



DIAMANTE SOLAR®

Sistema de Desinfección de Agua por Luz UVC LED
Energía 100% Solar · Muy poco Mantenimiento · Sin Químicos

Hoja Técnica

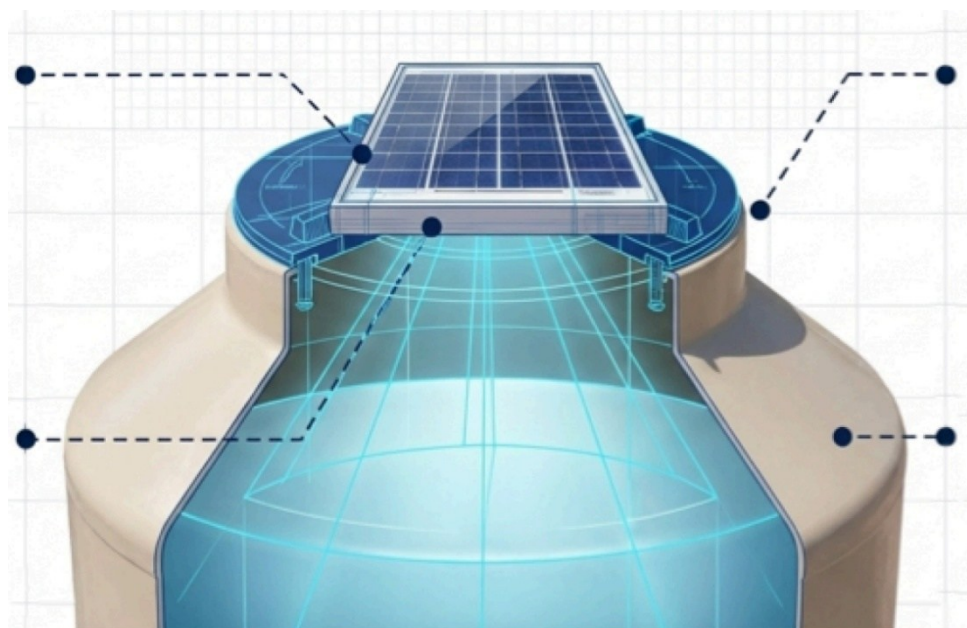
Versión 1.0
Innovación Mexicana

1. Descripción General del Producto

DIAMANTE SOLAR es un sistema de desinfección microbiológica del agua diseñado para instalarse en la tapa del tinaco doméstico. Utiliza radiación ultravioleta de onda corta (UVC-LED a 275 nm) generada con energía solar fotovoltaica para inactivar patógenos presentes en el agua almacenada, sin contacto físico con el agua, sin adición de químicos y sin consumo de electricidad de la red pública.

2. Especificaciones Técnicas

| Parámetro | Descripción |
|----------------------------|--|
| Tecnología de desinfección | Luz ultravioleta tipo C (UVC-LED) — proceso físico, sin contacto con el agua |
| Fuente de energía | Panel solar fotovoltaico integrado — 100% autónomo, inmune a cortes eléctricos |
| Compatibilidad | Tinacos domésticos de 250 a 2,500 litros con tapa estándar de 18 pulgadas |
| Instalación | Montaje directo en tapa de tinaco. Sin modificaciones hidráulicas, sin herramientas especializadas |





| | |
|---------------------------|--|
| Mantenimiento | Muy poco mantenimiento, Sin filtros, sin cartuchos, sin partes móviles, sin consumibles |
| Vida útil estimada | 5 años de operación continua |
| Componentes | Sistema integrado de una sola pieza: panel solar + emisor UVC-LED + estructura de montaje |
| Aditivos al agua | Ninguno. La desinfección es un proceso físico puro que no altera la composición química del agua |

3. Mecanismo de Acción: Inactivación Genética por Luz UVC

La radiación UVC actúa directamente sobre el material genético (ADN y ARN) de los microorganismos. Al ser absorbida por las bases nitrogenadas, provoca la formación de dímeros de timina y otras lesiones fotoquímicas que impiden la replicación y la capacidad infectiva del patógeno, sin necesidad de añadir ningún compuesto al agua.

| Fase 1: Penetración | Fase 2: Absorción genética | Fase 3: Inactivación |
|--|---|---|
| La radiación UVC penetra la membrana celular del microorganismo. | El ADN y ARN absorben la radiación a 265–275 nm, longitud de onda de máxima eficiencia germicida. | El código genético queda dañado de forma irreversible. El patógeno pierde capacidad de reproducirse e infectar. |

4. Espectro de Inactivación Microbiológica

La tecnología UVC-LED a 275 nm ha demostrado eficacia sobre los principales grupos de patógenos hídricos:

| Grupo | Ejemplos representativos | Relevancia clínica |
|-----------------------|---|---|
| Bacterias | E. coli, Salmonella spp., Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Klebsiella pneumoniae, Vibrio cholerae | Gastroenteritis, infecciones de piel, vías urinarias, infecciones respiratorias |
| Virus | Rotavirus, Norovirus, Adenovirus, Hepatitis A, MS2 (indicador estándar de laboratorio) | Gastroenteritis viral, hepatitis, infecciones respiratorias |
| Protozoos | Cryptosporidium parvum, Giardia lamblia — resistentes al cloro a dosis convencionales | Resistentes al cloro; la UVC es una de las pocas tecnologías que los inactiva eficazmente |
| Algas y hongos | Cianobacterias, hongos filamentosos asociados a biofilm en tinacos | Generadores de lamas, olores y sabores indeseables en el agua almacenada |

5. Respaldo Científico y Aceptación Internacional de la Tecnología UVC

La desinfección de agua mediante radiación ultravioleta es una tecnología ampliamente validada por la comunidad científica y regulatoria internacional:

5.1 Organismos internacionales y regulatorios

| Organismo / Norma | Reconocimiento de la tecnología UVC |
|--|---|
| OMS (Organización Mundial de la Salud) | Reconoce la irradiación UV como método de desinfección de agua para consumo humano en sus 'Guidelines for Drinking-water Quality' (4.ª ed., 2022). |
| USEPA (Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.) | Aprueba la desinfección UV para sistemas de agua potable en el 'UV Disinfection Guidance Manual' (2006) y la regula en la 'Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule' (LT2ESWTR). |
| NSF International | Certifica sistemas UVC bajo NSF/ANSI 55 (Ultraviolet Microbiological Water Treatment Systems) para uso doméstico y comercial. |
| ÖNORM M 5873 (Austria / Europa) | Norma europea de referencia para sistemas de desinfección UV de agua potable. Establece protocolos de validación biológica y radiante. |
| DIN 19294 (Alemania) | Estándar alemán para equipos de desinfección por UV, base tecnológica de muchos componentes usados en sistemas LED UVC de alta eficiencia. |
| NOM-127-SSA1-2021 (México) | La normativa mexicana de agua para uso y consumo humano reconoce los métodos físicos de desinfección, incluyendo la irradiación UV, para la reducción de parámetros microbiológicos. |

5.2 Evidencia científica sobre UVC-LED a 275 nm

La transición de lámparas de mercurio a LED UVC de 275 nm es objeto de creciente investigación. Los estudios publicados confirman:

- Dosis germicidas equivalentes o superiores a las lámparas de mercurio de baja presión (254 nm) para bacterias y virus de referencia (Bolton & Cotton, 2011; Würtele et al., 2011).
- Eficacia documentada sobre E. coli, Salmonella, Pseudomonas aeruginosa, MS2 y adenovirus a dosis de fluencia entre 10 y 100 mJ/cm², dependiendo del microorganismo (IUVA Fact Sheet, 2019).
- El rango 260–280 nm coincide con el pico de absorción del ADN y ARN, maximizando el daño fotoquímico en los ácidos nucleicos de los patógenos (Harm, 1980; Beck et al., 2017).
- Ausencia de formación de subproductos de desinfección (SPD) como trihalometanos o ácidos haloacéticos, problema documentado en la desinfección con cloro (Richardson et al., 2007).
- La tecnología LED UVC no requiere mercurio, eliminando riesgos de contaminación química por ruptura del equipo — ventaja crítica sobre lámparas convencionales (Autin et al., 2013).
- Inactivación efectiva de Cryptosporidium parvum y Giardia lamblia, protozoos resistentes al cloro a dosis convencionales, confirmada por la USEPA en el LT2ESWTR (2006).

5.3 Validación independiente del sistema



- Resultados certificados por AquaChrom (Chromagar Inc.) organismo de referencia internacional en microbiología analítica.

6. Comparativa: UVC-LED vs. Desinfección con Cloro

| Criterio | UVC-LED (Diamante Solar) | Cloro (hipoclorito) |
|---|--------------------------------|---|
| Mecanismo | Físico — daño al ADN/ARN | Químico — oxidación celular |
| Subproductos | Ninguno | Trihalometanos, ácidos haloacéticos (potencialmente cancerígenos) |
| Efecto sobre Cryptosporidium / Giardia | Inactiva ambos de forma eficaz | Resistentes a dosis convencionales |
| Efecto en sabor / olor del agua | Sin alteración | Puede generar sabor y olor a cloro |
| Residuo en el agua | Ninguno | Cloro residual libre |
| Consumibles / reposición | No requiere | Compra periódica de hipoclorito |
| Toxicidad en dosis incorrectas | Sin riesgo — proceso físico | Riesgo de sobredosificación |

7. Impacto en la Salud del Hogar

| Área | Beneficio documentado |
|------------------------------|--|
| Piel y cabello | Reducción de bacterias causantes de irritaciones, dermatitis, erupciones y resequedad crónica asociadas al uso de agua contaminada. |
| Higiene bucal | Agua biológicamente segura para el lavado dental, limitando la ingesta accidental de patógenos gastrointestinales. |
| Seguridad alimentaria | Disminución de la carga microbiana en el agua de lavado de frutas y verduras crudas, reduciendo la necesidad de desinfectantes químicos adicionales. |
| Control de olores | Eliminación de bacterias productoras de olores sulfurosos y desagradables en el agua de tinacos y tuberías. |
| Limpieza general | Agua microbiológicamente desinfectada para pisos, superficies y utensilios del hogar. |



8. Alcance y Limitaciones de la Tecnología

⚠ **NOTA IMPORTANTE — ALCANCE DEL SISTEMA**

Diamante Solar es un sistema de desinfección microbiológica por luz UVC. Como tal:

- **NO elimina sales minerales disueltas (calcio, magnesio, sodio, carbonatos, sulfatos, etc.).**
- **NO elimina metales pesados disueltos (plomo, arsénico, hierro, mercurio, cobre, etc.).**
- **NO filtra sedimentos físicos ni partículas en suspensión (tierra, polvo, óxido).**
- **NO reemplaza la limpieza física periódica del tinaco.**

Para la eliminación de metales pesados, compuestos químicos o sólidos disueltos se recomienda complementar con un sistema de filtración certificado específico para dicho propósito. La efectividad de la desinfección UVC puede verse reducida cuando la turbidez del agua es muy elevada.

9. Referencias Científicas Selectas

Las siguientes referencias respaldaron la elaboración técnica de este documento:

- Bolton, J.R. & Cotton, C.A. (2011). The Ultraviolet Disinfection Handbook. American Water Works Association (AWWA).
- Beck, S.E. et al. (2017). Wavelength dependent UV inactivation and DNA damage of adenovirus as surrogate for protozoa. Environmental Science & Technology, 51(1).
- Würtele, M.A. et al. (2011). Application of GaN-based ultraviolet-C LED to water disinfection. Water Research, 45(3).
- Autin, O. et al. (2013). Comparison of UV/H₂O₂ and UV/TiO₂ for the degradation of metaldehyde. Water Research, 47(6).
- USEPA (2006). Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule. EPA 815-R-06-007.
- IUVA (2019). UV LED Fact Sheet – Applications in Water Disinfection. International Ultraviolet Association.
- OMS (2022). Guidelines for Drinking-water Quality, 4th edition incorporating the 1st and 2nd addenda. World Health Organization.
- Harm, W. (1980). Biological Effects of Ultraviolet Radiation. Cambridge University Press.
- Richardson, S.D. et al. (2007). Occurrence, genotoxicity, and carcinogenicity of regulated and emerging disinfection by-products. Mutation Research, 636(1-3).

DIAMANTE SOLAR® — Innovación Mexicana en Bioseguridad Hídrica

www.diamante.solar | informes@diamante.solar | Tel: 56 6439 2627