

VIDA DE ANAQUEL DEL AGUA PURIFICADA

ING. J JESÚS PLATA SANTIBAÑEZ



CAUSAS DEL PROBLEMA

- Materia Orgánica
- Luz Solar



POR QUE LA PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA

- a) Alta presencia en el agua cruda.
- b) Fuga en el filtro de carbón.
- c) Tubería de pvc.



- d) Garrafón mal lavado.
- e) Residual del detergente.
- f) Filtros pulidores no adecuados.
- g) Otras causas menos comunes.



- Desinfección es la clave de cualquier sistema de tratamiento de agua para producir un agua purificada segura.
- Debemos tener en cuenta que no hay una técnica ideal ni un desinfectante perfecto: en todos hay objeciones.



DESINFECCIÓN(CARACTERÍSTICAS)

- Ellos no matan todos los microorganismos.
- Ellos fallan para eliminar CYSTES o parásitos.
- Produce DBPs en el producto.
- Resultan caros en ciertos casos.
- Su eficiencia depende mucho de la calidad del agua.



- En el tratamiento del agua es necesario considerar la suma de todos los pasos, cada uno de los cuales debe ser individualmente evaluado, operado y supervisado. Esto nos conduce a metodologías de operación establecidas en el Análisis de Riesgos de Puntos Críticos de Control (HACCP).
- Cumplir con una buena desinfección significa cumplir con la ecuación:
$$\text{CXT} = \text{good desinfection}$$

METODOS DE DESINFECCION

- SOLAR
- CLORINACION
- RADIACION UV
- FILTRACION LENTA
- OZONO
- DIOXIDO DE CLORO
- MINI-FILTRACION
- METODOS ALTERNIVOS (Ag^+ , Br_2 , I_2)
- ESPECIAL DESINFECCION EN SITUACIONES DE EMERGENCIA.



COLORO

- GAS CLORO
 - CAL-CLORINADA (Blanqueador)
 - HIPOCLORITO DE SODIO (Cloro liquido)
 - HIPOCLORITO DE CALCIO (Cloro solido)
-
- La organización mundial de la salud (WHO) considera como mínimo 0.5mg/l de cloro libre residual después de 30 minutos de contacto será garantía satisfactoria de desinfección.



- Es muy importante no usar tabletas o polvo que son para alberca, por que contienen isocianuratos como compuesto químico que no es recomendado para consumo humano.
- Monitoreo de cloro y sus compuestos.
 - Métodos DPD (Diethyl-para-phenylenediamine)
 - Método de Orto-tolidina



DBPs

- Cloro
 - Tri-halometanos
 - Ácidos haloacéticos
 - Haloacetonitrilos
 - Clorofenoles
- Dióxido de cloro
 - Cloratos
 - Cloritos
 - Clorofenolos
- Ozono
 - Aldehídos
 - Ácidos carboxílicos
 - Bromatos
 - Bromo etanos
 - Bromo acetonitrilos
 - Cetonas



RAYOS UV

- Su mayor ventaja que no hay DBPs.
- Su mayor desventaja no hay protección residual.
- Esta técnica se basa en el poder bactericida que tienen los Rayos UV en el rango de 254nm.
- Su aplicación solo en aguas con turbideces menores a 5 UTN.
- La radiación se limita a no mas de 50mm.



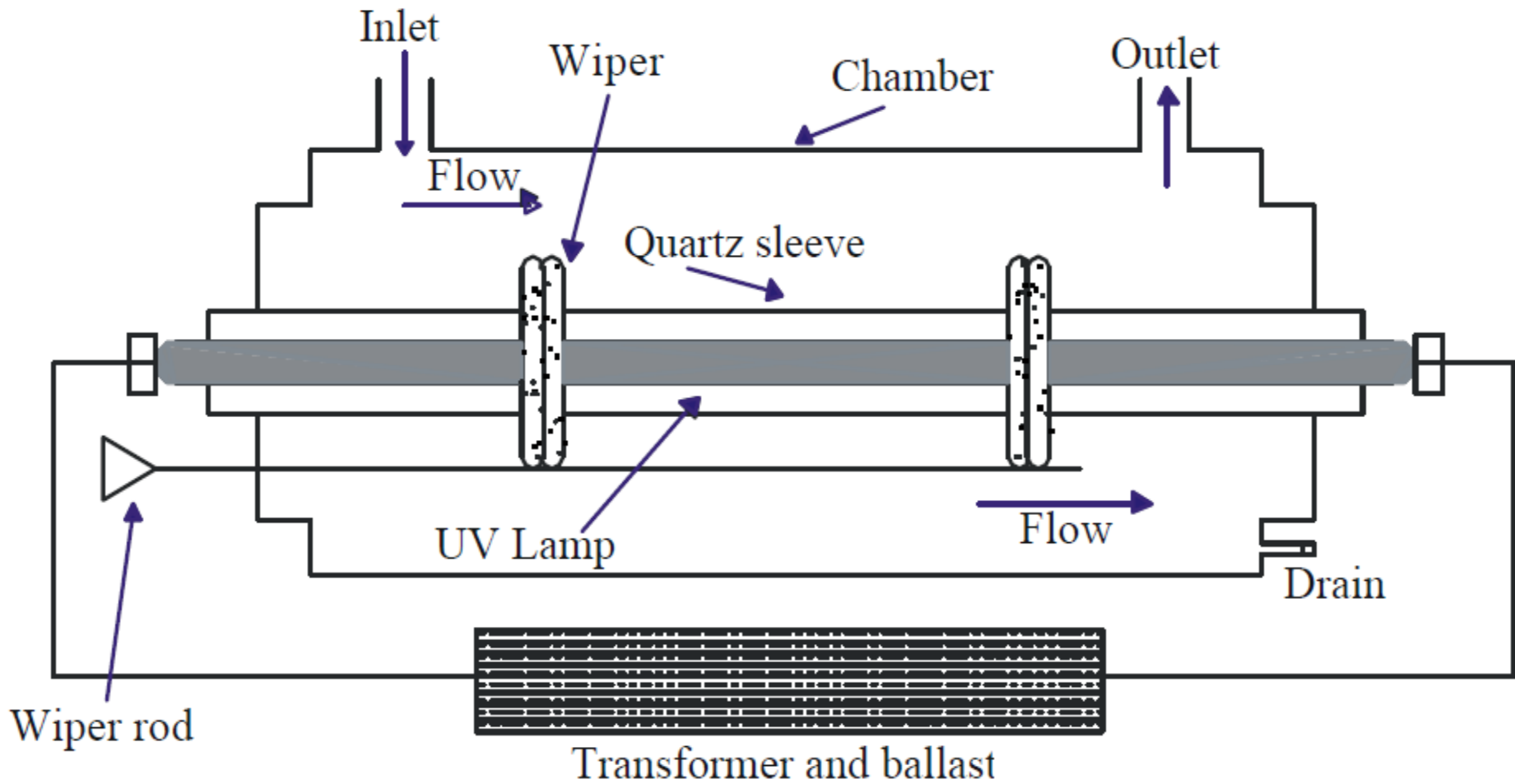
- La radiación es medida en $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
- La dosis es medida en $\mu\text{W}/\text{s}/\text{cm}^2$ esto es radiación por tiempo ($\mu\text{W}_\text{s}/\text{cm}^2$).
- La dosis requerida para destruir los microorganismos comunes (Coliformes, pseudomona) esta entre 6000-10000 $\mu\text{W}_\text{s}/\text{cm}$.
- Tiempo de exposición depende del flujo y características del equipo pero la normal exposición seria de 10-20 segundos.

UV radiation needed for up to 99.99% destruction of waterborne pathogens

<u>Bacteria</u>	Power $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	<u>Other organisms</u>	Power $\mu\text{W}/\text{cm}^2$
<i>Bacillus anthracis</i>	8.700		
<i>S. enteritidis</i>	7.600		
<i>B. Megatherium</i> sp.(veg)	2.500	<u>Yeasts</u>	
<i>B. Megatherium</i> sp.(spores)	5.200		
<i>B. peratyphosus</i>	6.100	<i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	13.200
<i>B. subtilis</i>	11.000	<i>Saccharomyces</i> sp.	1.600
<i>B. subtilis</i> spores	22.000	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	13.200
<i>Clostridium tetani</i>	22.000	Brewers' yeast	660
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>	6.500	Bakers' yeast	800
<i>Eberthella typosa</i>	4.100	Pastry yeast	13.200
<i>Escherichia coli</i>	6.600		
<i>Micrococcus candidus</i>	12.300	<u>Spores</u>	
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	10.000		
<i>Neisseria catarrhalis</i>	8.500	<i>Penicillium roqueforti</i>	26.400
<i>Phytomonas tumefaciens</i>	500	<i>Penicillium expansum</i>	22.000
<i>Proteus vulgaris</i>	6.600	<i>Mucor racemosus</i> A	35.200
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	10.500	<i>Mucor racemosus</i> B	5.200
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	6.600	<i>Oospora lactis</i>	1.100
<i>S. typhimurium</i>	15.200		
<i>Salmonella</i>	10.000	<u>Viruses</u>	
<i>Sarcina lutea</i>	26.400		
<i>Serratia marcescens</i>	6.160	<i>Bacteriophage (E. coli)</i>	6.600
<i>Dysentery bacilli</i>	4.200	Influenza (Flu) virus	6.600
<i>Shigella paradysenteriae</i>	3.400	Hepatitis virus	8.000
<i>Spirillum rubrum</i>	6.160	Poliovirus (Poliomyelitis)	1.000
<i>Staphylococcus alous</i>	5.720	Rotavirus	24.000
<i>Staphylococcus aureus</i>	6.600		
<i>Streptococcus hemolyticus</i>	5.500	<u>Algae</u>	
<i>Streptococcus lactis</i>	8.800		
<i>Streptococcus viridans</i>	3.800	<i>Chlorella vulgaris</i>	2.000
<i>Vibrio cholerae</i>	6.500		

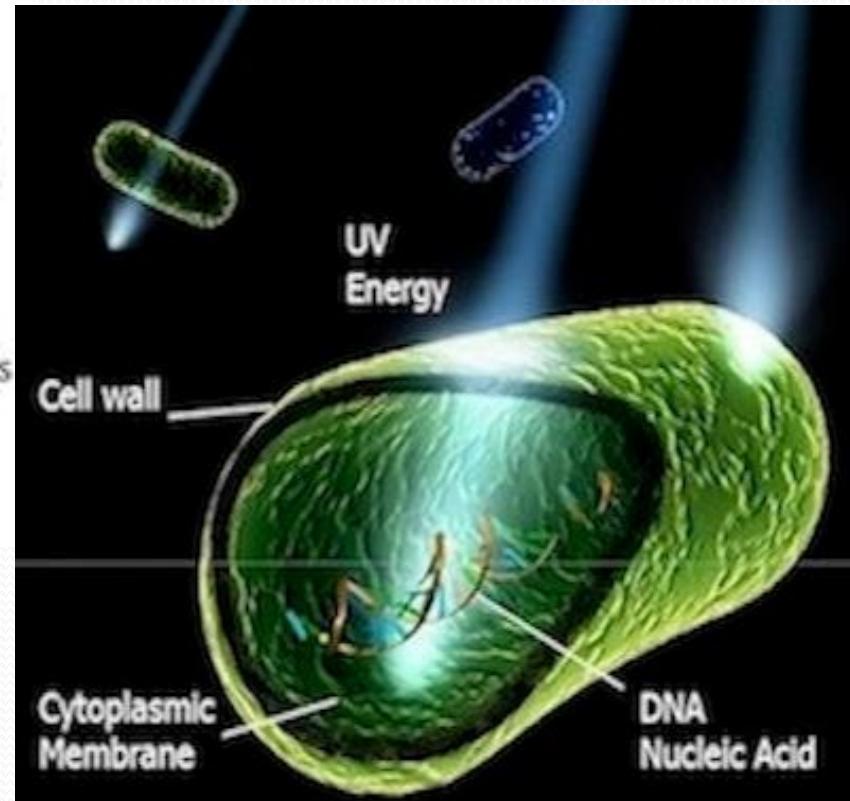
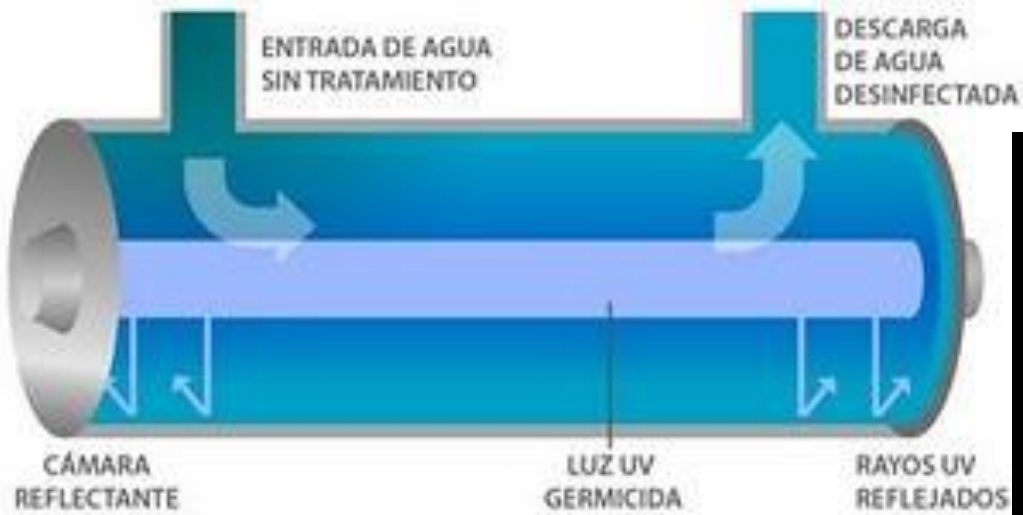
Fuente:
WATER DISINFECTION MANUAL,
PAGE 76





Typical UV radiation system with submerged lamp

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA



- Un equipo moderno de desinfección UV incluye lo siguiente:
 - Cámara no Corrosiva
 - Lámpara UV
 - Tubo de Cuarzo
 - Limpiador Mecánico
 - Sensores de Radiación UV
 - Sensores de Flujo
 - Monitoreo de la lámpara
 - Balastra Electrónica



OZONO

- Gas Alotropo del Oxígeno $O_3 \rightarrow O_2$
- Un potente Oxidante que elimina:
 - Compuestos Orgánicos.
 - Inactiva micro-organismos patógenos en el agua
 - Produce mal sabor, olor desagradable en el agua momentáneo.
 - Su efecto residual es de horas (depende la [])
 - Produce también DBP_s
 - Su [] min. 0.4 por 10min de contacto lo recomendable.



- La presencia de material orgánico acelera su descomposición
- Esto limita la aplicación en purificación de agua solo en la parte final y con material inerte (inoxidable, teflón)
- El costo de producción limita mucho su aplicación.
- Tiene gran dependencia del secado de aire de alimentación al sistema.
- Como en todo es importante monitorear la concentración de ozono en el producto. Pag.115

Power

8,000 - 20,000 volts

Metallic silver coating

Glass electrode

Spacing
1 - 3 mm

Air or
oxygen

Ozonized
gas product

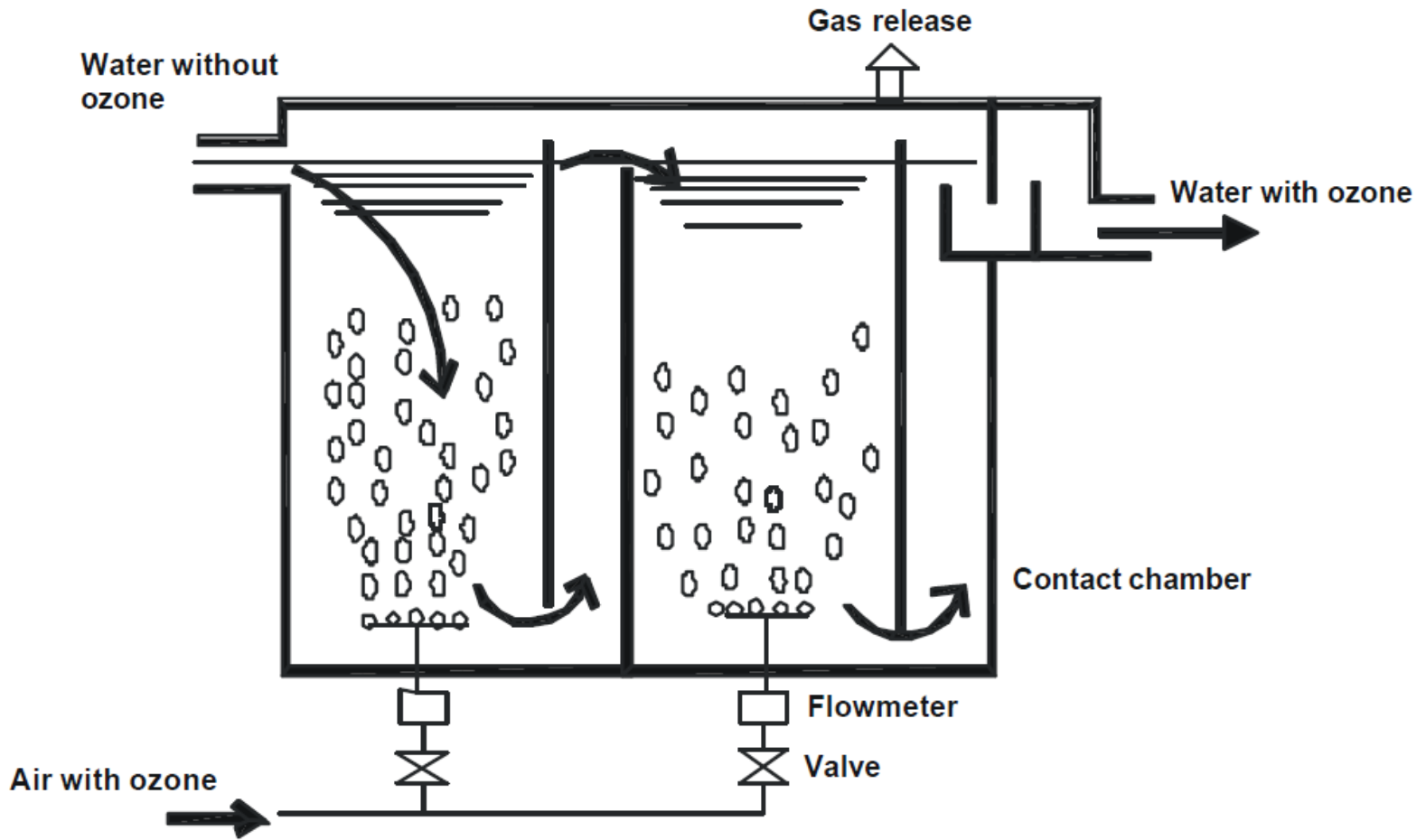
Stainless steel electrode
(grounded)

Heat dissipation by water cooling



Dielectric ozone generator

Fuente:
WATER DISINFECTION MANUAL.
PAGE 107



Separate chamber contactor with baffles and diffusers

DESINFECCIÓN ALTERNATIVA

- Desinfección es la eliminación de patógenos dañinos al cuerpo humano. Una manera de matar éstos es modificando el PH del agua.
- Modificando la temperatura (pasteurización).
- Modificando la presión (ollas de presión).
- Colocación del Agua en vasijas de plata por periodos de contacto suficiente para hacer un agua Segura.



- Como se ve hay varias maneras de lograr una desinfección las limitantes serán la viabilidad de aplicación tanto por el volumen del agua como del costo del equipo del tratamiento.
- Desinfección con bromo y yodo.
- El principio de desinfección es el mismo que con el cloro.
- Existe menos efectividad con estos productos.
- La generación de DBPs las mismas.
- Su limitante es el costo de los productos y su presencia en el mercado

baja



DESINFECCION CON PLATA Ag^+

- Se basa en el principio oligodinamico de algunos metales como Ag^+ , Cu^+ , Cu^{++} , Hg^+ , Hg^{++} Mn^{n+} y Fe^{n+} entre otros.
- Son todos potencialmente desinfectantes en pequeñas cantidades.
- Solamente Ag^+ y Cu^+ han sido usados para desinfectar agua para consumo humano y éstos usos datan desde nuestros ancestros.



- Efectos sobre la salud y producción DBPs.
- La WHO no ha propuesto ningún valor guía que limite el uso de plata en el agua de beber precisamente por ser un microbicida seguro.
- La USEPA marca un limite de 0.1 ppm.
- Tratamiento con plata en el agua no cambia su sabor, olor ni color



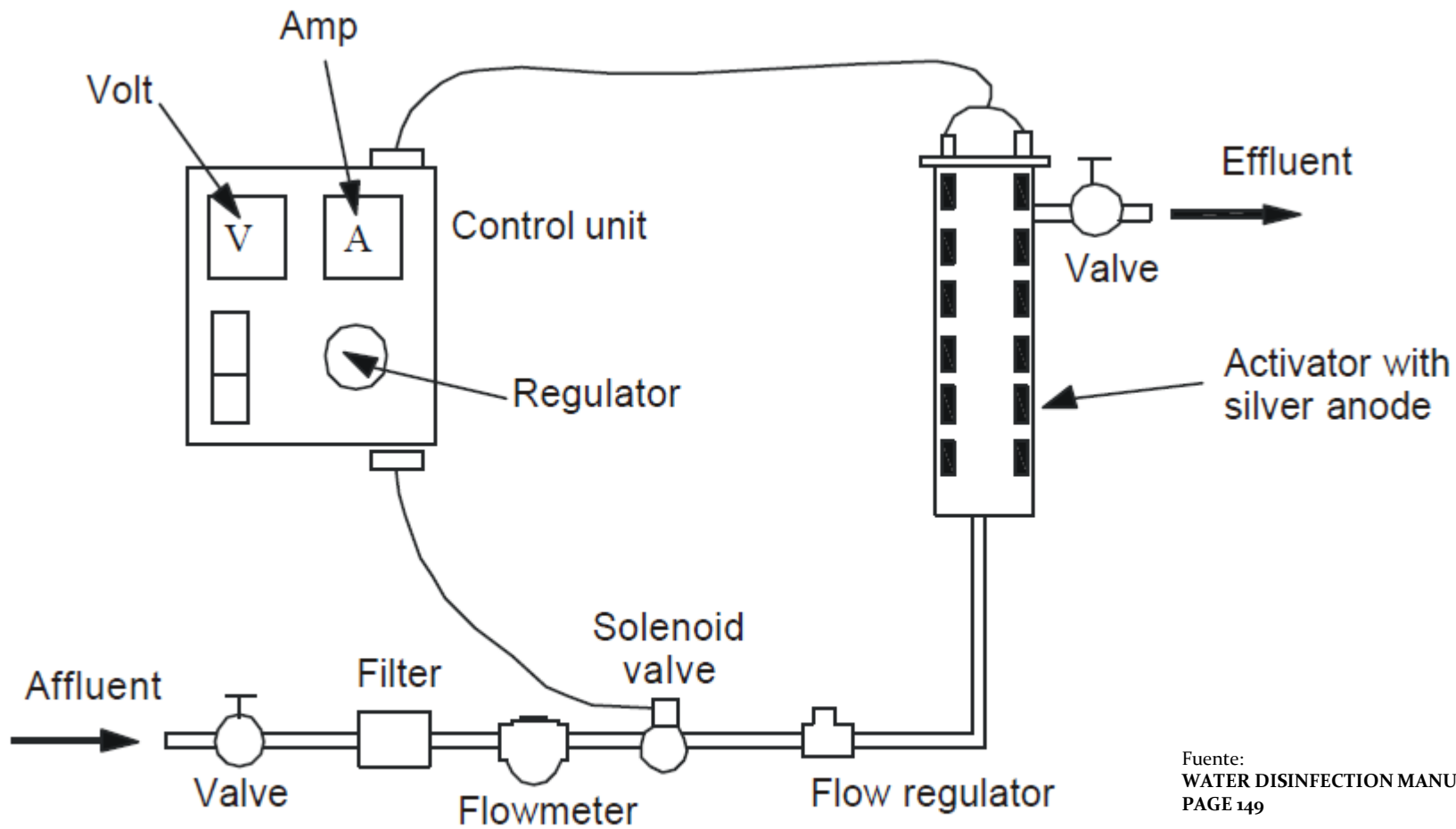
- No elimina virus pero muy efectivo contra bacterias y hongos.
- El principio se basa en la desintegración de la estructura de la célula.
- La eficacia germicida está en el rango de 25-75 $\mu\text{g}/\text{lt}$.



DOSIFICACION DE Ag⁺

- En forma de pintura.
- En forma líquida por adición de gotas de la solución.
- Con equipo manual o automático que proporcione iones plata Ag⁺ al agua purificada (método electrolítico).





Fuente:
 WATER DISINFECTION MANUAL.
 PAGE 149

Typical silver electrolyte equipment



VENTAJAS DE Ag⁺

- No produce cambios en sabor, olor y color.
- No hay DBPs.
- La dosificación electrónica es práctica y apropiada para desinfección de agua purificada.



DESVENTAJAS

- La prueba de medición sólo en laboratorio.
- El costo de los electrodos depende de la variación en el mercado de la plata.



Comparative table of the different disinfectants and their applicability

	SODIS	■ ₂	UV	S.S.F.	■ ₃	ClO ₂	MINI	■ ₂	Ag	■ ₂
Efficacy										
• Bacteria	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
• Viruses	H	H	H	I	H	H	H	H	I	H
• Protozoa	L	L	L	H	I	I	H	L	L	I
• Helminths	L	L	L	H	H	I	H	L	L	L
Raw water influence on										
• pH	L	H	L	L	L	L	H	I	L	L
• Turbidity	H	I	H	L	H	I	H	I	I	H
• Organic matter	I	L	L	L	L	L	I	L	L	L
Generated DBP	NO	YES	NO	NO	L	L	NO	YES	NO	NO
Maintains protective residual	NO	YES	NO	NO	NO	NO	NO	YES	YES	YES
Possible changes in water taste and odor	NO	YES	NO	NO	NO	NO	NO	YES	NO	NO
Range of use flows	L	L-I-H	L-I-H	L-I	L-I-H	I-H	I-H	L-I	L	L-I
Equipment cost	L	L	L-I	I	I-H	I-H	H	L	L-I	L
Operating cost	L	L	L-I	L	H	H	H	I	I	I-H
Operator cost	L	L-I	L-I	L	H	H	H	L-I	L-I	L-I
Need for chemicals	NO	YES	NO	NO	NO	YES	NO	YES	YES	YES
Need for electric power	NO	L	I	NO	H	H	H	L	L	L

H = High I = Intermediate L = Low

FUENTES DE CONSULTA



**Pan American Center for Sanitary Engineering and
Environmental Sciences**
Pan American Health Organization
Regional Office of the World Health Organization



