

SISTEMA MODULAR Y AUTÓNOMO PARA PRODUCIR AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES

Contrato N° 133-PNICP-PIAP-2015

Elaborado por: Juan Martín Rodríguez
Rodríguez
Email: jrodriguez@uni.edu.pe

Resumen:

Se ha desarrollado, evaluado y optimizado materiales y dispositivos novedosos para la desinfección de agua en zonas rurales. Se ha demostrado que se puede desinfectar agua utilizando nanorods de TiO_2 y nanoferritas de cobalto. Además, se ha desarrollado y optimizado un dispositivo autónomo desde el punto de vista energético. El dispositivo desarrollado utiliza la energía solar como fuente de energía y puede tratar agua en condiciones extremas de nubosidad, típicas de un invierno en Lima a nivel del mar y sin la presencia de radiación solar directa y con una radiación solar global promedio de aproximadamente 300 W/m^2 . El sistema ha producido en 80L de agua en 20 min, con un promedio en estas condiciones 4 L/min de agua descontaminada de bacterias. El sistema consta de un filtro bactericida que reduce la turbidez, no se envenena con las bacterias y se reconstituye automáticamente. El sistema desarrollado tiene una muy alta potencialidad de ser utilizado en zonas rurales del Perú y del mundo.

Palabras clave: prototipo, desinfección de agua, energía solar, filtración, fotocatalisis, nanopartículas

Problema existente:

En el Perú, alrededor del 30 % de la población no cuenta con agua potable, ello sumado a su limitado acceso problemas sociales, económicos y de salud. La incidencia de la diarrea infantil y de enfermedades endémicas fatales (hepatitis, fiebre tifoidea o cólera) es muy alta, alcanzando el nivel alarmante de morbilidad infantil del 42 por mil. Esto implica que casi 9 millones de personas sufren de este problema en nuestro país. Adicionalmente alrededor del 50 por ciento de nuestros connacionales son parte del problema ya que no cuentan con sistemas de alcantarillas. Diferentes alternativas se pueden implementar para la desinfección del agua. Se puede obtener por clorinación, aunque a veces la provisión de los insumos y falta de personal técnico, hace difícil su implementación en las zonas rurales, además se ha reportado que puede tener bajo ciertas circunstancias, posibles efectos cancerígenos, otra posibilidad es calentando el agua a más de 50°C , otra posibilidad es hervir el agua, sin embargo, muchas veces su costo imposibilita su uso. En ese contexto, cuando el acceso a los productos químicos es escaso, la energía es cara o la zona de difícil acceso, se requiere del desarrollo de tecnologías que sean eficientes, robustas, baratas y de fácil implementación. En ese contexto, nuestra propuesta contempla el desarrollo de un sistema recirculante, autónomo por que utilizará un panel solar para la recirculación del fluido y que utilice catalizadores fotoquímicos y nanoestructurados que desinfecten de manera infalible el agua.

Objetivo central del proyecto:

Desarrollar a nivel piloto una tecnología que utilizando catalizadores nanoestructurados permita descontaminar el agua en zonas rurales de difícil acceso.

Hipótesis planteada en el proyecto:

El efecto combinado de la luz ultravioleta y la filtración, adecuadamente utilizadas. Los fotocatalizadores nanoestructurados, nanopartículas de cobre y ferritas, incrementarán su eficiencia bactericida y aseguran la desinfección del agua.

Métodos implementados en el proyecto

- Diseño de tres prototipos, uno de concentración con seguimiento, una CPC con ferritas y uno fotoquímico y filtración

- Se evaluaron, optimizaron en su funcionalidad para desinfectar agua.

Resultados del proyecto:

1. Se han desarrollado materiales avanzados para desinfección del agua

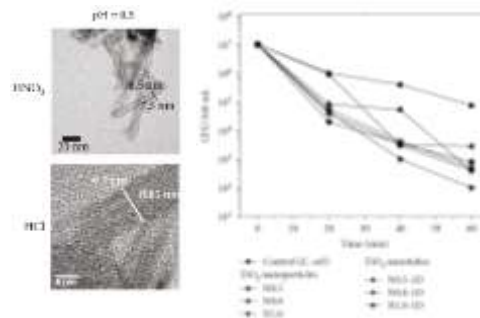


Figura 1. Nanotubos de TiO_2 fabricados con semillas a los pHs y con los ácidos catalizadores mostrados. Se muestran además sus respectivas capacidades para desinfectar fotocatalíticamente el agua.

2. Se ha desarrollado un novedoso sistema de seguimiento y autoenfoco de la radiación concentrada
3. Se ha desarrollado un novedoso sistema de desinfección de agua con ferritas de cobalto

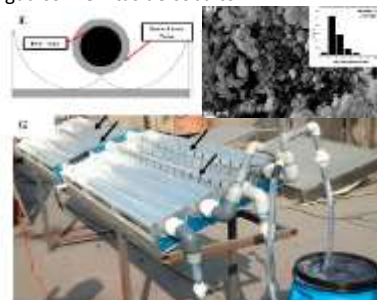


Figura 2. Sistema cilíndrico parabólico compuesto para la desinfección fotocatalítica de agua con nanoferritas.

4. Se ha desarrollado un novedoso sistema de desinfección de agua que es robusto y autónomo



| Muestra | Tiempo segundos | Estrato 7 | | Nro. de ciclos |
|---------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | | Asesor 1 UFC/ml | Asesor 2 UFC/ml | |
| 1 | 20 | 0.00 | 0.00 | 172 ciclos |
| 2 | 40 | 1.00 | 500 | 172 ciclos |
| 3 | 120 | 0.87 | 600 | 172 ciclos |
| 4 | 240 | 0.72 | 700 | 172 ciclos |
| 5 | 360 | 0.60 | 800 | 172 ciclos |
| 6 | 480 | 11.47 | 900 | 172 ciclos |
| 7 | 600 | 14.33 | 1000 | 172 ciclos |
| 8 | 1020 | 16.30 | 1100 | 172 ciclos |
| 9 | 1224 | 22.07 | 1200 | 172 ciclos |

- Se publicaron 03 artículos en revistas internacionales indexadas y se aprobó una tesis de maestría y una solicitud de patente.
- Los resultados del proyecto fueron difundidos en el taller de cierre realizado en las instalaciones de la entidad el 19 de agosto del 2019

Conclusiones del proyecto:

- Se logró desinfectar agua con materiales fotocatalíticos avanzados basados en nanorods de TiO_2 y ferritas de cobalto.
- Se logró desarrollar un prototipo de descontaminación de agua basado en nanomateriales fotocatalíticos

- Se logró desarrollar un prototipo de desinfección de agua que trabaje aun en condiciones de poca irradiación solar

Impactos del proyecto

- El prototipo optimizado asegura la calidad del agua en pocos minutos, aun partiendo de concentraciones elevadas de bacterias del orden de 10^{10} UFC/mL. Los prototipos desarrollados pueden ser fácilmente replicados e instalados en zonas rurales. Adicionalmente se generaron tres publicaciones indexadas, 5 ponencias internacionales, una tesis de maestría y una solicitud de patente.

Financiamiento del proyecto:

El proyecto tuvo un presupuesto total de S/. 711,517.60 nuevos soles financiados con recursos del estado peruano y la entidad ejecutora tal como se detalla a continuación:

| Fuente de financiamiento | Porcentaje |
|--|----------------|
| Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú) | 55.84% |
| Universidad Nacional de Ingeniería | 44.16% |
| Total | 100.00% |

El presente resumen ejecutivo de proyecto fue elaborado por el coordinador general del proyecto y editado por el Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú) con fines informativos.

Para mayor información sobre el proyecto contactarse con:

Juan Martín Rodríguez Rodríguez

Coordinador general del proyecto / Profesor Principal de la Universidad Nacional de Ingeniería

Teléfono: 980874812

jrodriguez@uni.edu.pe