

TRATAMIENTO FÍSICO-QUÍMICO

La presencia en el agua de diversas sustancias sólidas constituye la parte más importante y aparente de la contaminación.

Debe eliminarse esta parte sólida para evitar gran número de inconvenientes, de los cuales los más importantes son la obstrucción de conducciones, abrasión de bombas, desgaste de materiales, etc., puesto que todo esto incide en los costes de explotación o de mantenimiento.

El tamaño de las partículas contaminantes presentes en el agua es muy variado. Hay sólidos que por su tamaño pueden observarse a simple vista en el agua y dejando la suspensión en reposo, se pueden separar bien por decantación bajo la influencia de la gravedad o bien por flotación, dependiendo de las densidades relativas del sólido y del agua. También resulta fácil separarlas por filtración.

Sin embargo, hay otras partículas muy finas de naturaleza coloidal denominadas coloides que presentan una gran estabilidad en agua. Tienen un tamaño comprendido entre 0,001 y 1 μ y constituyen una parte importante de la contaminación, causa principal de la turbiedad del agua. Debido a la gran estabilidad que presentan, resulta imposible separarlas por decantación o flotación. Tampoco es posible separarlas por filtración porque pasarían a través de cualquier filtro.

La causa de esta estabilidad es que estas partículas presentan cargas superficiales electrostáticas del mismo signo, que hace que existan fuerzas de repulsión entre ellas y les impida aglomerarse para sedimentar.

Estas cargas son, en general, negativas, aunque los hidróxidos de hierro y aluminio las suelen tener positivas.

El tratamiento físico químico del agua residual tiene como finalidad mediante la adición de ciertos productos químicos la alteración del estado físico de estas sustancias que permanecerían por tiempo indefinido de forma estable para convertirlas en partículas susceptibles de separación por sedimentación.

Para romper la estabilidad de las partículas coloidales y poderlas separar, es necesario realizar tres operaciones: coagulación, floculación y decantación o flotación posterior.

La coagulación consiste en desestabilizar los coloides por neutralización de sus cargas, dando lugar a la formación de un floculo o precipitado.

La coagulación de las partículas coloidales se consigue añadiéndole al agua un producto químico (electrolito) llamado coagulante. Normalmente se utilizan las sales de hierro y aluminio.

El electrolito al solubilizarse en agua libera iones positivos con la suficiente densidad de carga para atraer a las partículas coloidales y neutralizar su carga.

Se ha observado que el efecto aumenta marcadamente con el número de cargas del ión coagulante. Así pues, para materias coloidales con cargas negativas, los iones Ba y Mg, bivalentes, son en primera aproximación 30 veces más efectivos que el Na, monovalente; y, a su vez, el Fe y Al, trivalentes, unas 30 veces superiores a los divalentes.

Para los coloides con cargas positivas, la misma relación aproximada existe entre el ión cloruro, Cl⁻, monovalente, el sulfato, (SO₄)⁻², divalente, y el fosfato, (PO₄)⁻³, trivalente.

EL pH es un factor crítico en el proceso de coagulación. Siempre hay un intervalo de pH en el que un coagulante específico trabaja mejor, que coincide con el mínimo de solubilidad de los iones metálicos del coagulante utilizado.

Siempre que sea posible, la coagulación se debe efectuar dentro de esta zona óptima de pH, ya que de lo contrario se podría dar un desperdicio de productos químicos y un descenso del rendimiento de la planta. Si el pH del agua no fuera el adecuado, se puede modificar mediante el uso de productos adecuados.

Para que la coagulación sea óptima, es necesario que la neutralización de los coloides sea total antes de que comience a formarse el flóculo o precipitado. Por lo tanto, al ser la neutralización de los coloides el principal objetivo que se pretende en el momento de la introducción del coagulante, es necesario que el reactivo empleado se difunda con la mayor rapidez posible, ya que el tiempo de coagulación es muy corto

Los coagulantes principalmente utilizados son las sales de aluminio y de hierro.

EMISON

Internet: www.emisonamerica.com

Mail: comercial@emisonamerica.com

Sulfato de aluminio (también conocido como sulfato de alúmina) ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$)

Rango de pH para la coagulación óptima: 5-7,5. Dosis: en tratamiento de aguas residuales, de 100 a 300 g/m³, según el tipo de agua residual y la exigencia de calidad. Se necesita de cal un tercio de la dosis de sulfato de alúmina comercial. Con carbonato de sodio se necesita entre el 50 y el 100% de la dosis de sulfato de aluminio comercial.

Sulfato ferroso (FeSO_4)

Rango de pH para la coagulación óptima, alrededor de 9,5.: se necesitan de 200 a 400 g/m³ de reactivo comercial $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Dosis de cal: el 26% de la dosis de sulfato ferroso.

Sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$)

Rango de pH para la coagulación óptima: entre 4 y 7, y mayor de 9. Dosis: de 10 a 150 g/m³ de reactivo comercial $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Dosis de cal: el 50% de la dosis de sulfato férrico.

Cloruro férrico (FeCl_3)

Rango de pH para la coagulación óptima: entre 4 y 6, y mayor de 8. Dosis: de 5 a 160 g/m³ de reactivo comercial $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ La selección del coagulante y la dosis exacta necesaria en cada caso, sólo puede ser determinada mediante ensayos de laboratorio.

En la floculación tratamos de unir los flóculos ya formados con el fin aumentar su volumen y peso de forma que pueden decantar. Consiste en la captación mecánica de las partículas neutralizadas dando lugar a un entramado de sólidos de mayor volumen. De esta forma, se consigue un aumento considerable del tamaño y la densidad de las partículas coaguladas, aumentando por tanto la velocidad de sedimentación de los flóculos.

Existen además ciertos productos químicos llamados floculantes que ayudan en el proceso de floculación. Un floculante actúa reuniendo las partículas individuales en aglomerados, aumentando la calidad del flóculo (flóculo más pesado y voluminoso).

Hay diversos factores que influyen en la floculación:

- Coagulación previa lo más perfecta posible. La floculación es estimulada por una agitación lenta de la mezcla puesto que así se favorece la unión entre los flóculos. Un mezclado demasiado intenso no interesa porque rompería los flóculos ya formados.
- La influencia principal de la temperatura en la floculación es su efecto sobre el tiempo requerido para una buena formación de flóculos. Generalmente, temperaturas bajas dificultan la clarificación del agua, por lo que se requieren periodos de floculación más largos o mayores dosis de floculante.
- Un agua que contiene poca turbiedad coloidal es, frecuentemente, de floculación más difícil, ya que las partículas sólidas en suspensión actúan como núcleos para la formación inicial de flóculos.

Según su naturaleza, los floculantes pueden ser:

Minerales: por ejemplo la sílice activada. Se le ha considerado como el mejor floculante capaz de asociarse a las sales de aluminio. Se utiliza sobre todo en el tratamiento de agua potable.

Orgánicos: son macromoléculas de cadena larga y alto peso molecular, de origen sintético. Son macromoléculas de cadena larga, solubles en agua, conseguidas por asociación de monómeros simples sintéticos, alguno de los cuales poseen cargas eléctricas o grupos ionizables por lo que se le denominan polielectrolitos. La selección del polielectrolito adecuado se hará mediante ensayos jarrest.

El tratamiento físico-químico puede constituir una única etapa dentro del tratamiento del agua residual o bien puede interponerse como proceso de depuración complementario entre el pretratamiento y el tratamiento biológico.

En cualquiera de los dos casos, el vertido procedente del pretratamiento es sometido a las distintas fases de depuración físico-químicas:

- Pretratamiento
- Coagulación
- Coadyuvación
- Floculación.

El proceso de coagulación se efectúa en un sistema que permita una mezcla rápida y homogénea del producto coagulante con el agua residual.

La coadyuvación tiene como finalidad llevar el vertido a un pH óptimo para ser tratado. Para ello se utilizan ciertos productos químicos llamados coadyuvantes o ayudantes de coagulación. Este proceso tiene lugar en la misma cámara donde se realiza la coagulación.

El vertido, una vez coagulado, pasará a la siguiente etapa, denominada floculación. En dicha etapa, se le añade al agua un producto químico llamado floculante (poli electrolito), cuya función fundamental es favorecer la agregación de las partículas individuales o flóculos formados durante la coagulación. Se originan flóculos de mayor tamaño, los cuales, debido a su aumento de peso, decantarán en la última etapa del tratamiento físico-químico.

La floculación puede tener lugar en un floculador separado o bien en el interior de un decantador. Los floculadores son depósitos provistos de sistemas de agitación que giran con relativa lentitud para no romper los flóculos formados durante la coagulación. El tiempo de retención en estos sistemas suele ser de 10 a 30 minutos. Los sistemas de agitación pueden estar constituidos por hélices o por un conjunto de palas fijadas sobre un eje giratorio horizontal o vertical.

Otra posibilidad es realizar el proceso de coagulación-floculación y decantación en una sola unidad. En este caso, el decantador lleva incorporado un sistema de recirculación de fangos para mejorar el crecimiento de las partículas y facilitar su sedimentación. La dosificación de polielectrolito también se hace en forma de disolución, debido a las características propias del reactivo (alta viscosidad), su preparación requiere un especial cuidado.

El depósito de almacenamiento de polielectrolito deberá disponer de un agitador para poder proceder a su acondicionamiento. La aplicación del reactivo al agua se realiza mediante una bomba especial para este tipo de producto. Se suele utilizar una bomba de desplazamiento y caudal variable, por ejemplo, una bomba tipo mono, de engranaje, pistón, etc.

Las principales aplicaciones del tratamiento físico-químico son las siguientes:

- Depuradoras para zonas turísticas con vertidos reducidos a ciertas épocas del año. En el caso de poblaciones cuyos vertidos reducidos a ciertas épocas del año o para cubrir puntas estacionales.

En depuradoras que tratan los vertidos de una comunidad o de una población cuyo número de usuarios es muy variable, o bien, para cubrir puntas estacionales, este tratamiento puede aplicarse inmediatamente antes de una depuración biológica. En este caso la misión del tratamiento físico químico sería la reducción de la contaminación que llega al proceso biológico.

- Depuradoras para zonas industriales o mixtas donde los vertidos arrastran iones metálicos tóxicos que pueden destruir la actividad biológica. En muchas localidades, la descarga de vertidos industriales a las alcantarillas ha dado como resultado un agua residual que no es tratable por medios biológicos. En tales situaciones, el tratamiento físico químico constituye una solución alternativa

- Depuradoras industriales en las que la carga contaminante es elevada o variable.