

## POTABILIZADORA EFECTIVA EYANO

Descripción y justificación

ecología y agua del noroeste

**Junio 2006**



## Potabilizadora efectiva eyano

### I Introducción

En este documento se describe la potabilizadora **efectiva**, diseñada y fabricada por la empresa eyano.

Este equipo sirve para potabilizar agua superficial, es compacto, transportable y económico. Sus principales aplicaciones son para reúso de agua de lluvia, reúso de agua en empaques agrícolas, abastecimiento de agua en situaciones de emergencias, y para suministro de agua de consumo humano.

En este documento se justifica el proceso de tratamiento usado, la tecnología empleada, y se mencionan las aplicaciones y ventajas del equipo.

### II Antecedentes

El agua superficial es la que fluye sobre el terreno, por ríos, lagos y presas. El proceso de potabilización de este líquido tiene dos objetivos principales: 1) la remoción de las partículas coloidales que provocan la turbidez y 2) la eliminación de los microorganismos.

El primer objetivo se consigue con la desestabilización de la materia suspendida mediante el proceso de coagulación – floculación – sedimentación – filtración. El segundo objetivo se consigue con la adición de oxidantes como cloro y ozono, o matando los microorganismos con rayos ultravioleta. Cumplir con el objetivo de remoción de turbidez requiere de equipo de tratamiento costoso: se necesita un floculador con tiempo de residencia de 20 a 30 minutos, un sedimentador con tasas de 1 a 3 (m<sup>3</sup>/h)/m<sup>2</sup> (en lo sucesivo esta unidad se muestra como m/h), y el sistema de filtración con tasas de 8 a 15 m/h. Los costos de estos equipos representan el 60% del precio de una potabilizadora completa<sup>1</sup>, por lo que cualquier esfuerzo por reducir el costo de potabilización deberá considerar economizar en ellos.

Existe otro proceso para la remoción de la materia coloidal que es similar a la sedimentación pero en éste la separación física de flóculo y líquido se realiza con flotación. En este proceso se le inyectan pequeñas burbujas de aire al agua floculada, éstas se adhieren a los flóculos y los hacen ascender. Cuando se usa este proceso el objetivo de la desestabilización con coagulantes debe ser la

<sup>1</sup> Considera la potabilizadora compacta eyano, que tiene un clarificador donde se se realizan las dos funciones de floculación y sedimentación. No considera los costos de instalación.



formación de flóculos ligeros, y cuando se usa sedimentación el objetivo es el contrario, la creación de flóculos pesados. Por esta razón los parámetros de floculación para ambos procesos son diferentes: en la literatura sobre flotación se recomiendan gradientes de velocidad más altos y tiempos de residencia más cortos que los usados con sedimentación. En la Tabla 1 se muestran las diferencias en estos parámetros.

*Tabla 1. Parámetros del proceso de floculación para flotación y sedimentación*

<b>Parámetro</b>	<b>Sedimentación</b>	<b>Flotación</b>
Tiempo de residencia medio	20 a 30 min	5 a 10 min
Gradiente de velocidad	70 a 30 s <sup>-1</sup>	70 a 100 s <sup>-1</sup>

Como se puede apreciar, el proceso de flotación se puede llevar a cabo con floculadores más compactos y económicos, sin embargo, las celdas de flotación requieren de más equipo que un sedimentador. Las celdas usan compresores de aire para formar las burbujas que harán que el flóculo ascienda, y para removerlo de la superficie usan rastras mecánicas. Por este inconveniente, la flotación se usa sólo en procesos especializados, usualmente en la industria, y muy poco en países en desarrollo.

Otra variante para la remoción de partículas coloidales es la "filtración directa", que consiste de los procesos coagulación – floculación – filtración. Este tren de tratamiento es aplicable cuando el agua no contiene muchos sólidos suspendidos. La mayoría de las potabilizadoras de alta capacidad se construyen con interconexiones que permiten enviar el agua del floculador a los filtros directamente, sin que pase por el proceso de sedimentación, permitiendo así la filtración directa. El sedimentador se construye para usarse en las ocasiones en que el agua llega con turbidez alta. En las instalaciones de este tipo la fuente es usualmente un almacenamiento grande como una presa o lago, de donde el agua sale con baja turbidez la mayor parte del tiempo. Esto permite operar sin el sedimentador la mayor parte del año y usarlo sólo cuando es necesario, durante una parte de la temporada de lluvia. El resultado es que existen muchas potabilizadoras con el sedimentador, un equipo grande y costoso, sin uso durante la mayor parte del tiempo.

Sin embargo, estos equipos se siguen instalando debido a que la operación de las potabilizadoras municipales deben garantizar cumplir con la norma de agua potable todos los minutos de los 365 días del año, y si una vez al año se presenta turbidez alta entonces el sedimentador es necesario.



### III Descripción

La empresa eyano se propuso diseñar una potabilizadora que con el menor costo posible produjera los mejores beneficios en el tratamiento de agua superficial. El resultado fue la potabilizadora **efectiva**, cuyas principales características se muestran en la Tabla 2.

La potabilizadora efectiva es un equipo ligero (1500 kg), pequeño (2.4 m de ancho x 2.9 de largo x 3.1 m de altura) y económico. La planta puede ser transportada con un montacargas (ver Foto 1). En la Foto 2 se muestra la potabilizadora sobre un remolque, y en la Foto 3 se presenta instalada.

El diseño de la planta aprovecha los beneficios de la floculación para flotación (floculadores de tiempo de residencia baja y gradientes altos) y de la filtración directa (sin el uso de sedimentación o flotación), gracias a lo cual es una plata compacta y económica. El floculador tiene tiempo de residencia corto y el sedimentador ha sido eliminado.

La potabilizadora consiste de un floculador hidráulico tubular, de flujo tipo pistón, seguido de un filtro dual con lecho profundo. Debido a que todos los sólidos contenidos en el agua se quedarán en el filtro se tuvo especial cuidado en el diseño del mismo. La tasa de filtración en él es baja y la altura del lecho de arena sílica es de 90 cm, proporcionando con esto una gran capacidad para retener sólidos. El filtro también es compacto porque es de tipo dual. Este es un diseño especial de eyano que permite ahorrar espacio en la filtración.

La potabilizadora tiene capacidad hidráulica de 4 lps (litros por segundo) pero su flujo de operación dependerá del tipo de agua que use y de la aplicación del agua tratada.

El objetivo de esta potabilizadora es tratar agua superficial de no muy alta turbidez para consumo humano, o agua superficial de cualquier calidad que no se destine para consumo humano. Cuando se usa en estas aplicaciones es posible usar la filtración directa y gracias a esto se evita construir el sedimentador. Además, debido a que en la filtración directa no se necesitan flóculos pesados, el floculador se puede diseñar con los criterios de flotación, esto es, con tiempos de residencia cortos y gradientes altos. Esto permite usar un floculador tipo hidráulico tubular, económico y ligero.

El resultado de este diseño es una potabilizadora adecuada a las necesidades de: reúso, consumo humano cuando se dispone de agua de buena calidad o cuando se cuenta con una buena operación, y producción de agua potable para servicio o consumo no humano.



*Tabla 2. Características de la potabilizadora efectiva*

<b>Aspecto</b>	<b>Criterios</b>	<b>Ventajas</b>
Floculación	Sigue los parámetros de la floculación para flotación	El floculador es tipo hidráulico tubular y resulta muy compacto, ligero y económico.
Separación de sólidos	Con filtración directa	Se ahorra el sedimentador o el equipo de flotación.
Filtración	Filtro dual	La superficie de filtración de este filtro es equivalente a la de dos filtros tradicionales del mismo diámetro.
Desinfección	Con hipoclorito	Algunas potabilizadoras de emergencia usan sal y sosa cáustica para producir desinfectante in situ. Sin embargo el hipoclorito de sodio es un producto más común que la sosa cáustica en el mercado.
Dosificación de productos químicos	Con dosificadores de desplazamiento positivo, tipo peristálticos	Estos equipos se tapan con menor frecuencia que los de diafragma.

## **IV Eficiencia**

La potabilizadora fue probada con agua de diferente calidad y hasta el momento en todas las pruebas se ha producido agua potable (que cumple con la NOM-127-SSA1). En la Tabla 3 se muestran los resultados de diferente pruebas.

En la Foto 4 se muestra personal de eyano realizando una de las pruebas de eficiencia.



*Tabla 3. Calidad del agua producida*

<b>Turbidez agua cruda</b> (ppm SiO <sub>2</sub> )	<b>Fuente</b>	<b>Turbidez agua potable</b> (ppm SiO <sub>2</sub> )	<b>Caudal</b> (lps)
185	canal de riego	16	3.0
185	canal de riego	8	2.0
185	canal de riego	7	1.3
185	canal de riego	5	1.0
115	canal de riego	1.2	2.0
51	canal de riego	0.6	1.5
13	agua de lluvia	0.3	2.0

## V Aplicaciones

*Tabla 4. Aplicaciones*

<b>Fuente</b>	<b>Uso</b>
Agua de lluvia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua para consumo humano con flujo de 2 lps</li> <li>• Agua para servicios o para consumo no humano con flujo de hasta 4 lps</li> </ul>
Agua de canal o río (agua superficial sin precipitación previa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua para servicios o consumo no humano. El flujo depende de la aplicación específica y de la turbidez del agua de alimentación.</li> <li>• Agua para consumo humano cuando es operada por técnicos capacitados. Se puede esperar operar con un flujo de 1 lps</li> </ul>
Agua de aljibe, lago o presa (agua superficial con precipitación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua potable para consumo humano. Se puede esperar producción de 1 a 2 lps</li> <li>• Agua para servicios (refrigeración, lavado, humidificación del ambiente) o consumo no humano. Se pueden esperar flujos de hasta 4 lps.</li> </ul>
Agua de procesos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento para reúso del agua de lavado de legumbres en empaques agrícolas. Flujo de operación de 4 lps</li> <li>• Tratamiento para reúso del agua de auto lavados. Flujo de operación de 4 lps</li> </ul>



En general, la potabilizadora se usa para tratar agua superficial (canal, río, lago, agua de lluvia). La potabilizadora es ideal cuando no sea necesario cumplir con la NOM-127-SSA1 de agua potable para consumo humano.

Cuando los usuarios son personas se puede usar la potabilizadora si:

- se cuenta con una fuente de baja turbidez y es confiable, esto es, la calidad del agua y su disposición no varía a lo largo del año.
- su uso no es continuo y cuando se usa es operada por personal capacitado.



*Foto 1. Potabilizadora efectiva en montacargas*





*Foto 2. Potabilizadora efectiva en remolque*



*Foto 3. Potabilizadora efectiva instalada*





*Foto 4. Pruebas de funcionamiento*

