

Capítulo 11

DATOS COMPARATIVOS SOBRE TÉCNICAS DE DESINFECCIÓN



Introducción

En las hojas anteriores de este manual se han detallado las técnicas que se utilizan para la desinfección del agua en casi todo el mundo. En este capítulo se presentan cuadros que sintetizan las características, bondades y desventajas de cada una de ellas, así como los lugares más apropiados para aplicar el método. La información así organizada facilitará el proceso de selección de la tecnología más adecuada de acuerdo con la realidad local; proceso que deben enfrentar los ingenieros, los funcionarios del gobierno, las empresas de agua, las organizaciones comunales y las familias, comunidades y sus dirigentes, a la necesidad de seleccionar una de ellas para desinfectar el agua para consumo humano de una determinada comunidad, los criterios que se empleen para escoger la técnica más adecuada, deben basarse en una serie de evaluaciones que no solo han de medir.

Resumen de las técnicas de desinfección

Para ayudar a la decisión, se mostrará a continuación una serie de listados y tablas que servirán a la vez que como elementos de juicio, como resúmenes de los visto hasta el momento.

SODIS	
Método	Continuo
Aplicabilidad	Familiar y villorrios pequeños
Forma de acción	Pasteurización
Equipos	Los típicos calentadores de agua solares. Pueden ser confeccionados localmente y hasta por los propios usuarios
Complejidad	Muy baja
Ventajas	Muy simple. Aceptable por los usuarios. No hay cambios en las propiedades del agua (salvo la temperatura). No hay SPD.
Desventajas	La desinfección depende de numerosos y variados parámetros. Difícil estandarizar y asegurar que la desinfección ha sido exhaustiva. No hay residual.
Costo de capital	Moderado
Costo de o&m	Casi nulo
Disponibilidad	Intermedia. Puede confeccionarse localmente
Mantenimiento	Simple pero continuo
Controles	Simples pero continuos
Control analítico	Difícil pues no hay residual que medir. Solo se puede confirmar la eficiencia con análisis bacteriológicos
Recomendaciones	Muy buena opción para población rural dispersa y pequeñas aldeas

SODIS	
Método	Batch (cocinas, botellas y recipientes)
Aplicabilidad	Familiar
Forma de acción	Pasteurización
Equipos	Botellas de gaseosas. Ollas y cocinas solares simples
Complejidad	Nula
Ventajas	Muy simple. Aceptable por los usuarios. No hay cambios en las propiedades del agua (salvo la temperatura). No hay SPD.
Desventajas	La desinfección depende de numerosos y variados parámetros. Difícil estandarizar y asegurar que la desinfección ha sido exhaustiva. No hay residual.
Costo de capital	Nulo

Costo de o&m	Nulo
Disponibilidad	Alta. El método usando botellas de gaseosa es universal
Mantenimiento	Simple
Controles	Pocos
Control analítico	Difícil pues no hay residual que medir. Solo se puede confirmar la eficiencia con análisis bacteriológicos
Recomendaciones	Muy buena opción para población rural dispersa y pequeñas aldeas

CLORO	
Método	Gas
Aplicabilidad	Muy amplia. Medianas y grandes poblaciones (5.000 a 10.000 habitantes en más)
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Dosificadores montados en cilindros y tanques, trabajando bajo presión o al vacío. Requieren bombas para recircular agua y otros equipos auxiliares. Deben existir recintos especialmente adecuados y equipos de protección personal
Complejidad	Intermedia
Ventajas	Simpleza. Es el método más popular en el mundo. En casi todos los países se produce cloro gas. Económico. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible
Desventajas	En algunas comunidades alejadas hay que asegurarse la provisión del gas. Requiere personal con cierto grado de capacitación. Puede producir cambios en gusto y sabor. Produce SPD
Costo de capital	Intermedio
Costo de o&m	Muy bajo (de los métodos más populares, la cloración por gas presenta el costo más bajo)
Disponibilidad	Intermedia. Hay que recurrir a las grandes ciudades para equipos y repuestos
Mantenimiento	Intermedio. El personal debe estar capacitado
Controles	Muy frecuentes o casi constantes. Idealmente deben haber sistemas de alarma automáticos
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	A pesar de algunas desventajas sigue siendo el método más popular para las ciudades intermedias y grandes y lo será por largo tiempo. Es una de las mejores opciones

CLORO	
Método	Solución dosada a presión atmosférica
Aplicabilidad	Pequeñas comunidades y hasta algunas intermedias
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Una gran variedad de artilugios muy simples. Algunos de ellos, provenientes de la tecnología apropiada son excelentes y muy populares. Es la tecnología más difundida en zonas rurales de los países en desarrollo
Complejidad	Muy baja
Ventajas	Simpleza. Junto con el uso del gas, es el método más popular de desinfección por cloración. En casi todos los países se producen hipocloritos. Los dosificadores pueden producirse localmente. Económico. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible
Desventajas	Aunque es más popular que el cloro gas, en algunas comunidades alejadas hay que asegurarse la provisión del hipoclorito. Puede producir cambios en gusto y sabor. Produce SPD
Costo de capital	Mínimo. Algunos dosificadores son de costo prácticamente nulo
Costo de o&m	Muy bajo
Disponibilidad	Alta a intermedia
Mantenimiento	Aunque muy simple, requiere mantenimiento y supervisión
Controles	Aunque rápidos y simples deben ser frecuentes
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	El mejor método para zonas rurales de países en desarrollo

COLORO	
Método	Solución dosada a presión
Aplicabilidad	Casi todo el rango de poblaciones, aunque mejor en aquellas intermedias
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Bombas a diafragma o pistón
Complejidad	Intermedia a baja
Ventajas	Sistema muy simple y casi automático. En casi todos los países se producen hipocloritos. Las bombas pueden repararse localmente. Económico. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible
Desventajas	Aunque es más popular que el cloro gas, en algunas comunidades alejadas hay que asegurarse la provisión del hipoclorito. Requiere electricidad. Puede producir cambios en gusto y sabor. Produce SPD
Costo de capital	Moderado a bajo
Costo de o&m	Bajo
Disponibilidad	Amplia, aunque solo en ciudades intermedias a grandes
Mantenimiento	Simple
Controles	Aunque rápidos y simples deben ser frecuentes
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	Excelente opción para pequeñas comunidades y sistemas de bombeo

COLORO	
Método	Electrólisis in situ
Aplicabilidad	Familiar. Población rural dispersa. Pequeñas comunidades
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Hay dos tipos de sistemas diferenciados por su capacidad de producción. Los pequeños para uso familiar o para población rural dispersa son pequeños y simples. Los industriales para usar en plantas potabilizadoras son más grandes y complejos
Complejidad	Baja para los pequeños y familiares e intermedia a alta para los industriales
Ventajas	Simple. Sirven para población dispersa. Producen hipoclorito de baja concentración que es muy manejable. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible
Desventajas	Produce hipoclorito de baja concentración que si bien es mejor para un plan de distribución en goteros, es un inconveniente para desinfectar grandes caudales. Requiere electricidad. Puede producir cambios en gusto y sabor. Produce SPD
Costo de capital	Bajo a intermedio para los sistemas pequeños. Alto para los industriales
Costo de o&m	Moderado
Disponibilidad	Los equipos y repuestos solo se consiguen en determinados países y en aquellos en desarrollo, casi siempre hay que importarlos. El insumo principal: la sal de mesa existe en cualquier lugar
Mantenimiento	Moderado a bajo (hay que vigilar la deposición de carbonatos en el ánodo)
Controles	Aunque rápidos y simples deben ser frecuentes
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	Es el mejor método para cualquier plan de distribución de desinfectante en áreas rurales dispersas

COLORO	
Método	Erosión de tabletas
Aplicabilidad	Pequeñas comunidades
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Aunque todos operan exactamente igual, existe una variada gama para permitir la desinfección de distintos caudales.

Complejidad	Baja
Ventajas	Muy simple. Aunque son de fabricación moderna, los dosificadores parecen salidos de la tecnología apropiada. Económico. Los equipos pueden operar a presión atmosférica o en tuberías bajo presión. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible
Desventajas	Siendo un método ideal para el medio rural, se depende sin embargo de un insumo (las tabletas) que hay que importar o traer desde otros lugares. Puede producir cambios en gusto y sabor. Produce SPD
Costo de capital	Bajo
Costo de o&m	Bajo
Disponibilidad	No muy buena. No siempre se dispone de las tabletas
Mantenimiento	Moderado a bajo (hay que vigilar la formación de cavernas en el depósito de tabletas)
Controles	
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	Donde se ha asegurado la provisión de tabletas se ha popularizado

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	
Método	Lámpara dentro o fuera del agua
Aplicabilidad	Toda la gama de poblaciones desde muy pequeñas a muy grandes
Forma de acción	Destrucción del ADN de los microorganismos
Equipos	Variada gama, con tubos fuera del agua o dentro de ella
Complejidad	El equipo básico en sí (la lámpara UV) es de escasa o nula complejidad. Sin embargo los equipos auxiliares que deben acompañar a aquella le confieren un variado rango de complejidad dependiendo del grado de seguridad buscado
Ventajas	Simple. No requiere del uso de ninguna sustancia química. Corto tiempo de exposición. No hay cambios organolépticos en el agua. No hay SPD
Desventajas	Para asegurar la dosis adecuada hay que contar con varios equipos de control. No hay forma de medir la eficacia de la desinfección en forma simple y rápida. Requiere electricidad. No hay residual
Costo de capital	Bajo en sistemas simples y sin demasiada protección. Elevado en los muy protegidos. Intermedio en aquellos con solo lo imprescindible para una buena operación
Costo de o&m	Bajo a moderado
Disponibilidad	Hay que depender de proveedores externos en las zonas alejadas o rurales.
Mantenimiento	Simple pero cuidado. Hay que asegurar la limpieza de los encamisados cuando los tubos están sumergidos
Controles	Solo se deben "controlar los controles" del proceso (los equipos que monitorean la emisión de la radiación, la vida de las lámparas, etc)
Control analítico	No hay forma de medir la eficacia de la desinfección, salvo realizar un análisis bacteriológico
Recomendaciones	Un método muy interesante por lo simple. No solo tiene aplicación y demanda en las grandes ciudades. También es una buena opción para zonas rurales

FILTRACIÓN LENTA	
Método	Filtración lenta por arena (FLA)
Aplicabilidad	Pequeñas poblaciones. En menor grado poblaciones intermedias
Forma de acción	Eliminación de los microorganismos por acción de la capa biológica ("fagocitosis") que recubre los granos de arena.
Equipos	Filtros lentos de arena, casi siempre confeccionados in situ, con hormigón, acero u otros materiales
Complejidad	Baja
Ventajas	Muy simple. Opera prácticamente solo. A la vez que desinfecta, elimina turbiedad del agua cruda. No cambia las propiedades organolépticas del agua. No necesita electricidad. No hay SPD

Desventajas	Para que trabaje efectivamente como un equipo de desinfección, debe estar muy bien construido; contar con la arena apropiada, bien clasificada y lavada; y operar bajo las condiciones de temperatura, caudal, velocidad de filtración, etc., adecuadas. No hay forma de medir la eficacia de la desinfección en forma simple y rápida. No hay residual
Costo de capital	Moderados a intermedios, aunque como el FLA generalmente se construye para eliminar turbiedad, el costo del componente de la desinfección se disimula en el costo total del filtro
Costo de o&m	Prácticamente nulo
Disponibilidad	Alta. Los materiales para su construcción; y la arena, que es el corazón del sistema, se encuentran en casi cualquier lugar
Mantenimiento	Bajo
Controles	Muy simples
Control analítico	No hay forma de medir la eficacia de la desinfección, salvo realizar un análisis bacteriológico
Recomendaciones	El método más antiguo de tratamiento de aguas, revitalizado como equipo desinfectante es una opción siempre válida para poblaciones rurales

OZONO	
Método	A aire seco u oxígeno
Aplicabilidad	Una gama amplia aunque por sus características intrínsecas (especialidad, costo, requerimientos de operación, etc) es más popular en los medianos y grandes sistemas
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Básicamente de dos clases: alimentados a aire seco o a oxígeno. Los de menor porte se venden en paquete (armados dentro de un esqueleto fijo o container, que se traslada en camiones, barcos o trenes)
Complejidad	Alta
Ventajas	Excelente desinfectante. En ocasiones mejora la calidad organoléptica del agua tratada.
Desventajas	Sistema complejo para muchas comunidades de países en desarrollo, aún para aquellas de gran porte. Requiere personal capacitado para operación y control. Hay formación de SPD, aunque no tan importantes como los del cloro. No hay residual. Requiere segura provisión de electricidad
Costo de capital	Alto
Costo de o&m	Entre los desinfectantes, es uno de los más altos
Disponibilidad	Muy baja. Los equipos se deben adquirir en países desarrollados.
Mantenimiento	Alto y cuidado
Controles	La mayoría de los equipos se venden con sus sistemas de control. Pero hay que estar atentos a los avisos de alarma de los mismos
Control analítico	Aunque complejos, existen métodos para detección en laboratorio. No existen métodos de campo, y además no es factible hacer un análisis del agua de red, ya que la vida media del O ₃ es muy baja
Recomendaciones	Por el momento, solo para países con capacidad para implementar la técnica

DIÓXIDO DE CLORO	
Método	Sistemas de 2 ó 3 compuestos
Aplicabilidad	Una gama amplia aunque por sus características intrínsecas (especialidad, costo, requerimientos de operación, etc) es más popular en los medianos y grandes sistemas
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Cada sistema (el de dos o el de tres compuestos) es en realidad una sumatoria de distintos equipos. La mayoría de los sistemas se vende en paquete
Complejidad	Si bien cada uno de los equipos son relativamente simples (bombas, contactores, tanques, etc) el todo conlleva un grado evidente de complejidad
Ventajas	Excelente desinfectante. Mejora la remoción del hierro y manganeso. No se ve afectado por las variaciones de pH del agua. En ocasiones mejora la calidad organoléptica del agua

	tratada.
Desventajas	Sistema complejo para comunidades de países en desarrollo, aún para aquellas de gran porte. Requiere personal capacitado para operación y control. Hay formación de SPD, aunque no tan importantes como los del cloro. No hay residual. Requiere buena provisión de los insumos químicos y electricidad asegurada
Costo de capital	Alto
Costo de o&m	Alto
Disponibilidad	Muy baja. Los equipos se deben adquirir en países desarrollados.
Mantenimiento	Alto y cuidado
Controles	La mayoría de los equipos se venden con sus sistemas de control. Pero hay que estar atentos a los avisos de alarma de los mismos
Control analítico	Titulación amperométrica de cuatro pasos, lo que significa instrumental específico y personal capacitado
Recomendaciones	Por el momento, solo para países con capacidad para implementar la técnica

MINIFILTRACIÓN	
Método	Microfiltración, ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis inversa
Aplicabilidad	Variada gama de posibilidades, aunque generalmente se utiliza para comunidades pequeñas e intermedias
Forma de acción	Retención de microorganismos por filtración mecánica
Equipos	Micro, ultra, nanofiltración y O.I. se diferencian por el diámetro del poro de la membrana filtrante. Los equipos varían según los pretratamientos, la forma de filtrar (dentro-fuera o fuera-dentro), las presiones ejercidas para favorecer la filtración y el tratamiento que se debe dar a las membranas. Casi siempre los equipos vienen en paquete
Complejidad	Alta. Si bien el sistema es filosóficamente muy simple, en la práctica los equipos son complejos
Ventajas	Provee agua de excelente calidad y la desinfección en realidad es un subproducto del tratamiento para mejorar la calidad del agua. No hay cambios organolépticos. No hay formación de SPD
Desventajas	Su complejidad. La necesidad de contar con personal de operación y mantenimiento bien capacitado. En caso de problemas, éstos son difíciles de solucionar con técnicos locales. No hay residual. Requiere electricidad
Costo de capital	Muy alto
Costo de o&m	Intermedio a alto
Disponibilidad	Muy baja. Los equipos se deben adquirir en países desarrollados.
Mantenimiento	Alto y cuidado
Controles	La mayoría de los equipos se venden con sus sistemas de control. Pero hay que estar atentos a los avisos de los mismos
Control analítico	No hay forma de medir la eficacia de la desinfección, salvo realizar un análisis microbiológico
Recomendaciones	Es una técnica interesante y con futuro, pero por el momento al igual que el ozono o el dióxido de cloro, solo son recomendables para los países en desarrollo por su complejidad y costos mucho más elevados que los métodos más populares

BROMO	
Método	Solución
Aplicabilidad	Poblaciones pequeñas y medianas
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Igual que las soluciones de hipoclorito. Hay una gran variedad de artilugios muy simples. Algunos de ellos, provenientes de la tecnología apropiada son excelentes y muy populares
Complejidad	Muy baja
Ventajas	La misma simpleza de las soluciones de hipoclorito de sodio que ha ganado tantos adeptos. Los dosificadores pueden producirse localmente. Hay residual en el agua tratada y es

	medible igual que el cloro
Desventajas	Ni se acerca en popularidad al cloro y sus derivados pues no tiene los mismos usos que éste. Es muy difícil conseguir bromo en los países en desarrollo. Además su costo es mucho mayor que el del cloro. Produce SPD
Costo de capital	Bajo. Algunos dosificadores son de costo prácticamente nulo
Costo de o&m	Muy bajo
Disponibilidad	De los dosificadores alta a intermedia. Del insumo químico, el bromo, muy baja
Mantenimiento	Aunque muy simple, requiere un mantenimiento y supervisión superior a los del cloro
Controles	Los mismos que se debe tener con la tecnología del cloro
Control analítico	Igual que el cloro. Se utilizan los mismos comparadores
Recomendaciones	Es una buena técnica pero por la dificultad en conseguir bromo no es recomendable para los países en desarrollo

PLATA	
Método	Dosificación en solución
Aplicabilidad	Nivel familiar. Pequeñas comunidades
Forma de acción	Oligodinamia
Equipos	Los mismos que se utilizan para dosar soluciones de hipoclorito de sodio. (Bombas dosificadoras, equipos de dosificación bajo presión o a presión atmosférica, etc)
Complejidad	Muy baja
Ventajas	Simpleza. Efectividad. No hay cambios organolépticos en el agua tratada. No hay SPD
Desventajas	Las soluciones de Ag no son populares ni fáciles de conseguir. Es difícil controlar la concentración de Ag en el agua y no hay métodos simples para medir la concentración residual. Mucho más caro que el uso de hipoclorito
Costo de capital	Moderados a bajos
Costo de o&m	Bajo a intermedio (dependiendo de donde está ubicada la disponibilidad de las soluciones)
Disponibilidad	En general, baja
Mantenimiento	Simple
Controles	Aunque rápidos y simples deben ser frecuentes
Control analítico	No existe un método práctico para el nivel rural
Recomendaciones	Buena opción para ser utilizada en planes de desinfección a nivel familiar

PLATA	
Método	Electrólisis
Aplicabilidad	Pequeñas comunidades
Forma de acción	Oligodinamia
Equipos	Celdas electrolíticas colocadas dentro de recipientes cerrados a presión
Complejidad	Baja
Ventajas	Simpleza. Efectividad. No hay cambios organolépticos en el agua tratada. No hay SPD
Desventajas	Es difícil controlar la concentración de Ag en el agua y no hay métodos simples para medir la concentración residual. Mucho más caro que el uso de hipoclorito. Debe haber buena provisión de corriente eléctrica en el lugar
Costo de capital	Moderados a intermedios
Costo de o&m	Intermedio (dependiendo de donde está ubicada la disponibilidad de repuestos, electrodos, etc)
Disponibilidad	En general, baja
Mantenimiento	Simple
Controles	Aunque rápidos y simples deben ser frecuentes y debe existir algún sistema de control automático para el caso que falle la corriente eléctrica
Control analítico	No existe un método práctico para el nivel rural

Recomendaciones	En el nivel rural solo recomendado cuando la opción del cloro o sus derivados no sea viable
-----------------	---

YODO	
Método	Dosificación en solución
Aplicabilidad	Familiar. Pequeñas comunidades
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Los mismos que se usan para la cloración aunque son preferibles las bombas dosificadoras
Complejidad	Baja, aunque hay un paso adicional de cierto cuidado, que es la preparación de la solución de yodo, si es que se parte del yodo cristalino
Ventajas	Muy simple y menos agresivo que el cloro. No hay problemas con los SPD. Hay residual
Desventajas	Está cuestionado por la sensibilidad que provoca en algunas personas. Es bastante más caro que el uso del cloro y su disponibilidad es mucho menor
Costo de capital	Moderado
Costo de o&m	Bajo
Disponibilidad	De los equipos (bombas) buena, aunque solo en ciudades intermedias a grandes. Del yodo baja
Mantenimiento	Simple
Controles	Simples pero deben ser frecuentes
Control analítico	El yodo se puede determinar en agua por titulación amperométrica o por espectrofotometría (LCV) que requieren instrumental adecuado y personal con cierta capacidad. No hay métodos rápidos de campo
Recomendaciones	No es un método recomendable y por ello es poco utilizado para desinfecciones de rutina. Por su facilidad de manejo es una buena opción para desinfecciones de emergencia

DICLORO ISOCIANURATO	
Método	Solución dosificada a presión atmosférica
Aplicabilidad	Pequeñas comunidades y hasta algunas intermedias. Población en refugios de emergencia
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Bombas a diafragma o pistón
Complejidad	Intermedia a baja
Ventajas	Sistema muy simple y casi automático. Económico aunque no tanto como los otros compuestos del cloro. No produce los sabores y olores que los otros compuestos de cloro. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible
Desventajas	No hay evidencia suficiente que sea totalmente inocuo para la salud. Produce SPD
Costo de capital	Intermedio para los sistemas pequeños y siempre mayor que los costos de los otros compuestos de cloro
Costo de o&m	Bajo
Disponibilidad	Buena, aunque solo en ciudades intermedias a grandes
Mantenimiento	Simple
Controles	Aunque rápidos y simples deben ser frecuentes
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	Es un buen método para situaciones de emergencia y para uso en refugios provisorios. No se aconseja para uso prolongado en la desinfección sistemática

DICLORO ISOCIANURATO	
Método	Polvo o comprimido para ser disuelto en recipientes pequeños
Aplicabilidad	Población en refugios de emergencia
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Baldes y recipientes
Complejidad	Baja o nula
Ventajas	Sistema muy simple. Económico aunque no tanto como los otros compuestos del cloro. No produce los sabores y olores que los otros compuestos de cloro. Es muy estable y manipulable en las condiciones adversas de los refugios. Hay residual en el agua tratada y es fácilmente medible
Desventajas	No hay evidencia suficiente que sea totalmente inocuo para la salud. Produce SPD
Costo de capital	Solo el costo del producto que no es excesivo, aunque siempre algo mayor que los otros compuestos tradicionales de cloro
Costo de o&m	Nulo
Disponibilidad	Buena, aunque solo en ciudades intermedias a grandes
Mantenimiento	Nulo
Controles	Aunque rápidos y simples deben ser frecuentes
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	Es un buen método para situaciones de emergencia y para uso en refugios provisorios. No se aconseja para uso prolongado en la desinfección sistemática

MEZCLA DE GASES OXIDANTES	
Método	Moggod
Aplicabilidad	Pequeñas comunidades
Forma de acción	Oxidación de la materia orgánica
Equipos	Bombas dosificadoras y venturis según el modelo
Complejidad	De los equipos intermedia a alta. Del método muy baja
Ventajas	Excelente desinfectante, al parecer más efectivo aún que la cloración. La operación de los equipos es muy simple. El insumo principal es sal de mesa, accesible en cualquier lugar por remoto que sea. Hay residual y es medible
Desventajas	Los equipos moggod (no los de electrólisis in situ) son algo complejos y pueden presentar problemas si no son bien mantenidos. Hay SPD. Se requiere corriente eléctrica
Costo de capital	Intermedio
Costo de o&m	Bajos
Disponibilidad	De los equipos baja, pero del insumo básico, la sal de mesa, muy alto
Mantenimiento	Requieren muy buen mantenimiento. Los fracasos anotados se han debido a deficiencias en el mantenimiento, sobretodo la limpieza de membranas y de electrodos
Controles	Frecuentes
Control analítico	Muy simple. Existe una gama de comparadores de cloro residual sencillos y baratos
Recomendaciones	A pesar de su relativa complejidad, es una buena opción para lugares muy remotos donde haya corriente eléctrica pero no la posibilidad de llegar con sustancias químicas como hipocloritos u otros. Se deberá contar sin embargo con operadores que por encima de su capacitación que no es compleja estén muy concientizados de la importancia de un buen mantenimiento

SINÉRGICOS	
Método	Varios
Aplicabilidad	Depende del método
Forma de acción	Depende de los métodos individuales que conforman el método sinérgico. Puede ser oxidación, radiación, etc
Equipos	No difieren de los equipos que utilizan cada una de las técnicas individualmente
Complejidad	Obviamente que habrá mayor complejidad que utilizando técnicas individuales.
Ventajas	Con la sinergia se consiguen acciones de desinfección que no se consiguen por otros métodos. Tanto en la acción de aniquilación de microorganismos como en la producción de SPS. La mayor complejidad conlleva una excelencia en la desinfección
Desventajas	Complejidad, dificultad en conocer con exactitud los mecanismos que están ocurriendo en la desinfección. Mayores costos. Necesidad de mayores controles y personal capacitado. Posiblemente dificultad en medir residuales
Costo de capital	Depende de cada caso en particular. Obviamente que serán mayores que los costos de utilizar cada una de las técnicas que hacen a la sinergia en forma individual
Costo de o&m	Variable
Disponibilidad	Baja por el momento, ya que no son métodos populares
Mantenimiento	Depende del método en particular
Controles	Depende del método en particular
Control analítico	Responde a las necesidades analíticas de cada uno de los métodos individuales. Posiblemente cierta dificultad o la necesidad de equipamiento e instrumentación delicada o compleja
Recomendaciones	Por el momento son solo técnicas que están más dentro del área de la investigación y el desarrollo que del gran uso. No se recomienda por ahora para áreas rurales de países en desarrollo

FILTROS DE NIVEL FAMILIAR	
Método	Varios
Aplicabilidad	Familiar. Pequeños núcleos como villas o caseríos
Forma de acción	Eliminación de microorganismos por oligodinamia o filtración
Equipos	Filtros individuales o modulares (varios filtros con distintas funciones colocados en serie). Hay unidades que no se recambian (los que usan velas de cerámica) y otros que deben cambiarse (aquellos con arena recubierta de plata)
Complejidad	Muy baja
Ventajas	Su simplicidad, la eficacia en la desinfección y en la eliminación de sabores, olores y otra materia orgánica. La facilidad de utilizarlo en las viviendas a la salida de grifos de consumo directo minimiza la no existencia de residuales
Desventajas	Existen demasiados modelos y marcas en el mercado. Muchos de ellos no ofrecen lo que pregonan por lo que no son verdaderamente "desinfectantes". Deben recibir un muy buen mantenimiento
Costo de capital	Bajos a intermedios
Costo de o&m	Depende del tipo de filtro que utilizan. Las velas cerámicas se limpian y reusan. Otros filtros deben cambiarse. Ello hace que los costos varíen de acuerdo al tipo de producto
Disponibilidad	Buena
Mantenimiento	Muy simple pero muy importante que se les dé la atención necesaria tanto para lavar o cambiar los módulos de acuerdo a las instrucciones del fabricante
Controles	No son necesarios
Control analítico	No existen rápidos y simples, pues no hay residuales. Solo es factible hacer análisis microbiológicos para confirmar su eficiencia
Recomendaciones	Muy recomendables sobre todo para uso familiar. Sin embargo se deberá asegurar que las unidades sean confiables (de fabricación noble certificada) y que se les efectúa un buen mantenimiento.

Cuadros comparativos de las técnicas de desinfección

En las siguientes páginas se presentan dos tablas comparativas, la primera de los distintos desinfectantes y su aplicabilidad y la segunda acerca de las características y atributos de los equipos de dosificación.

Fuentes de información

Skinner, B.; *Chlorinating small water supplies*, a WELL study available at WEDC, Loughborough University, UK (2001).

TABLA COMPARATIVA DE LOS DISTINTOS DESINFECTANTES Y SU APLICABILIDAD

	SODIS	Cl ₂	UV	F.L.A.	O ₃	ClO ₂	MINI	Br ₂	Ag	I ₂
<u>Efectividad</u>										
• Bacterias	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
• Virus	A	A	A	I	A	A	A	A	I	A
• Protozoos	B	B	B	A	I	I	A	B	B	I
• Helmintos	B	B	B	A	A	I	A	B	B	B
<u>Influencia del agua cruda en relación a</u>										
• pH	B	A	B	B	B	B	A	I	B	B
• Turbiedad	A	I	A	B	A	I	A	I	I	A
• Materia orgánica	I	B	B	B	B	B	I	B	B	B
Produce SPD	NO	SI	NO	NO	B	B	NO	SI	NO	NO
Mantiene Residual de protección	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI
Posible cambios sabores y olores	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO
Rango de uso Caudales	B	B-I-A	B-I-A	B-I	B-I-A	I-A	I-A	B-I	B	B-I
Costo de Capital (equipos)	B	B	B-I	I	I-A	I-A	A	B	B-I	B
Costo de operación	B	B	B-I	B	A	A	A	I	I	I-A
Capacidad del operador	B	B-I	B-I	B	A	A	A	B-I	B-I	B-I
Requerimientos de productos químicos	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI
Requerimientos de energía	NO	B	I	NO	A	A	A	B	B	B

A = Alto

I = Intermedio

B = Bajo

Atributos de distintos equipos y dosificadores

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Sirve para corrientes de agua (canales, tubos sin presión)	SI	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
Sirve para dosificar bajo presión (tuberías en carga)	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Sirve para flujos intermitentes	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI
Sirve para caudales: Bajos, Intermedios o Altos (B.I.A.)	B	B	I-A	B-I	I-A	B-I	B-I	B-I-A	B-I	B-I-A	I-A	I-A	B-I	B-I	B
Puede ser construido localmente por artesanos del lugar	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Disponibilidad de repuestos en el lugar o en comunidades cercanas	SI	SI	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Conocimiento del operador para mantenimiento y reparaciones: Bajo, Intermedio o Alto (B.I.A.)	B	B	I	B	I	B	B	B/I	B	A	A	A	I	I	B

1. Calentadores continuos (SODIS)
2. Calentadores por tanda (SODIS)
3. Dosificadores de gas (Cloro)
4. Dosificadores de solución (caja nivel constante; vaso/botella; tubo con orificio) (Hipoclorito de sodio, soluciones de Br₂, Ag, etc)
5. Bombas dosificadoras (Hipoclorito de sodio, soluciones de Br₂, Ag, etc)
6. Venturis (Hipoclorito de sodio, soluciones de Br₂, Ag, etc)
7. Aparatos de Erosión (Hipoclorito de calcio)
8. Equipos de radiación UV
9. Filtro lento de arena

10. Equipos de Ozonización
11. Equipos de Dióxido de cloro
12. Minifiltración
13. Equipos electrolíticos (Ag)
14. MOGGOD
15. Filtros caseros

A = Alto
I = Intermedio
B = Bajo

