varios electrodos en cuya superficie reacciona el cloro dando lugar a una intensidad de corriente.

6.1 EL CLORO Y SUS DERIVADOS

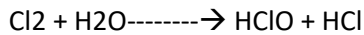
El uso del cloro como agente desinfectante empezó a principios del siglo XX y pasó a completar el proceso de filtración, que ya era ampliamente utilizado. Los productos de la familia del cloro más habituales para realizar la desinfección del agua son: cloro gaseoso, hipoclorito sódico, hipoclorito cálcico. El cloro (Cl_2) es un gas tóxico, más denso que el aire, de color verde amarillento. Es un producto muy oxidante que reacciona con muchísimos compuestos. En presencia de humedad es extremadamente corrosivo y por ello los conductos y los materiales en contacto con él han de ser de aleaciones especiales. El vapor de cloro es irritante por inhalación y puede causar heridas graves en caso de exposición a altas concentraciones. El manejo de cloro se ha de realizar pues, por parte de personal especializado y son necesarios sistemas de control y de alarma muy efectivos. Por estos motivos, es preferible la utilización de hipocloritos en solución o en forma sólida. El hipoclorito sódico ($NaClO$) en solución es un desinfectante que se utiliza desde el siglo XVIII y que popularmente se conoce como lejía. A nivel industrial se obtiene por reacción del cloro gas con una solución de hidróxido de sodio. Tras la reacción, se obtienen soluciones acuosas de color amarillo verdoso, que tienen una concentración determinada de cloro activo por litro. Se comercializa en disoluciones de concentraciones entre 3 y 15% en peso. El hipoclorito sódico es un oxidante muy potente e inestable, tanto, que una solución de 100 gramos de cloro activo por litro, después de ser almacenada durante 3 meses, puede contener 90 gramos o incluso menos. El hipoclorito cálcico



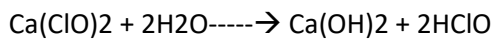
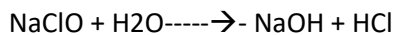
(Ca(ClO)₂) es un sólido blanco con contenido entre el 20 y el 70% de cloro activo. Es muy corrosivo y que puede inflamarse al entrar en contacto con ciertos materiales ácidos. Sin embargo, presenta dos ventajas respecto al hipoclorito sódico: su mayor contenido en cloro y su mayor estabilidad. Para ser utilizado, se diluye con agua para obtener una solución de concentración más manejable, por ejemplo, 2%.

6.2 QUÍMICA DEL CLORO

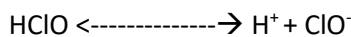
Cuando el Cl₂ se disuelve en agua, se hidroliza rápidamente para generar ácido hipocloroso y ácido clorhídrico.



En el caso de los hipocloritos, se produce la disociación de ambas sales de acuerdo a las ecuaciones:



Así pues, en cualquiera de los casos: cloro, hipoclorito sódico e hipoclorito cálcico, se acaba formando ácido hipocloroso, que es realmente la especie desinfectante. No obstante, éste se disocia según el siguiente equilibrio:



Además de su aplicación como desinfectante, el cloro y sus derivados han demostrado ser útiles también en:

- Control de olores y sabores
- Prevención de crecimiento de algas
- Eliminación de hierro y manganeso
- Destrucción de ácido sulfhídrico
- Eliminación de colorantes orgánicos
- Mejoras en la coagulación por sílica
- ...

Ejemplo: calcular la molaridad y el porcentaje masa masa si se disuelven 350 g de hipoclorito de sodio en agua volumen total 740 ml; densidad = 1,1 g/cm³

Formula química= NaClO

Masa molar = 74,44 g/mol

Densidad = 1,11 g/cm³

1 mol de NaClO ----- 74,4 g

X ----- 350 g

X ----- 4.7 mol de NaClO

(M) = 4.7mol/L/0.74 L = 6.35 M



De la fórmula de densidad

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}}$$

Despejamos masa = densidad x volumen = $1.1 \text{ g/cm}^3 \times 740 \text{ cm}^3 = 814 \text{ g}$ de disolución.

$\% \text{ masa/masa} = \text{masa del soluto} / \text{masa solución} \times 100$

$$350 \text{ g} / 814 \text{ g} = 43 \%$$



Capitulo siete

Prensado de lodos

Prensado de lodo



Es el proceso con el cual se le retira la humedad al lodo que se generó en la clarificación de agua por desaguado en filtros de bandas (puede ser de tornillo, prensa), disminuyendo su volumen y ayudando con el transporte. Mezclado con corteza sirve de combustible en una caldera de poder eso si debe tener poca humedad o afecta el funcionamiento de la caldera.

Como regla general, el uso de las plantas móviles de filtración está aconsejado cuando se trata de separar los sólidos y el líquido de lodos orgánicos o inorgánicos sin presencia de hidrocarburos, aunque existen numerosas excepciones en función de la naturaleza del lodo y de los ensayos que se realicen en nuestro laboratorio.

Su aplicación en el mundo de la industria está muy extendida. Los filtros prensa son usados en la minería tanto en los procesos de concentración del mineral como en el tratamiento de los relaves, también son usados en el tratamiento de los lodos de perforación, para deshidratar los lodos de depuradoras o los lodos generados en estaciones depuradoras de agua potable, en la industria alimentaria y papelera. La gran versatilidad de esta técnica hace que su uso sea muy popular cuando se trata de deshidratar lodos de manera eficiente.



Conclusiones

- El agua potable es cada vez más demandada por uso humano. Puede generar escasez en algunos países.
- Los procesos industriales y vida doméstica afectan el ciclo del agua siendo necesarias las plantas de tratamiento.
- La coagulación, floculación y sedimentación es necesaria para quitar turbidez y coloides presentes en el agua
- La filtración con arena y desinfección ayudan a la filtración de floc y eliminación de materia orgánica disuelta, fecales
- Turbidez menor a 5 NTU (1 NTU ideal) y Cloro residual entre 0.2 y 2 ppm son para consumo humano
- El test de jarras nos ayuda a identificar el coagulante, floculante y la dosis optima de coagulación, floculación
- El prensado de lodos es necesario para la eliminación de los lodos generados por la clarificación del agua
- El almacenar agua ayuda a tener abastecimiento de servicio por un determinado tiempo en caso de una contingencia. Y a una mejor respuesta ante variaciones de flujo y nivel en sentinas de bombeo
- La turbidez ha aumentado en los ríos y con ello su temperatura por acción de las descargas de efluentes domiciliarios e industriales. (cambio climático)



Bibliografía

- <https://www.serecogestion.com/tratamiento-de-lodos/filtro-prensa-tratamiento-lodos/>
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Bocatoma>
- <https://www.lenntech.es/turbidez.htm#ixzz7bD3mNm5Z>
- Datos propios y elaborados por experiencia de trabajo
- Google: coagulación y floculación