

ESPECIFICACIONES GENERALES

OBRA: Rehabilitación de Planta Potabilizadora del Sistema de Agua Potable de la Localidad de Campo Treinta y Ocho (Canal alto), perteneciente al Municipio de Guasave, Sinaloa.

1. Coagulación

Por coagulación se hará referencia al proceso químico mediante el cual se neutralizan las cargas eléctricas de los coloides para permitir su aglomeración en flóculos y posteriormente la precipitación de éstos.

La coagulación debe aplicarse en todo el flujo al mismo tiempo, para garantizar una uniformidad en la calidad del agua. En el diseño del mecanismo de mezcla se debe cumplir el criterio de Hudson, en donde se provoca un gradiente de velocidad de 1000 s^{-1} en un tiempo de residencia de 1 segundo.

2. Floculación

La potabilizadora se compone de un clarificador (que hace los procesos de floculación y sedimentación en un mismo equipo) de nombre comercial "Actifango". Este equipo mejora la eficiencia de la floculación mediante la concentración de lodos, que consigue recirculando los sólidos que precipitan en sedimentación hacia la zona de floculación. Esta recirculación se debe conseguir provocando gradientes inferiores a 10 s^{-1} para evitar rompimiento de flóculo, y debe ser de 2 a 10 veces el flujo de diseño.

La floculación con lodo concentrado se puede hacer en tiempos del orden del 50 % de los recomendados para la floculación convencional (hidráulica o mecánica sin recirculación de lodo), sin embargo, para cumplir el objetivo de operación 24/365 este clarificador (ActifangoPlus) se debe diseñar con un tiempo de residencia en floculación de 20 minutos. Este es el tiempo mínimo recomendado para la floculación convencional. Con esto se garantizará que aún cuando la planta se esté operando en el arranque, sin más lodo que el que trae el agua cruda, podrá producir agua potable inmediatamente sin necesidad de esperar a que se tenga lodo concentrado.

La zona de floculación deberá tener un agitador mecánico que permitirá variar su velocidad para aplicar gradientes de velocidad 30 a 90 s^{-1} , y que provoque un flujo que vaya de 2 a 10 veces el flujo de diseño.

Se aclara que la concentración de lodo no implica que la planta produzca más lodo que otras que no usan esta tecnología. La producción de lodos es la misma y depende de los sólidos suspendidos del agua cruda (y de la dosis de floculante).

3. Sedimentación

Las tasas de sedimentación empleadas para agua floculada con concentración de lodo son del orden de 3 veces más rápidas que las empleadas en la sedimentación convencional. Siguiendo el criterio de operación 24/365 usando tasas de diseño holgadas el sedimentador se debe diseñar para una velocidad de sedimentación de partícula de 1.025 m/h. El sedimentador usa módulos de sedimentación de 4 pies de longitud.

El diseño debe restar de la superficie aparente la superficie de desperdicio por el contacto del módulo con pared.

	diámetro	capacidad	filtros	lavado
DIE	m	lps	#	aire/ agua
6	2.797	4.60	3	agua
7	3.283	6.97	3	agua
8	3.768	9.82	3	agua
9	4.196	12.74	3	agua
10	4.681	18.66	4	aire
11	5.110	23.19	4	aire
12	5.651	29.61	4	aire
13	6.080	35.23	4	aire
14	6.565	42.18	4	aire
15	7.050	49.75	4	aire
16	7.535	59.29	4	aire
17	7.992	67.75	4	aire
18	8.449	76.76	4	aire
19	8.934	88.99	4	aire
20	9.419	100.04	4	aire
21	9.876	113.69	4	aire
22	10.361	126.27	4	aire
23	10.818	142.08	4	aire
24	11.250	154.68	4	aire
25	11.731	169.34	4	aire
26	12.217	184.79	4	aire
27	12.702	205.83	4	aire
28	13.187	223.00	6	aire
29	13.644	239.82	6	aire
30	14.100	257.21	6	aire
31	15.071	296.21	6	aire
32	15.984	338.70	6	aire
33	16.954	383.43	6	aire
34	17.868	428.09	6	aire

Cuadro 1: Capacidades Plus

La altura de los tubos o canaletas colectores sobre los módulos deberá cumplir el criterio de CEPIS .

Los tubos o canaletas no deberán flexionarse más de 4.0 mm.

El paso del agua floculada hacia el sedimentador deberá hacerse sin provocar gradientes de más de $10 s^{-1}$ con el objeto de evitar el rompimiento del flóculo. En la entrada hacia la zona de sedimentación el agua se deberá distribuir uniformemente en toda la zona de ingreso.

Para extraer el lodo se deberán usar tolvas, las que sean necesarias para una carga de 500 UTN en el agua. Cada tolva deberá tener conexión independiente hacia drenaje con una válvula de control automático y opción de operación manual mediante volante de engranes. Cada purga deberá ser de al

menos 3" de diámetro.

En un solo equipo se llevarán a cabo los procesos de floculación y sedimentación con recirculación de lodo y concentración de lodo en tolvas de recolección. El equipo se construye en placa de acero inoxidable 304, se fabrica en taller y se arma en el sitio de la obra.

Deberá contar con escalera para acceso a su parte superior, en donde se instala un andamio por donde el operador podrá observar toda la superficie del equipo clarificador. Este andamio se comunicará con un andamio que se instala sobre los filtros.

4. Filtración

Se lleva a cabo en 4 unidades con tasa máxima de 9 m/h. El lavado se hace con aire y agua. El lecho filtrante es zeolita clinoptilolita con tamaño efectivo de 0.6 mm y coeficiente de uniformidad de 1.36 de 1 m de altura. El lecho de zeolita retiene más partículas y de menor tamaño que un lecho dual arena-antracita.

Los filtros deberán permitir operación con tasa declinante. Los filtros operan por gravedad y deberán tener su parte superior abierta a la atmósfera para permitir inspección visual por los operadores, en especial para supervisar los lavados.

Para el lavado con aire el filtro deberá permitir bajar el nivel del agua por debajo de la canaleta de recolección de agua de lavado. Esto con el objeto de reducir la cantidad de material que se pierde durante los lavados. Con la válvula que se consigue bajar este nivel será posible extraer todo el volumen de agua en el filtro para uso interno. Este volumen normalmente se desperdicia y no es un flujo despreciable.

Cada filtro cuenta con 5 válvulas con actuador neumático, (1) una para salida de agua filtrada, (2) otra para salida de agua de lavado, (3) otra para ingreso de agua clarificada, (4) ingreso del agua de lavado desde el tanque de agua filtrada, (5) vaciado de filtro para recuperación de agua. El equipo se construye en placa de acero inoxidable 304, se fabrica en taller y se arma en el sitio de la obra. Deberá contar con escalera para acceso a su parte superior, en donde se instala un andamio por donde el operador podrá observar todos los filtros.

5. Desinfección

La desinfección se conseguirá con el uso de cloro gas. Se debe tener opción de aplicar hasta 10 mg/l de cloro gas en el ingreso del agua al clarificador, en el agua clarificada (paso de sedimentación a filtración), y en el agua que sale de los filtros.

6. Dosificación de productos químicos

6.1. Cloro gas

El cloro gas se inyectará al vacío en cantidad suficiente para ingresar 10 mg/l de gas al flujo de agua.

Se considerarán 3 puntos de inyección del gas:

1. En precloración. Antes del ingreso del agua cruda al clarificador.
2. En el agua clarificada. Es el paso del agua de la zona de sedimentación a filtración. En este punto se ha removido ya un porcentaje muy alto de los sólidos suspendido en el agua y la aplicación de cloro será más efectiva que al usarlo en el aguacruda.
3. En salida de filtros. Aquí se tiene aún una mejor concentración de sólidos suspendidos y el uso del cloro maximiza su efectividad. Pero en este punto se tiene también el equipo uv, por lo que el operador deberá decidir cómo distribuye el gas cloro en los diferentes puntos de inyección en función de la experiencia en la operación.

El sistema de cloración se deberá diseñar en una caseta independiente del resto de las instalaciones, con rápido acceso para la descarga de los cilindros de cloro de 65 kg que se usarán ahí. La caseta deberá estar bien ventilada y deberá contar además con un sensor de gas en la atmósfera.

Para aplicar 10 mg/l en el flujo de 6.4 lps se deben extraer del cilindro:

$$q_{cl} = \frac{4.6 \text{ l/s} \cdot 3.6 \text{ m}^3/\text{h}}{1/\text{s}} \cdot 10 \text{ mg/l} = 165 \text{ g/h}$$

Que son 3.97 kg de cloro/día. El máximo recomendado para extraer de este tipo de cilindros es de 16 kg/día, por lo que se requerirán 2 cilindros interconectados para conseguir este flujo. La instalación deberá tener manifold para 4 cilindros conectados a la vez, y el operador podrá decidir cuántos tiene operando a la vez en función de la temperatura ambiente y de las dosis que esté aplicando al agua.

Cada cilindro se conecta con manguera especial a un manifold de acero negro C80 en donde se tendrá la válvula de vacío. Para cada uno de los 3 puntos de inyección se instalará un inyector y un rotámetro, para que el operador pueda calibrar en forma independiente la dosis de cada sitio de aplicación. Se debe instalar además un rotámetro general que medirá el total del flujo que sale del manifold.

6.2. Hipoclorito

Si la potabilizadora se instala en zona urbana se recomienda el uso de hipoclorito en lugar del gas, con esto se evitan riesgos de accidentes por fuga de gas. Ya sea que se use hipoclorito de sodio o de calcio, se tendrá una solución con al 7 % (7000 g/m³) con hipoclorito.

Para dosificar los 165g/m³ calculados arriba se necesita un dosificador de:

$$\frac{165 \text{ g/h} \cdot 1000 \text{ l/m}^3}{7000 \text{ g/m}^3} = 23.5714 \text{ l/h}$$

Se usa un dosificador de desplazamiento positivo tipo peristáltico, que descargue contra una presión de 25 psi, regulable de 10 % a 100 % aún en operación.

6.3. Floculante

El floculante (llamado también coagulante) se aplica al agua cruda antes de la mezcla rápida especificada en 2. Se considera que se dosificará un líquido preparado especialmente para el propósito de floculación, de 1.3 kg/l de densidad, fabricado con sales de fierro y/o aluminio. Existen varios productos de este tipo de fabricación nacional.

Se usará un dosificador de desplazamiento positivo tipo peristáltico con capacidad de dosificar hasta 120 mg/l de floculante en el caudal que ingresa a la potabilizadora. El dosificador se deberá poder regular de 10 al 100% aún en operación. De esta capacidad:

$$\begin{aligned} & 3.6 \text{ m}^3/\text{h} \\ 4.6 \text{ l/s} & \frac{3.6 \text{ m}^3/\text{h}}{1} \cdot 120 \text{ g/m}^3 = 1987.2 \text{ g/h} \\ & \text{s} \\ 1987.2 \text{ g/h} & = 1.5286 \text{ l/h} \\ & \frac{1987.2 \text{ g/h}}{1300 \text{ g/l}} \end{aligned}$$

6.4. Dosificación de polímero

El polímero se debe preparar muy diluido. Algunos fabricantes recomiendan una dilución con máximo 0.1% de polímero. El dosificador debe poder aplicar un máximo de 3 m/l.

$$\begin{aligned} & 3.6 \text{ m}^3/\text{h} \\ 4.6 \text{ l/s} & \frac{3.6 \text{ m}^3/\text{h}}{1} \cdot 3 \text{ g/m}^3 = 49.68 \text{ g/h} \\ & \text{s} \\ \frac{49.68 \text{ g/h}}{100 \text{ g/l}} & = 0.4968 \text{ l/h} \end{aligned}$$

7. Equipo de laboratorio

Suministro del siguiente equipo de laboratorio:

- Turbidímetro
- Phímetro
- Cloro residual y total

8. Automatización

Los actuadores requeridos para la automatización de las válvulas en la potabilizadora serán neumáticos de acción doble. Las válvulas serán tipo mariposa 150 psi con vástago y oblea de acero inoxidable.

La instrumentación de automatización incluye medición de flujo con medidor electromagnético en el ingreso de agua cruda y en la producción de agua potable.

Sistema neumático para de sistema de alimentación de aire para válvulas de control, incluye compresor de 3 hp y unidad de mantenimiento. No incluye interconexiones eléctricas para el control de válvulas y mano de obra, que se consideran en la sección 10 Interconexiones eléctricas. No incluye las válvulas con actuador que se consideran en la sección . Se incluyen instrumentos de control como interruptores de flotador, interruptores de flujo, medidores de flujo.

8.1. Interfaz de control

Está formada por una computadora de escritorio donde se ejecuta el Software de control y se comunica mediante USB al Tablero de control.

Controlador de plantas yano (Copleya) que consiste en un controlador programable, gabinete metálico para montaje en pared tipo IP 55, NEMA 12 y componentes eléctricos para lograr una capacidad de 6 ED (entradas digitales) y 9 SD (salidas digitales). Incluye

Mini-computador con pantalla táctil de 11.6 utilizada como interfaz entre usuario y Cople- ya. La computadora se entrega con un software de control elaborado especialmente para la potabilizadora.

9.1.1. Especificaciones generales

Gabinete	Cooler master mini itx Tarjeta
madre	ASUS mini ITXH110I-PLUS
Fuente de poder	Cooler Master Elite V2, ATX, 550W
Procesador	Intel Core i5-6400
Memoria RAM	16 GB DDR4
Almacenamiento	1 TB HDD
Monitor	24" 1080p

9. Referencias