

Programa Específico: Instalaciones hidráulicas y plantas potabilizadoras

TEMA 8. PROCESO DE TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS EN GENERAL. ETAPAS BÁSICAS. REACTIVOS. DECANTACIÓN. FILTRACIÓN. ESTERILIZACIÓN.

1.- CARACTERÍSTICAS DE POTABILIDAD EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO.

El agua posee unas características físicas, químicas y biológicas cuyos parámetros deben ser adecuados para su uso en abastecimiento urbano requiriéndose en general un tratamiento de potabilización que permita dicho uso y cuyos procesos dependerán de la calidad inicial del agua, aspecto muy ligado a su procedencia, superficial o subterránea.

Las **principales características físicas** son la **turbidez, sólidos en suspensión, color, olor, sabor y temperatura.**

Las **características químicas** se refieren a los principales compuestos inorgánicos y orgánicos presentes en el agua. Los **compuestos inorgánicos** elevan la conductividad del agua y pueden producir la denominada dureza del agua por la presencia de altas concentraciones de calcio y magnesio, pero es más preocupante la presencia de nitratos en aguas subterráneas, procedente principalmente de fertilizantes agrícolas y que en determinadas concentraciones puede tener un efecto cancerígeno. Respecto a los **compuestos orgánicos**, la medición del carbono orgánico total permite determinar la cantidad total de materia orgánica, pero son necesarias técnicas de cromatografía para analizar la presencia de sustancias muy tóxicas como pesticidas, disolventes o trihalometanos.

Por último, las **características biológicas** se refieren a los **microorganismos** presentes en el agua (protozoos, bacterias, virus e incluso algunos animales superiores) y que pueden transmitir enfermedades a través de los correspondientes patógenos. Entre estos organismos destacan los coliformes fecales (*Escherichia coli*), cuya presencia identifica la contaminación fecal y la existencia de organismos patógenos. Otros parámetros microbiológicos a considerar son los enterococos intestinales, el *Clostridium perfringens* y la *Legionella*.

Las características de calidad que deben cumplir las aguas destinadas de consumo humano se fijan en la correspondiente normativa europea y estatal, cuyos principales instrumentos son los siguientes:

- **Directiva europea 2020/2184/UE, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano**, que sustituye a la anterior Directiva 98/83/CE. Las principales modificaciones respecto a la anterior Directiva se refieren a:
 - Actualización de los valores umbrales de calidad del Anexo I e inclusión de nuevos parámetros a controlar.
 - Se plantea el compromiso de analizar antes de enero de 2029 la amenaza de los microplásticos y los productos farmacéuticos y sus posibles limitaciones.
 - Exigencia de realizar una evaluación de riesgo en los sistemas de distribución domiciliaria que debe incluir: la caracterización de las zonas de captación, la detección de los peligros y sucesos peligrosos que pueden afectar a la calidad

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

del agua y el correspondiente control de los parámetros pertinentes incluyendo requisitos mínimos para los materiales en contacto con el agua de consumo humano.

- o Control de fugas estructurales desde las captaciones hasta las acometidas.
- **Decisión de Ejecución (UE) 2022/679 de la Comisión de 19 de enero de 2022 por la que se elabora una lista de observación de sustancias y compuestos que suscitan preocupación en relación con las aguas destinadas al consumo humano como se establece en la Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo.**
- **Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro,** con el que se traspone a la legislación nacional la Directiva 2020/2184/UE y se deroga el anterior Real Decreto 140/2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Tiene una doble finalidad, por una parte, proteger la salud humana de cualquier contaminación del agua de consumo al garantizar que sea salubre y limpia y, por otra, facilitar el acceso a la misma como parte de los compromisos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. Se aplica tanto a las aguas de captación como a las aguas de consumo humano así como las aguas de consumo en el ámbito de la empresa alimentaria.

Los principales aspectos que quedan regulados son:

- o Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo, respecto a los parámetros a controlar, muestreos a efectuar, control de los sistemas de captación y distribución, posibles incidencias y régimen sancionador.
- o Evaluación y gestión de riesgos para la salud humana en todo el abastecimiento a través de los Planes Sanitarios de Agua.
- o Zonas de captación, para lo que se requiere la coordinación entre las administraciones hidráulica y las autoridades sanitarias en el establecimiento de perímetros protección y la inclusión de estas zonas dentro de los registros de zonas protegidas con la planificación hidrológica.
- o Control de fugas estructurales (establecimiento del Índice de Fugas Estructural y elaboración del Informe Nacional Fugas (antes de 1 dic. 2025)).
- o Transparencia y acceso a la información (SINAC).

2.- ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE.

Las aguas destinadas al consumo público deben adecuar sus características y parámetros a los requerimientos normativos indicados anteriormente, para lo que se requiere habitualmente una Estación de Tratamiento de Agua Potable (**ETAP**) que pueden incluir **diversos tratamientos de carácter físicos o químicos** (F/Q) en función del contaminante a eliminar, de acuerdo con la siguiente tabla, en la que se ha remarcado aquellos contaminantes y tratamientos más habituales.

Por tanto, potabilizar el agua o, lo que es lo mismo, hacerla apta para el consumo humano consiste en someterla a una serie de procesos físicos y químicos encadenados para eliminar de ella la materia mineral, los materiales orgánicos (fenoles, hidrocarburos, detergentes, residuos de pesticidas y demás impurezas) y los contaminantes biológicos. Se trata de **cubrir una serie de etapas o tratamientos**, cada uno de los cuales engloba distintas técnicas.

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

En este sentido, el esquema de tratamiento típico de una ETAP puede tener múltiples configuraciones dependiendo de múltiples factores entre los que se tienen gran importancia la calidad del agua en origen y la calidad del agua final deseada, pero en la que también tiene influencia factores diversos como la experiencia del diseñador, las instalaciones previamente existentes, el tamaño de la instalación o los costes iniciales de construcción o futuros de operación.

CONTAMINANTE A ELIMINAR	TRATAMIENTO UTILIZADO	CLASIFICACIÓN
Microorganismos patógenos	Cloración	Q
	Ozonización	Q
	Radiación UV	F
Turbidez y materias en suspensión	Tamizado	F
	Sedimentación	F
	Filtración	F
	Coagulación/Floculación/Sedimentación/Filtración	Q/F/F/F
Color	Adsorción	Q
	Cambio iónico	Q
	Coagulación/Floculación/Sedimentación/Filtración	Q/F/F/F
Gusto y olor	Oxidación (aireación)	F/Q
	Adsorción	Q
	Oxidación química	Q
Materia orgánica	Adsorción	Q
	Cambio iónico	Q
	Ozonización	Q
	Coagulación/Floculación/Sedimentación/Filtración	Q/F/F/F
Dureza (Ca ²⁺ y Mg ²⁺)	Precipitación	Q
	Cambio iónico	Q
Gases disueltos	Aireación	F
	Desaireación a vacío	F
	Cloración	Q
Metales pesados	Cambio iónico	Q
	Ósmosis inversa	F
Hierro y manganeso	Cambio iónico	Q
	Oxidación/Precipitación	Q/Q
Sólidos inorgánicos disueltos	Ósmosis inversa	F
	Destilación	F

Sin embargo, pueden considerarse los siguientes **principios comunes de tratamiento**:

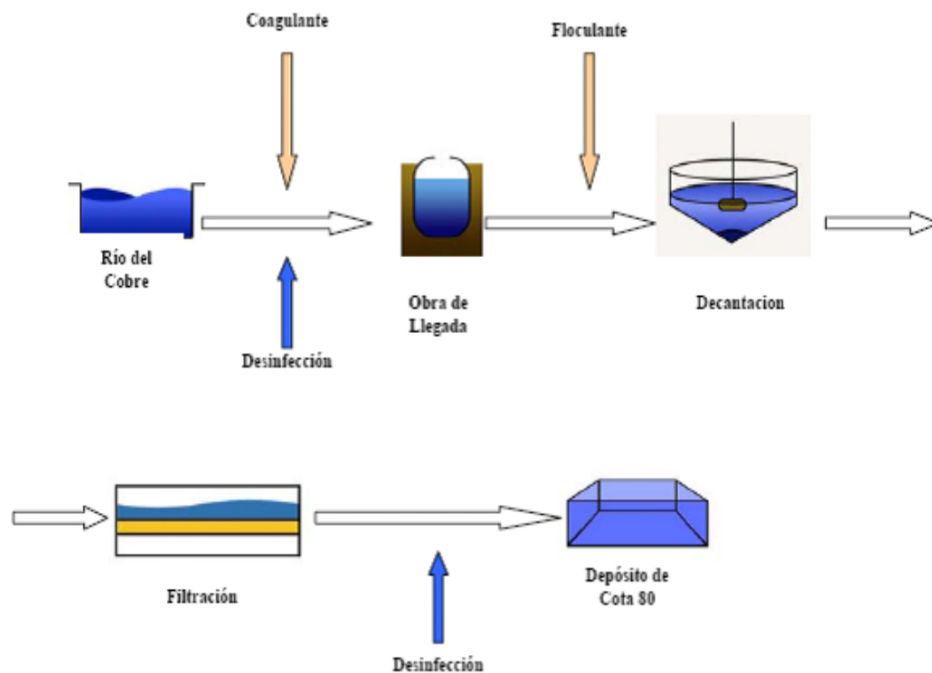
- **Decantación**: Esta actuación incluye también una primera actuación de **desbaste** consistente en la eliminación de los sólidos más gruesos que puede traer el agua en origen mediante el uso de rejillas, pero esencialmente consiste en la separación de las partículas sólidas del agua por gravedad. Normalmente la decantación se favorece por medio de técnicas de coagulación y de floculación, que son procesos

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

electrostáticos que aglutinan partículas haciéndolas más voluminosas y pesadas, sedimentando en decantadores al circular agua a baja velocidad.

- **Filtración:** En el proceso de filtración el agua atraviesa un medio poroso caracterizado por un tamaño de paso determinado. En este proceso se retienen partículas de tamaño coloidal. El proceso de filtración se puede llevar a cabo con distintos materiales: si el agua bruta es dulce se emplea normalmente como material filtrante arena silícea (lechos de arena); sin embargo, si el agua bruta es salobre se emplean técnicas de filtración a base de membranas permeables (ultrafiltración, nanofiltración u ósmosis inversa).
- **Esterilización:** La esterilización o desinfección es la última etapa en el proceso de tratamiento de potabilización y consiste en la eliminación de los microorganismos patógenos que todavía contenga el agua. Normalmente en la desinfección se utiliza el cloro en fase gas o en fase líquida, debido a que posee carácter de biocida residual, es decir, permanece en el agua hasta el grifo del consumidor. Otras técnicas de desinfección son los tratamientos con ozono o desinfección ultravioleta.

A veces, son necesarios tratamientos complementarios del agua para eliminar olores, sabores y sales minerales: filtración sobre carbón activo, ozonización y ablandamiento de aguas duras. Asimismo, durante el tratamiento se producen fangos, que se espesan y deshidratan y se aprovechan en distintos usos.



Esquema simplificado de ETP tipo

3.- DECANTACIÓN.

Previamente a la decantación propiamente dicha se realiza:

- La captación del sistema hídrico, tanto superficial mediante azud de derivación en el curso fluvial, como subterránea mediante el correspondiente pozo de extracción.
- El desbaste que permite eliminar del agua bruta todos los elementos más grandes que vengan arrastrados (plásticos, papeles, botes, ramas, cañas, hojas) mediante:
 - o Rejas con un paso entre barrotes de unos 20 mm, normalmente con un dispositivo automático de limpieza para facilitar la operación y minimizar su mantenimiento.
 - o Macrotamices, con unos pasos de malla de unos 10 mm, que también suelen incorporar dispositivos de limpieza automática

La decantación es el proceso de eliminación de impurezas presentes en el agua que hace que ésta pueda aparecer turbia o coloreada e incluye habitualmente dos procesos complementarios:

- Coagulación-floculación: las partículas se aglutinan en pequeñas masas con peso específico superior al del agua, llamadas flóculos.
- Sedimentación: los flóculos ya formados decantan, por efectos de la fuerza de la gravedad, separándose del agua en una acción de clarificación.

Este proceso se usa para la eliminación de:

- turbiedad orgánica e inorgánica que no puede sedimentar rápidamente
- color
- bacterias, virus y organismos patógenos, que puedan ser separados por coagulación
- algas y plancton en general

La turbiedad es la capacidad de un líquido de dispersar un haz luminoso, y puede deberse a partículas de arcilla, algas o crecimientos bacterianos. El tamaño de estas partículas responsables de la turbiedad varía desde 0,1 mm (arenillas finas) a 10^{-6} mm de algunas partículas coloidales. Los elementos más gruesos pesan lo suficiente para sedimentarse rápidamente, en cambio las partículas coloidales forman suspensiones estables que precisarían de años para su sedimentación natural.

El color está constituido por sustancias químicas, generalmente proveniente de la degradación de materia orgánica (hojas, plantas acuáticas, madera, etc.)

La coagulación-floculación es el proceso por el cual las partículas se aglutinan en pequeñas masas con peso específico superior al del agua, llamadas flóculos, lo que facilita su posterior sedimentación.

La presencia de partículas coloidales, caracterizadas por una relación área superficial/masa muy elevada, conduce a la presencia de cargas negativas en la superficie de dichas partículas, lo que hace que se repelan y no entren en contacto para formar aglomerados de mayor peso, lo que dificulta su sedimentación. Estas cargas negativas se anulan mediante la adición de las sustancias denominadas coagulantes que son sales minerales de cationes (hierro, aluminio), lo que permite el contacto entre las partículas y la formación de pequeños coágulos. Posteriormente estos coágulos se aglutinan, mediante

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

el movimiento del agua para facilitar el choque entre partículas, formando los flóculos que posteriormente serán eliminados por sedimentación.

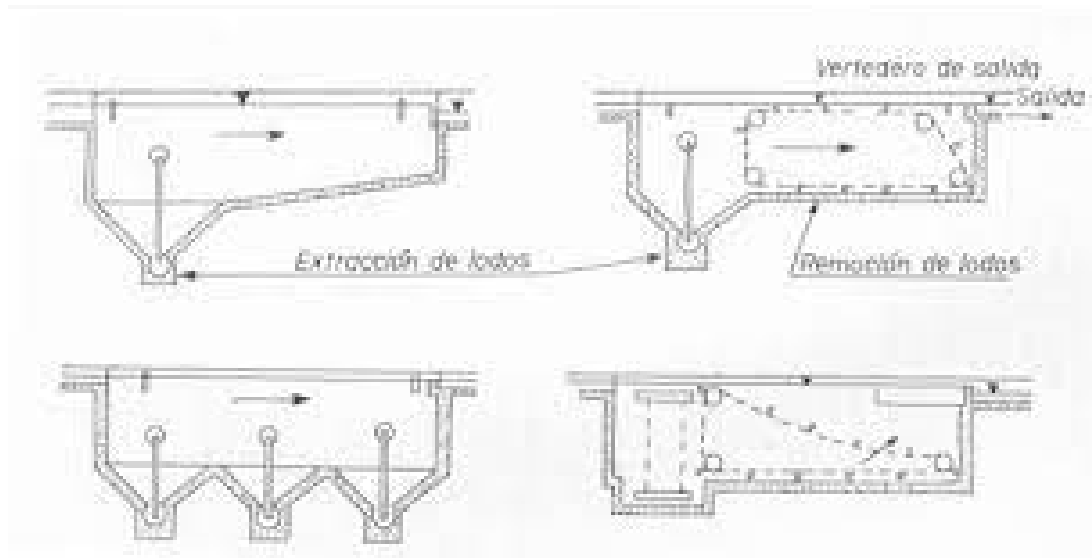
La sedimentación es la fase de proceso en la cual los flóculos ya formados decantan, por efectos de la fuerza de la gravedad, separándose del agua en una acción de clarificación.

Las partículas y flóculos sedimentan a una velocidad V_s y el agua circula por el decantador a una velocidad V_d . Para que se produzca la decantación se debe cumplir que $V_s > V_d$. Dado un determinado caudal Q , cuanto mayor sea V_s y menor V_d mejor será la sedimentación, por lo que se requiere reducir la V_d , aumentando la superficie S : $V_d = Q/S$, pudiéndose distinguir tres tipos de decantadores en función del flujo del agua:

- Clásico, cilíndrico-cónico de flujo vertical
- Clásico, rectangular de flujo horizontal
- Lamelar, que aumentan enormemente la superficie efectiva al insertar lamelas, ya que de hecho descomponen en decantador en N decantadores y reducen de forma importante el valor de V_d . Las lamelas tienen habitualmente forma hexagonal (nido de abeja), lo que supone una elevada relación de superficie equivalente de decantación.



Lamelas para decantador de ETAP



Decantadores rectangulares de flujo horizontal

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

Antiguamente, los decantadores eran estáticos y sin ningún contacto con los fangos, pero en la actualidad todos los modernos decantadores disponen de algún sistema de contacto de fangos por:

- recirculación de fangos
- lecho de fangos

que, junto a la disposición de lamelas, permiten rendimientos mucho mayores.

La recirculación de fangos se consigue con unas rasquetas que empujan el fango a la zona central con fondo inclinado, recogiendo en una poceta, donde se purga el exceso de fangos y desde donde se recirculan los fangos mediante una bomba volumétrica.

En el caso de lecho o manto de fangos, el agua bruta pasa a través del lecho de fangos, donde se produce una floculación acelerada, y sedimenta posteriormente cuando ha cruzado dicho manto. En estas instalaciones deben realizarse cada cierto tiempo, de forma planificada, pulsaciones del manto de fangos mediante descargas de presión para mantener dicho manto en condiciones adecuadas de limpieza.

La combinación de los distintos esquemas de flujo y de contacto con los fangos conduce a los decantadores más habituales, con distintos rendimientos:

- flujo horizontal sin contacto con fangos
- flujo vertical con recirculación de fangos
- flujo vertical con manto de fangos
- lamelar con recirculación de fangos

4.- FILTRACIÓN.

El objetivo básico de la filtración es separar las partículas y microorganismos, que no han quedado retenidos en los procesos previos de coagulación-floculación y sedimentación. Por tanto, estos procesos previos deben ser lo más eficientes posibles para evitar que sobre los filtros recaiga toda la reducción de turbidez y puedan actuar como un seguro y una barrera eficaz en la línea de tratamiento.

La filtración es un procedimiento en el que se utiliza el paso de una mezcla líquido- sólido a través de un medio poroso que retiene los sólidos y deja pasar los líquidos. En los filtros utilizados en el tratamiento del agua, el medio filtrante tiene mucho espesor, incluso superior a 1 m, y las partículas quedan retenidas en el interior de la masa porosa. No se produce ninguna clasificación de las partículas, sino una adherencia de las partículas a la superficie de los granos del material filtrante.

Los filtros se pueden clasificar de varias formas, según:

- velocidad de filtración: rápidos o lentos
- medio filtrante utilizado: arena, antracita, carbono activo granular (CAG)
- sentido del flujo: ascendente, descendente, mixto, horizontal
- procedimiento de carga sobre el medio filtrante: gravedad o presión

Tradicionalmente en las ETAP se han utilizado filtros de arena con flujo descendente por gravedad, aunque en la actualidad los medios filtrantes más utilizados son la arena silíceas, la antracita y el CAG.

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

El funcionamiento hidráulico del filtro sigue la ley de Darcy, en la que la pérdida de carga (P) es proporcional a la velocidad de filtración (v), la altura del lecho filtrante (h) y el coeficiente de Darcy (k): $P = k v h$. Un mayor espesor del lecho filtrante reduce la turbidez del agua tratada, pero incrementa la pérdida de carga tolerable, por lo que es necesario alcanzar un compromiso entre la máxima pérdida de carga tolerable y la máxima turbidez permisible del agua tratada. Este espesor define la mínima altura de capa necesaria para obtener el mejor filtrado correspondiente a la granulometría y material utilizados. En general se puede decir que cuanto más fina es la arena, menor puede ser el espesor de la capa.



Esquema de filtro vertical en una ETAP

Con el funcionamiento ordinario, el filtro se va ensuciando y la pérdida de carga se hace mayor, pudiendo llegar a perforarse el filtro, es decir, el agua desplaza a la arena creando caminos preferenciales, anulando la acción de filtración y aumentando bruscamente la turbiedad. Por ello, cuando el filtro se satura de materia en suspensión, se requiere de un lavado para eliminarla y dejarlo en condiciones normales de funcionamiento. El ciclo de filtración se puede definir como el periodo entre dos lavados consecutivos que se realiza con agua potable y aire inyectados a contracorriente. Para este proceso se requiere un gran volumen de agua potable, por lo que, cuando este ciclo es excesivamente corto, es necesario revisar:

- adecuado diseño de los procesos de coagulación-floculación que puede provocar unos flóculos muy pequeños o ligeros que escapan del proceso de decantación
- existencia de cierto tipo de micro algas que pueden no eliminarse en la sedimentación, colmatando rápidamente los filtros
- deficiencias en el proceso de lavado del filtro que no elimine correctamente la turbidez retenida en el lecho filtrante

Un tipo especial de filtración se produce cuando el material utilizado en el filtro es el carbón activo granular (CAG) que tiene múltiples aplicaciones en la eliminación de contaminantes orgánicos debido a su gran capacidad de adsorción. En este sentido, además de la retención física de la materia en suspensión, se produce un proceso de adsorción de compuestos químicos orgánicos en la estructura porosa del carbón.

Esta doble actividad del CAG, obliga a controlar no solo la saturación del material filtrante, de forma similar a un filtro de arena, sino también la capacidad de adsorción del

carbón que va disminuyendo con el tiempo de servicio del filtro. Esta saturación o agotamiento del CAG debe ser controlada a través de análisis periódicos del carbón, en los que se realizará un seguimiento de la capacidad de adsorción y se determinará el punto en el que el carbón esté agotado y debe ser extraído para que sea regenerado y recupere sus propiedades de adsorción iniciales.

El carbón activo supone una inversión inicial elevada y un alto coste de operación debido a la necesidad de regeneración del adsorbente. Esta regeneración es la parte más difícil y cara de esta tecnología, empleándose para ello técnicas de regeneración térmica, química y electroquímica, siendo la regeneración térmica, en hornos con temperaturas entre 500 y 800° C, el método más utilizado. Durante el proceso de regeneración, el 5-10% del carbón debe ser repuesto, debido a pérdidas en los procesos de transporte del carbón activado y del propio proceso de regeneración.

5.- ESTERILIZACIÓN.

A lo largo de los diferentes procesos físico-químicos del tratamiento de decantación y filtración se eliminan la mayoría de las bacterias y virus presentes en el agua bruta. Aun así, es necesario un proceso específico que asegure la esterilización del agua, e incluso conserve una cierta capacidad de neutralización de posibles contaminaciones, que pudieran producirse en el trayecto de la Planta Potabilizadora al grifo del consumidor.

Este proceso comprende fases de oxidación y desinfección, con diversas finalidades y aplicadas en puntos diferentes de la línea de tratamiento:

- Preoxidación
- Oxidación intermedia
- Desinfección final

La preoxidación se realiza en cabeza del tratamiento y sus objetivos son múltiple:

- Oxidación de compuestos minerales: hierro, manganeso, amonio...
- Oxidación de compuestos orgánicos
- Inhibición del crecimiento de algas en la ETAP
- Mejora de los procesos de coagulación-floculación
- Desinfección previa

Los oxidantes más utilizados son el cloro, el dióxido de cloro, el ozono y el permanganato potásico.

El objeto de la oxidación intermedia es reforzar la preoxidación en caso de contaminación por compuestos orgánicos e inhibir el crecimiento de algas en filtros, realizándose entre la salida de decantación y la entrada a los filtros. En el caso de existir una doble filtración, de arena y de carbón activo, suele realizarse una oxidación con ozono entre ambas filtraciones, para facilitar la acción del carbón activo.

La desinfección final del agua tiene por objeto la destrucción de los patógenos presentes en ella y que pueden causar enfermedades: bacterias, protozoos, virus y nematodos. Los protozoos y nematodos se eliminan como si fuesen partículas sólidas, durante la decantación y filtración, pero las bacterias y virus deben ser destruidos por acción del elemento desinfectante.

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

Esta fase tiene como misión asegurar la desinfección iniciada en la preoxidación, y conseguir que el agua que se envía a la red tenga capacidad de desinfección, ante posibles contaminaciones microbiológicas en la red de distribución.

Los productos más empleados en la desinfección de aguas potables son:

- Cloro e hipoclorito sódico
- Cloraminas
- Dióxido de cloro
- Ozono
- Permanganato potásico
- Radiación UV

Hay que tener en cuenta que los anteriores productos presentan sus ventajas e inconvenientes, por lo que es necesario realizar combinaciones de ellos de forma que en cada punto de la línea de tratamiento se utilice el producto más adecuado. En cola de tratamiento debe aplicarse un oxidante lo suficientemente estable como para garantizar el mantenimiento de la calidad del agua en la red de distribución, por lo que los desinfectantes que se utilizan deben cumplir el requisito de permanencia en el agua un tiempo. Esta desinfección final se realiza a la salida de los filtros y suele repetirse en los propios depósitos de almacenamiento de la ETAP.

7.- REACTIVOS.

Los reactivos utilizados en la potabilización son necesarios en el proceso de sedimentación, realizando la coagulación para facilitar la posterior floculación, y en el proceso de esterilización mediante oxidación y desinfección.

Los coagulantes son sales minerales de cationes (hierro y aluminio) que anulan las cargas negativas y favorecen la formación de los coágulos en el proceso de coagulación-floculación, facilitando la sedimentación, y los más utilizados son los siguientes:

- Sulfato de alúmina
- Cloruro férrico
- Sulfato férrico
- Policloruro de aluminio

La esterilización para la desinfección de aguas potables es un proceso más complejo, ya que los distintos productos empleados tienen ventajas e inconvenientes y frecuentemente deben ser combinados. Los principales aspectos a tener en cuenta, adicionales a su poder desinfectante, son:

- El tiempo de permanencia en el agua, lo que mejora su acción
- La formación de subproductos no deseados
- La facilidad de empleo y almacenamiento de los reactivos, incluyendo sus posibles problemas sanitarios
- El posible efecto corrosivo en las instalaciones
- El coste de implantación y explotación

Los productos más empleados, analizados a continuación, son los siguientes:

- Cloro e hipoclorito sódico
- Cloraminas

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

- Dióxido de cloro
- Ozono
- Permanganato potásico
- Radiación UV

Cloro e hipoclorito sódico

En condiciones normales de presión y temperatura, el cloro es un gas amarillo-verdoso más pesado que el aire lo que hace que se acumule a ras de suelo. Es un gas altamente reactivo llegando en casos extremos a la explosión y tiene un gran poder microbicida y oxidante.

El cloro gas es adecuado para tratamientos a gran escala (caudal superior a 0,3 m³/s) y el hipoclorito sódico es más empleado para tratamientos a menor escala (caudal inferior a 0,3 m³/s).

En cuanto a la manipulación de cloro gaseoso, debido a su peligrosidad, se emplean cloradores en los que un pequeño caudal de agua se pone en contacto con el cloro gas obteniendo un agua de cloro, que es conducida hasta los puntos de la línea de tratamiento en el que se lleva a cabo la cloración del agua. Asimismo, resulta imprescindible la instalación de un sistema de detección y neutralización de fugas de cloro, así como la formación del personal en el manejo de los correspondientes equipos de seguridad.

Es un buen desinfectante, con una buena estabilidad y empleado habitual en la ETAP, pero que genera una amplia gama de subproductos, entre los que destacan los trihalometanos, cuya concentración máxima debe limitarse, dado su conocido efecto cancerígeno.

Cloraminas

El empleo de las cloraminas no es masivo, pero si tiene una larga experiencia y su obtención se realiza “in situ”, añadiendo amoníaco al agua y clorando posteriormente con cloro gas. En su utilización, debe tenerse en cuenta que se utilizan tres reactivos que deben ser manipulados con precaución: el cloro gas (Cl₂), el amoníaco (NH₃) y la sosa (NaOH) para elevar el pH.

Las cloraminas presentan una acción biocida inferior a la del cloro, pero con un tiempo de permanencia superior, lo que las hace muy eficaces en el mantenimiento de redes de distribución, teniendo la importante ventaja de no generar trihalometanos, aunque el procedimiento debe ser cuidadoso para evitar transmitir malos sabores.

Dióxido de cloro

A temperatura ambiente es un gas más denso que el aire, tóxico y detectable en el aire a bajas concentraciones, con un color anaranjado y un olor similar al del cloro, pero más irritante y tóxico. Además, puede resultar explosivo, por lo que no se usa nunca en estado gaseoso.

El dióxido de cloro es una alternativa al cloro, ya que no produce trihalometanos como subproducto y consigue una buena eliminación de sabores y olores.

Ozono

El ozono es una forma activa e inestable del oxígeno con un color azulado y un característico olor punzante, que debe producirse en el lugar en que se vaya a aplicar por medio de ozonizadores, en los cuales una descarga eléctrica transforma en ozono parte del oxígeno.

El ozono al ser un oxidante fuerte, puede producir trastornos en los tejidos humanos y particularmente en los ojos y pulmones. La instalación debe estar dotada de las medidas de seguridad necesarias para el control de la posible presencia de ozono dentro del edificio que pueda ocurrir debido a alguna avería o incidencia, con detectores de fuga de ozono y oxígeno gas.

Aunque no produce desinfección residual duradera, su acción sobre protozoos y bacterias es muy superior a la del cloro y tiene un elevado poder oxidante que permite eliminar los compuestos orgánicos que dan color, sabor u olor al agua, además de no producirse trihalometanos en el proceso de aplicación.

Como inconvenientes, puede citarse su efecto corrosivo en las instalaciones y que resulta el procedimiento de esterilización de mayor coste económico.

Permanganato potásico

El permanganato potásico es un oxidante químico derivado del manganeso con una acción muy versátil sobre multitud de compuestos orgánicos e inorgánicos. Se suministra en forma sólida que, para su aplicación, se diluye en agua tratada obteniendo un color rojo magenta fuerte.

Ataca a los materiales ferrosos y es necesario proteger las instalaciones o utilizar materiales plásticos para las cubas, tuberías y accesorios de dosificación.

Su aplicación es fácil y económica, resultando muy adecuado para eliminar hierro, manganeso, olores, sabores y precursores de los trihalometanos. No obstante, tiene un moderado efecto desinfectante y requiere disponer de otro tratamiento adicional de desinfección. Es decir, siempre se utiliza en combinación con otro desinfectante.

Radiación UV

La radiación ultravioleta (UV) es una alternativa de desinfección física que emplea lámparas disponibles comercialmente y que garantiza la desinfección efectiva sin obtención de subproductos de desinfección problemáticos.

A diferencia de la mayoría de los desinfectantes, la UV no inactiva microorganismos por interacción química, sino por la absorción de la luz, que causa una reacción fotoquímica que altera componentes moleculares esenciales para la función celular. Como los rayos UV penetran en la pared celular del microorganismo, la energía reacciona con los ácidos nucleicos y otros componentes vitales de la célula, dando como resultado el daño o muerte de las células expuestas.

TRATAMIENTO DE POTABILIZACIÓN DE AGUAS

El carácter físico del tratamiento hace que no se requieran productos químicos ni tóxicos, no se dañen las instalaciones hidráulicas ni se formen trihalometanos. Asimismo, se requieren tiempos de contacto muy cortos, pero por el contrario se requiere un mantenimiento frecuente y caro de las lámparas y no genera desinfección residual, por lo que se suele compatibilizar con otros desinfectantes.