



# Desinfección de Agua Luz Ultravioleta en Purificadores para Punto de Uso

por Ing. Horacio Torti

**Resumen:** Frente a una realidad en la que el agua aparece como un bien cada día más escaso y difícil de potabilizar, a causa de su creciente contaminación química y especialmente biológica, la desinfección del vital elemento mediante radiación ultravioleta (UV) está ganando un amplio espacio por sus grandes ventajas comparativas. En el presente artículo se reseñan los requisitos y características que debe reunir el diseño de un purificador de agua equipado con un sistema de luz UV.

Es sabido que el agua potable se está convirtiendo en un recurso cada vez más escaso y a la vez más difícil de ser potabilizado. Esto último se debe al aumento de los niveles de contaminación, tanto a nivel químico como bacteriológico.

En la Argentina, 35% de los hogares se abastecen de agua de pozos, cifra que se incrementa en algunas zonas del Gran Buenos

Aires (ver Figura 1). Situaciones similares se presentan en otros países de Latinoamérica, donde aún hoy existe una importante porción de la población que no sólo carece de agua potable, sino que se provee de agua a través de perforaciones hasta las napas freáticas, algunas de las cuales se encuentran con un alto grado de contaminación, en general de tipo bacteriológico.

Estudios realizados en nuestro país indican que la contaminación no sólo se presenta en las aguas de perforación. En efecto, las malas condiciones de las instalaciones domiciliarias internas (cañerías, tanques cisternas y tanques elevados o de reserva) pueden determinar ya sea la aparición de la contaminación o un sensible aumento de la existente, independientemente de las condiciones de la fuente de agua a considerar (ver Figura 2).

Las napas son reservorios naturales de agua subterránea que durante milenios han satisfecho las necesidades de los seres humanos. Pero en nuestra época,

lamentablemente, su confiabilidad se ha visto reducida a niveles alarmantes. Hay dos factores básicos que intervienen en su contaminación: la filtración de agua de superficie, por un lado, y por el otro, los llamados pozos ciegos, o “negros”. Este último factor es, lejos, el de mayor incidencia.

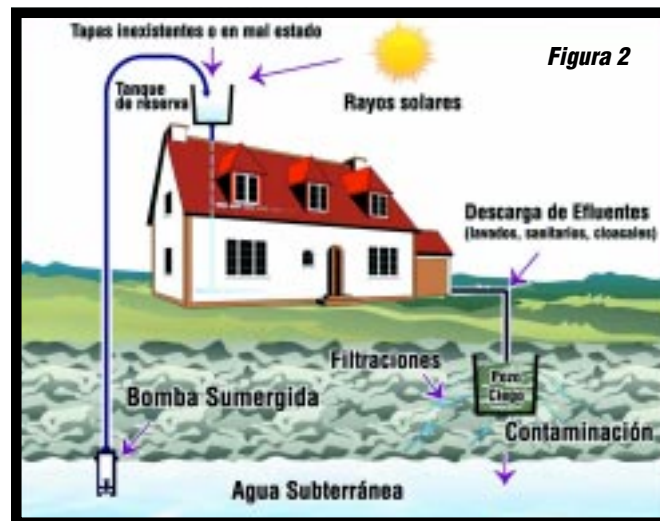
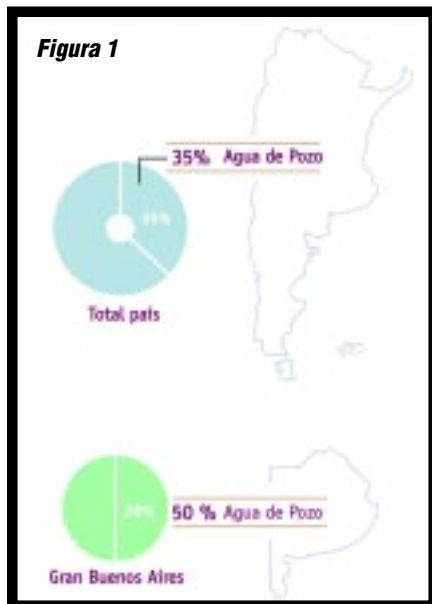
Por eso es que los agentes más importantes en el deterioro del agua son biológicos y no químicos (ver Figura 3). Se originan principalmente en las heces humanas o de animales y están representados por las bacterias, parásitos y virus. Estos microorganismos pueden producir efectos nocivos en el ser humano—en ocasiones, sumamente graves—y se manifiestan a través de diversas enfermedades como infecciones parasitarias, cólera, fiebre tifoidea y hepatitis.

## Significativas ventajas

En los últimos años han surgido numerosas técnicas que pueden ser aplicadas en sistemas domiciliarios para la desinfección del agua. La utilización de purificadores de agua

con actividad bactericida, colocados en punto de uso (PDU), puede resultar una solución para quienes no tienen acceso a aguas microbiológicamente seguras.

Dentro de estas técnicas, la utilización de radiación UV para la desinfección es la que más espacio ha ganado, ya que posee significativas ventajas frente a los métodos tradicionales:



- Cortos tiempos de desinfección frente a otros desinfectantes,
- No genera cambios físicos ni químicos en el agua tratada,
- No requiere de productos químicos,
- No produce efectos adversos sobre la salud, y
- La sobredosis no genera inconvenientes.

### Precauciones a tomar

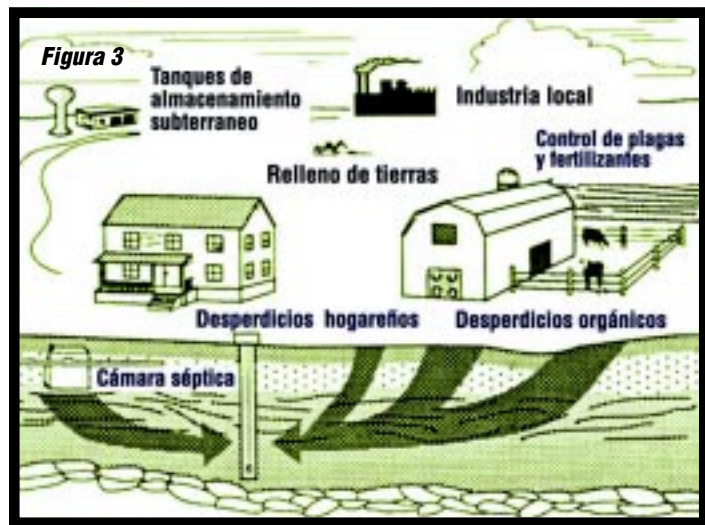
El agua a tratar debe ser prefiltrada de tal forma que se eliminen los sólidos en suspensión, los cuales pueden producir sombras que impedirán a la luz UV alcanzar en forma efectiva a los microorganismos a combatir. Además, debe evitarse la presencia de agua coloreada, ya que la transmisión de luz UV disminuye ante estas situaciones. La presencia de compuestos orgánicos también debe ser evitada, dado que la absorción de la luz de estos compuestos puede ser muy importante y por lo tanto disminuirá la dosis de radiación efectiva que alcance a los microorganismos a tratar.

En general, en los diseños de purificadores de punto de uso PDU o POU\* se utiliza un tubo de cuarzo para recubrir la lámpara. La calidad del cuarzo a emplear es de suma importancia, ya que un material de mala calidad puede absorber una importante dosis de radiación, disminuyendo el poder de reducción bacteriana del purificador.

También es importante tener en cuenta el tenor de algunos cationes que puedan ingresar en el agua, como por ejemplo calcio, magnesio, hierro y manganeso. Estos cationes pueden generar depósitos sobre las paredes del tubo de cuarzo, impidiendo de esta forma un correcto pasaje de la luz UV.

### Diseño del equipo

Teniendo en cuenta todos estos factores,



el equipo a utilizar en la desinfección del agua debe constar de las siguientes etapas:

1. Prefiltración de 5 micrones ( $\mu\text{m}$ ) como mínimo;
2. Tratamiento que permita disminuir la formación de depósitos sobre el tubo de cuarzo;
3. Lecho de carbón activado para eliminar compuestos orgánicos incoloros y/o coloreados;
4. Cámara de radiación UV que asegure la generación de turbulencia en su interior, de tal forma que se eviten flujos laminares y aumentar así las posibilidades de exposición de los microorganismos a la acción de la luz UV;
5. El caudal de agua que pasa por el purificador bactericida utilizado en punto de uso debe ser tal que asegure una dosis de radiación UV mínima de  $16,000 \mu\text{W}\cdot\text{Seg}/\text{cm}^2$ , o microWatt-segundos por centímetro cuadrado—también conocido como miliJoules por centímetro cuadrado ( $\text{mJ}/\text{cm}^2$ ). Esta dosis está relacionada directamente con la potencia de la lámpara, el tiempo de residencia del agua dentro de la cámara de radiación y el diseño de ésta.

### Medición del poder bactericida

Existen diferentes tablas que indican la dosis mínima necesaria para la inactivación de distintos microorganismos, como bacterias, virus y parásitos.

También hay equipos electrónicos que miden la dosis en cámaras de radiación de equipos diseñados para el tratamiento bacteriológico del agua. Estas tablas y dispositivos pueden ofrecer una primera aproximación, pero para comprobar la eficiencia bactericida real deben realizarse análisis bacteriológicos antes y después del pasaje del agua a través del equipo.

Con ese propósito, basándonos en recomendaciones de la Organización

Panamericana de la Salud (OPS), realizamos estudios de laboratorio y de campo, que se dividieron en dos partes:

*Primera parte:* Se hizo pasar agua artificialmente contaminada con microorganismos de prueba y luego se calculó la reducción microbiana alcanzada mediante la

determinación de la carga bacteriana en el agua de entrada y el agua de salida del purificador. Los microorganismos de prueba utilizados fueron:

- *Escherichia coli*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- Poliovirus
- *Vibrio cholerae*

*Segunda parte:* Se hizo funcionar a los purificadores conectados a una fuente real de agua microbiológicamente contaminada, y luego se evaluó, en el tiempo, la calidad microbiológica del agua de salida según los parámetros exigidos por el *Código Alimentario Argentino*. En este ensayo se realizaron tests en forma periódica, en la primera etapa en forma diaria, en la segunda en forma semanal y en la última en forma quincenal.

### Análisis de los resultados

En el período de estudio de laboratorio se realizaron pruebas con distintos tipos de lámparas, de distintos proveedores y de distinta potencia, hasta llegar a obtener resultados que superaron ampliamente un porcentaje de reducción del 99.99% (4 log) con todos los microorganismos testeados. Recién a posteriori de ello se pasó a los estudios de campo, donde los resultados fueron aún superiores a los obtenidos en laboratorio.

Una conclusión importante a la que se llegó en los estudios de campo es la necesidad de una limpieza periódica del tubo de cuarzo, ya que al tratarse de aguas de perforación (en general con importante grado de dureza), éstas formaban depósitos calcáreos sobre el tubo que generaban una disminución gradual de la dosis de radiación.

La medición de la dosis de radiación se realizó en forma semanal. Se concluyó que para un agua que posea una concentración de 300 partes por millón (ppm) de dureza (expresada como carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ ) debe realizarse una limpieza del tubo de cuarzo en forma trimestral.

De acuerdo a las posibilidades, esa limpieza debe realizarse a través de medios químicos, evitando ejercer fricción sobre el tubo para no producir marcas sobre su superficie, lo que se traduciría en forma directa en una disminución de la dosis de radiación que atraviesa el tubo.

Durante el estudio de campo también se verificó la variación de la potencia de radiación de la lámpara, encontrándose que la dosis de radiación UV después de un año de uso era la adecuada para seguir produciendo la inactivación de microorganismos. Independientemente de esto, y siguiendo las

recomendaciones del proveedor de la lámpara, se dio por finalizada su vida útil después de este período.

### Descripción del equipo

Una vez finalizados los estudios de eficiencia se procedió al diseño general del equipo, el cual cuenta con dos partes principales:

*Sistema electrónico de comando, manejado a través de un microprocesador:* Es el encargado de entregar la energía necesaria para el encendido de la lámpara y de comandar todo el sistema de seguridad

*Unidad de purificación, compuesta por prefiltros, medio filtrante para evitar la formación de incrustaciones duras, carbón activado y cámara de radiación UV:* Es la encargada de pretratar y purificar el agua, generando las condiciones adecuadas para su ingreso a la cámara de radiación.

### Sistema de seguridad

A la hora de diseñar un equipo de tratamiento bactericida deben tenerse en cuenta las medidas de seguridad, con el fin de evitar por todos los medios que pueda entregar, en cualquier momento de su vida útil, agua que no posea las condiciones bacteriológicas adecuadas o, lo que es lo mismo, agua no segura, por lo cual en nuestro caso se decidió

dotar al equipo de las siguientes prestaciones:

- Interrupción automática del suministro de agua, ante corte de corriente eléctrica;
- Interrupción automática de suministro de agua, ante la salida de servicio de la lámpara de radiación UV;
- Corte de suministro de energía eléctrica al equipo ante una desconexión accidental del cable que une el comando electrónico con la unidad de purificación; e
- Interrupción automática de suministro de agua en el momento de llegar la lámpara de radiación UV al final de su vida útil.

### Conclusión

La radiación ultravioleta ha demostrado ser una técnica eficaz y segura para la desinfección de agua contaminada biológicamente. Los purificadores equipados con sistemas de luz UV poseen una prestación altamente satisfactoria, a condición de que se cumpla en su diseño y utilización con los procedimientos y requisitos cuya somera descripción ha sido el objeto de este trabajo.

### Referencias

1. *Código Alimentario Argentino*. Cap. 12 art. 1
2. "Guías para la selección y aplicación de tecnologías de desinfección del agua para consumo humano en pueblos pequeños y comunidades rurales en América Latina y el

Caribe". OPS, Serie Técnica N° 30, 1995.

3. "La Calidad del Agua Potable en América Latina. Ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química", ILSI Argentina, OPS/OMS, 1995.

4. *Radiación Infrarroja y Ultravioleta: Tecnología y aplicaciones*, Valea Pérez, Alonso Girón, Editores, McGraw Hill, 1998.

5. Diferentes artículos de revistas técnicas

### Agradecimiento

El autor agradece la colaboración de Edgardo Sánchez y José Degrossi por sus contribuciones en la realización del estudio y este artículo.

\* Por sus siglas en inglés.

### Acerca del Autor

Horacio Torti, ingeniero químico, es gerente técnico de Industrias Pugliese (división PSA) empresa miembro de la Water Quality Association, la cual se dedica a la fabricación y comercialización de purificadores de agua en PDU. Es especialista en aguas dentro de la WQA. Dicta cursos de capacitación en lo que respecta a la purificación de agua a nivel domiciliario. Participó como conferenciante en el seminario Agua y Salud en el Deporte, organizado por el Comité Olímpico Nacional (Argentina). Contacto: htorti@ipsa.psa.com.ar

1/3 s

Circule 20 en la Tarjeta de Servicio al Lector

**¿Busca empleo?**  
**¿Su negocio está a la venta?**  
**¿Ofrece un servicio?**  
**¡Anúnciese en la sección de Anuncio Clasificado de Agua Latinoamérica!**  
**US\$1.25 por palabra, mínimo US\$ 55.00**  
**Anuncios clasificados estilizados US\$ 60.00 por pulgada de columna**