



# **Sistema de riego fotovoltaico en espacios verdes de la ciudad de Portoviejo**

***Photovoltaic irrigation system in green areas in the city of Portoviejo***

## **Autores:**

- |   |  |
|---|--|
|  Gino Joaquín Mieles Mieles <sup>1</sup>     | <a href="mailto:gino.mieles@utm.edu.ec">gino.mieles@utm.edu.ec</a>         |
|  Alcira Magdalena Vélez Quiroz <sup>1</sup>  | <a href="mailto:alcira.velez@utm.edu.ec">alcira.velez@utm.edu.ec</a>       |
|  Ricardo Xavier Conforme Bravo <sup>1</sup>  | <a href="mailto:rconforme8854@utm.edu.ec">rconforme8854@utm.edu.ec</a>     |
|  Noemí Esperanza Mendoza Macías <sup>1</sup> | <a href="mailto:nmendoza5430@utm.edu.ec">nmendoza5430@utm.edu.ec</a>       |
|  María Rodríguez Gámez <sup>1</sup>          | <a href="mailto:María.rodriguez@utm.edu.ec">María.rodriguez@utm.edu.ec</a> |

<sup>1</sup> Universidad Técnica de Manabí, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Eléctrica, Portoviejo, Manabí, Ecuador

**Recepción:** 05 de diciembre de 2025 | **Aceptación:** 12 de enero de 2026 | **Publicación:** 23 de enero de 2026

## **Resumen**

La ciudad de Portoviejo y sus alrededores cuentan con numerosos espacios verdes que son populares entre los residentes para actividades de ocio. Un sistema de riego con energía fotovoltaica es esencial para garantizar el suministro continuo de agua a estos espacios verdes, incluso en zonas sin conexión eléctrica fiable. El objetivo era implementar soluciones sostenibles de riego automatizado para reducir los costos energéticos y las emisiones, contribuyendo así a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La metodología empleada fue una revisión bibliográfica con un enfoque inductivo-deductivo, centrándose en tecnologías como el riego por goteo y los sistemas de microaspersión. Los resultados demuestran una metodología adecuada para los sistemas de riego con energía fotovoltaica en los espacios verdes de Portoviejo.

**Palabras clave:** Riego solar; Portoviejo; sostenibilidad; eficiencia hídrica; sistemas fotovoltaicos

## **Abstract**

The city of Portoviejo and its surroundings have numerous green spaces that the local population use for their recreation. A photovoltaic irrigation system is therefore essential to ensure the continuous supply of water to these green spaces, even in areas without reliable electricity connection. The aim was to implement sustainable and automated irrigation solutions to reduce energy costs and emissions, thus contributing to the achievement of the Sustainable Development Goals. The methodology used was based on an inductive-deductive literature review of technologies such as drip irrigation and micro-sprinklers. The results reveal a suitable methodology for the irrigation of Portoviejo's green spaces using photovoltaic systems.

**Keywords:** Solar irrigation; Portoviejo; sustainability; water efficiency; photovoltaic systems



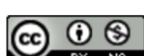
## Introducción

Portoviejo enfrenta una creciente demanda de agua para el mantenimiento de espacios verdes públicos debido al cambio climático y la escasez de recursos hídricos. Los métodos de riego tradicionales resultan en altos costos energéticos y aumentan la dependencia de los combustibles fósiles, lo que contribuye a las emisiones de CO<sub>2</sub>. Un estudio realizado en 16 fincas locales en 2022 demostró la urgente necesidad de tecnologías modernas de riego a presión (Sánchez y Pérez, 2024).

El riego fotovoltaico se consolida como una alternativa innovadora que aprovecha la abundante energía solar de la región y permite el funcionamiento autónomo de los sistemas de riego con cero emisiones locales y una reducción significativa de los costos operativos (Hortícola, 2022). Esta solución se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) globales y fortalece la resiliencia de la agricultura urbana ante los impactos del cambio climático. Portoviejo puede consolidar su posición como líder regional en la integración de energías renovables para la gestión eficiente de los paisajes urbanos.

El riego mediante energía solar fotovoltaica representa una solución sostenible a los problemas energéticos y ambientales actuales. El uso de bombas solares elimina la dependencia de los combustibles fósiles o de las redes eléctricas convencionales, lo que reduce significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y la huella ecológica del riego (Abdelhamid et al., 2025).

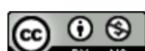
Los sistemas de riego alimentados con energía fotovoltaica se han consolidado como una alternativa altamente eficiente gracias a su capacidad para convertir la energía solar en trabajo hidráulico. Los módulos fotovoltaicos modernos alcanzan una eficiencia promedio de entre el 15 % y el 22 %. Estudios recientes demuestran que las bombas solares alcanzan eficiencias superiores al 60 % en condiciones óptimas, lo que permite



bombeo grandes volúmenes de agua sin necesidad de combustibles fósiles ni redes eléctricas convencionales. Además, la integración de controladores MPPT garantiza un suministro estable incluso con fluctuaciones en la irradiación solar y aumenta el rendimiento energético diario entre un 15 % y un 25 % en comparación con los sistemas sin controladores (Ahmed y Salam, 2020).

La eficiencia hídrica aumenta significativamente cuando se combinan sistemas fotovoltaicos con tecnologías de riego inteligente. Investigaciones de la FAO demuestran que el riego por goteo controlado por sensores de humedad puede reducir el consumo de agua entre un 40 % y un 70 % en comparación con los métodos convencionales de aspersión (FAO, 2022). De igual manera, los sistemas automatizados alimentados con energía solar permiten patrones de riego basados en la evapotranspiración ( $ET_0$ ), optimizando la distribución del agua de forma adaptada al clima. En espacios verdes urbanos, se ha demostrado que estas tecnologías reducen el estrés hídrico de la vegetación hasta en un 30 % y aumentan la tasa de supervivencia de las plantas ornamentales durante los períodos secos (García-López et al., 2023).

Desde una perspectiva económica, el costo nivelado de la electricidad (LCOE) de los sistemas de bombeo con energía solar se ha reducido a entre US\$0,03 y US\$0,06/kWh. Esto los hace más competitivos que la red eléctrica en zonas rurales o donde la demanda fluctúa (AIE, 2023). Se estima que la inversión inicial en un sistema de bombeo con energía solar se amortiza en un plazo de tres a seis años, dependiendo del volumen de agua y la radiación solar. En parques, huertos urbanos y campus universitarios, estos sistemas reducen los costos anuales de energía para riego hasta en un 80%, a la vez que garantizan un funcionamiento autosuficiente durante cortes de energía o condiciones climáticas adversas (Moreno et al., 2021).



Desde una perspectiva ecológica, los sistemas de riego fotovoltaico pueden ahorrar entre 200 kg y 1,2 t de emisiones de CO<sub>2</sub> al año por kilovatio (kW) instalado, dependiendo del uso y la energía reemplazada (IPCC, 2022). Este beneficio es crucial para los planes de desarrollo urbano sostenible, ya que los espacios verdes en las ciudades con el efecto de isla de calor actúan como sumideros de carbono y reguladores de calor. Por lo tanto, las ciudades que utilizan riego solar automatizado reportan una reducción de la temperatura superficial de los parques de hasta un 15 % y una mejor conservación de la biodiversidad local (ONU-Hábitat, 2023).

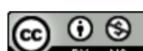
## **Metodología**

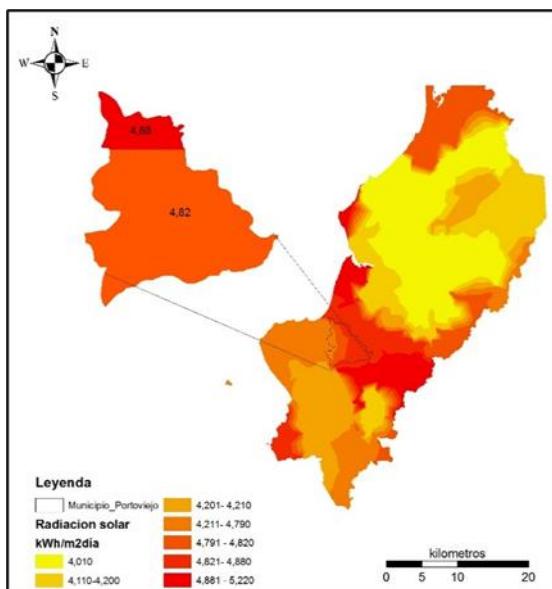
La implementación del sistema requirió la evaluación bibliográfica de estudios en diversas bases de datos, así como el método inductivo-deductivo para demostrar cómo se debe proponer el sistema de riego fotovoltaico para las áreas verdes de Portoviejo.

## **Resultados**

La ciudad de Portoviejo se encuentra en la región costera de las tierras bajas del Pacífico, a orillas del río Portoviejo, a unos 30 km tierra adentro, en las coordenadas aproximadas de 1°03'S y 80°27'O. Es un centro comercial y cultural en el corazón de Manabí, una región agrícola con un alto potencial de irradiación solar. La Figura 1 muestra la irradiación solar en la provincia de Manabí y el cantón de Portoviejo.

Los estudios sobre la evaluación técnica de sistemas de riego fotovoltaico para espacios verdes en Portoviejo muestran resultados predominantemente positivos con importantes implicaciones para la sostenibilidad urbana. En términos económicos, la reducción del 21% al 30% en los costos operativos se traduce en ahorros sustanciales en comparación con los métodos convencionales que dependen de la red eléctrica o de combustibles fósiles. La Figura 2 ilustra los resultados del estudio sobre riego fotovoltaico de espacios verdes.





**Figura 1.** Radiación solar en la provincia de Manabí y el cantón de Portoviejo

**Fuente:** Rodríguez y Vázquez (2018)



**Figura 2.** Resultados del estudio sobre riego con sistemas fotovoltaicos en espacios verdes

**Fuente:** GREENPOWER (2025)

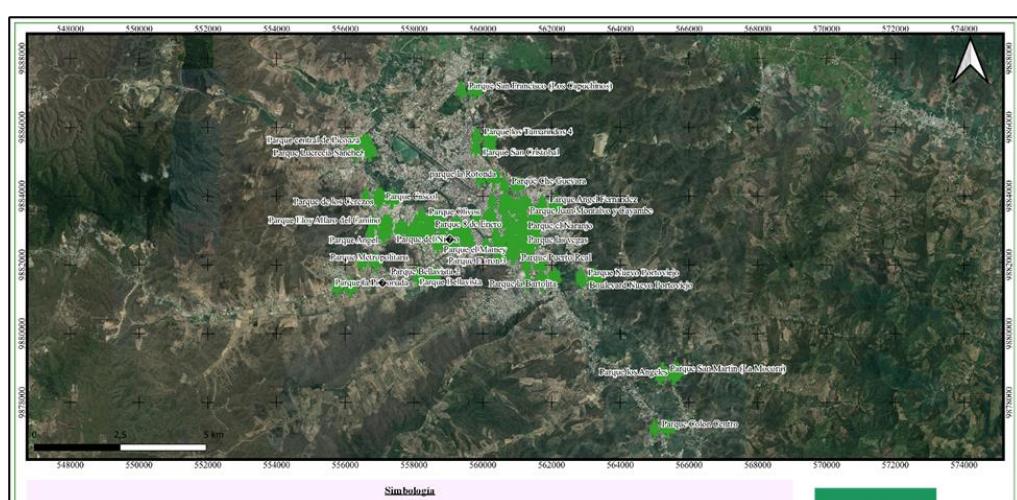
Como se puede observar, la eficiencia energética al utilizar bombas solares con una eficiencia del 60 % oscila entre el 15 % y el 22 %. La eficiencia hídrica también aumenta significativamente, con una reducción del consumo de agua del 40 % al 70 %, un indicador crucial, ya que la productividad y la eficiencia hídrica son decisivas en este aspecto. El aumento de la producción de hasta un 90 % gracias al riego por goteo de

precisión demuestra la superioridad técnica del sistema. La reducción del estrés hídrico de las plantas y la distribución optimizada del agua directamente a las raíces garantizan una mejor salud vegetal y una mejor calidad estética de los espacios públicos. Esto contrasta marcadamente con el riego convencional, donde las pérdidas por evaporación y escorrentía superficial son considerables.

Desde una perspectiva ecológica, la reducción estimada de las emisiones de gases de efecto invernadero de 200 kg a 1,2 toneladas de CO<sub>2</sub> al año y de los kWp instalados contribuye significativamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). La menor dependencia de los combustibles fósiles y la menor presión sobre los recursos hídricos locales promueven los ciclos de energía renovable. Diversas revisiones bibliográficas (FAO, 2023) confirman patrones de sostenibilidad similares en regiones comparables.

## Espacios verdes en Portoviejo

Estudios urbanos en la ciudad de Portoviejo muestran que existen al menos 50 parques, plazas o espacios verdes. La población arbórea y la vegetación son diversas: existen especies nativas y árboles adaptados al clima local, lo que influye en el microclima, la calidad del aire, la sombra y la biodiversidad urbana. La Figura 3 muestra un mapa de los espacios verdes y el arbolado de la ciudad de Portoviejo (Cabrera J. A., Macías, Mieles, Jiménez y Manrique, 2022).



**Figura 3.** Mapa de espacios verdes y arbolado en el área urbana del cantón de Portoviejo

**Fuente:** Cabrera C., Macías, Mieles, Jiménez y Manrique (2022)

Estos parques y espacios verdes varían en sus estándares de mantenimiento: algunos son más grandes y están mejor mantenidos (como los ya mencionados), mientras que otros son parques vecinales más pequeños que requieren menos mantenimiento. La Tabla 1 muestra las áreas mejor mantenidas.

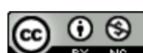
**Tabla 1.** Muestra de áreas mejor mantenidas.

Nombre	Ubicación/Barrio	Ancho	Largo
Parque La Rotonda	Centro Norte	-1,045278	-80,458889
Parque Las Vegas	orilla	-1,060658	-80,449181
Jardín Botánico de Portoviejo	Av. Universitaria	-1,04158	-80,45355
Parque Juan León Mera	Centro	-1,05677	-80,45566
Parque de la Madre	Centro	-1,05106	-80,45617
Parque Vicente Amador Flor	Centro	-1,05765	-80,45091
Parque Naciones Unidas	área urbana	-1,0535	-80.454
Parque Nueva California	Nueva California	-1.0485	-80.459
Parque San Cristóbal	San Cristóbal	-1.049	-80,4525
Parque San Francisco	Los capuchinos	-1,06	-80.456
Parque Ecológico Mamey	Mamey-Sektor	-1,05	-80,47

Fuente: Cobeña, Mera, Bacusoy, Zambrano & Mendoza (2025)

### **Sistemas fotovoltaicos para riego**

La integración de sistemas fotovoltaicos en los espacios verdes de Portoviejo representa una oportunidad estratégica para fortalecer la sostenibilidad urbana y reducir la dependencia de las fuentes de energía tradicionales (García y Rodríguez, 2021). Parques conocidos como La Rotonda, Las Vegas y el Jardín Botánico podrían beneficiarse de

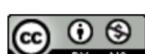


paneles solares para iluminar senderos, alimentar sistemas de riego inteligentes y proporcionar estaciones de carga para dispositivos móviles. Estas medidas no solo reducen el consumo energético urbano, sino que también promueven una ciudad más moderna y resiliente, comprometida con la gestión responsable de sus recursos naturales. Además, la instalación de paneles solares en estos espacios públicos permite aprovechar el alto potencial de irradiación solar de la región de Manabí, una de las más altas del país. La integración de energía limpia en las reservas naturales y recreativas contribuye a mejorar la calidad ambiental, reduce significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> y fomenta una cultura cívica centrada en las tecnologías verdes (Hilario, Bardales y Bollet, 2025). Este enfoque ayuda a transformar los parques no solo en lugares de recreación, sino también en laboratorios de innovación urbana donde la sostenibilidad es directamente tangible y visible.

La instalación de sistemas fotovoltaicos en las áreas verdes de Portoviejo puede contribuir significativamente a la educación y la vida social. Los visitantes de estas instalaciones, especialmente niños y jóvenes, pueden experimentar de primera mano el funcionamiento de la energía solar, fortaleciendo así su conciencia ambiental y promoviendo un comportamiento responsable. Al mismo tiempo, la reducción en los costos operativos de iluminación y riego permite al municipio reinvertir fondos en la mejora de la infraestructura verde, creando áreas más seguras, accesibles y atractivas para sus ciudadanos. En conjunto, estas medidas contribuyen al desarrollo de una ciudad más verde y eficiente, mejor preparada para afrontar los retos energéticos del futuro.

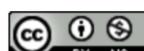
### **Propuesta metodológica**

En la Tabla 2 se muestra una metodología para el aprovechamiento de la energía fotovoltaica (FV) para sistemas de riego de alta eficiencia en los espacios verdes de Portoviejo.



**Tabla 2.** Metodología para el uso de energía fotovoltaica en sistemas de riego

actividad	Objetivos	Diagnosticar	Producto disponible
	Especificar qué áreas verdes y métodos de riego se abastecerán con energía solar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventario de áreas verdes (listado, coordenadas, superficie, estado del sistema de riego existente).</li> </ul>	
<b>Definición y alcance</b>	(parques, bulevares, jardines botánicos, riego por goteo o aspersión, bombeo desde pozos o redes).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer prioridades (por ejemplo, parques emblemáticos, zonas de mayor consumo o áreas piloto).</li> <li>• Definir objetivos mensurables (reducción del consumo de la red, autonomía de las bombas, ahorro anual).</li> </ul>	Documento de alcance, mapa de prioridades, ficha técnica por región.
<b>Diagnóstico de la demanda energética y de los recursos hídricos</b>	Calcular los requerimientos energéticos para riego y verificar la disponibilidad de agua y las propiedades hidráulicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir o estimar el caudal requerido (<math>m^3/día</math>) por área y por temporada.</li> <li>• Determinar la potencia de la(s) bomba(s) existente(s) (<math>kW</math>), la presión requerida (<math>m.c.a.</math>) y la altura manométrica total.</li> </ul>	Balance energético-hídrico por superficie, curva de carga del sistema de riego



## Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

- 
- Registrar patrones de riego (tiempos de funcionamiento diarios y estacionales).
  - Evaluar los recursos solares locales (irradiancia promedio diaria o máxima para Portoviejo).
  - Calcula tus necesidades energéticas diarias:
    - $E_{req}$  (Wh/día) = Potencia de la bomba (W)  $\times$  Horas de El tamaño del sistema fotovoltaico y del sistema de bombeo/almacena miento deben diseñarse para satisfacer la demanda.
    - Estimar la demanda de energía fotovoltaica requerida, teniendo en cuenta las pérdidas:
      - $E_{PV}$  (Wh/día) =  $E_{req}$  /  $(\eta_{controlador} \times \eta_{inversor} \times \eta_{bombas})$ , donde las eficiencias se expresan como una fracción (por ejemplo, 0,9).
  - Dimensionamiento del sistema fotovoltaico:
- 

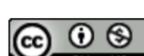


---

## Diseño técnico y selección de componentes

Creación de planos de ingeniería eléctrica, mecánica y de construcción; selección de equipos y materiales.

- Selección de paneles (W por panel, temperatura, garantía).
  - Selección del inversor/MPPT o controlador de bomba solar (compatibilidad con bombas DC o AC).
  - Selección de bomba (sumergible o de superficie), características de rendimiento y control del convertidor de frecuencia (si corresponde).
- Diagramas eléctricos, lista de materiales (BOM), especificaciones técnicas.



- 
- Diseño estructural  
(orientación, inclinación, anclajes resistentes al viento).
  - Planificación de ingeniería civil: cimentaciones, canales de agua, protección contra actos vandálicos, caminos de acceso.
  - Señalización y paisajismo para minimizar la discapacidad visual en espacios verdes.

---

## **Permisos, regulaciones y gestión ambiental**

Garantizar el cumplimiento legal y minimizar el impacto ambiental

- Consulte las normativas locales y los requisitos municipales para instalaciones en espacios públicos.

- Obtener permisos de construcción, permisos de ocupación y, si corresponde, permisos de protección de monumentos.

- Si es necesario, realice una breve evaluación de impacto ambiental/paisajístico.

Expediente de aprobación y actas de las audiencias públicas



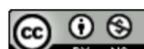
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulta con comunidades locales y grupos de interés.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear especificaciones técnicas y solicitar cotizaciones (o presupuestos) en base a los siguientes criterios: experiencia, garantía, servicio al cliente.</li> </ul>	Contrato de construcción, plan de
<b>Tramitación de contratos y logística</b>	Adjudicación de contratos y garantía de la cadena de suministro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación de la logística de transporte e instalación (programación, acceso a parques, seguridad durante las obras).</li> </ul>	instalación (aquí no se especifican plazos; estos se detallarán en el contrato).
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegúrese de contratar instaladores certificados y de brindar capacitación técnica para el mantenimiento local.</li> </ul>	
<b>Instalación y puesta en marcha</b>	Realizar montaje, cableado, pruebas y puesta en marcha segura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Montaje de la estructura y paneles, tendido de cables, conexión de MPPT/inversor y bomba.</li> <li>• Pruebas funcionales: verificación de la producción fotovoltaica, puesta en marcha</li> </ul>	Certificado de aceptación preliminar, informes de pruebas y garantías de equipos.

## Monitoreo, operación y mantenimiento

Garantizar un funcionamiento eficiente, la detección temprana de fallos y la gestión de recursos.

- 
- de bombas, control automático y funciones de protección.
  - Medición de los parámetros (tensión, corriente, caudal) y ajuste final.
  - Productos disponibles
- 

- Instalación de un sistema de monitorización remota (producción fotovoltaica, consumo de bombas, nivel de tanque, caudal). Instrucciones de funcionamiento
  - Crear un plan de mantenimiento preventivo (limpieza de módulos, inspección mecánica, revisión hidráulica). mantenimiento y acceso al panel de monitorización
  - Registro de incidentes y plan de respuesta rápida. (por ejemplo, plataforma web o aplicación).
  - Programas de capacitación para empleados de gobiernos locales o comunidades locales.
- 

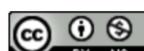


**Evaluación del desempeño y escalada** Medir los resultados frente a los objetivos y prepararse para replicarlos en otras áreas.

- Comparar la producción real con el plan (kWh generados, horas de bombeo, agua entregada).
- Indicadores de medición:
  - Ahorro energético en la red, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes, disponibilidad del sistema, tiempo de operación.
  - Encuestas ciudadanas sobre satisfacción y valoración del impacto visual/uso del parque.
- Elaborar un informe final con los hallazgos y recomendaciones para su replicación.

**Controles de calidad, riesgos y medidas de mitigación de riesgos (resumen)**

- **Riesgo:** Vandalismo / Robo → **Reducción:** Anclaje seguro, vallado parcial, señalización y cámaras, cuando corresponda.
- **Riesgo:** Sombreado (árboles) → **Reducción:** Realice un análisis de sombras, coloque los paneles en áreas con sombreado mínimo o utilice un montaje alto.
- **Riesgo:** Variabilidad del agua → **Reducción:** Tanque de reserva y sensores de nivel.



- 
- **Riesgo:**Falta de mantenimiento →**Reducción:**Contrato de mantenimiento y formación local.
- 

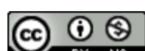
**Fuente:** Elaboración propia

## Discusión

La aplicación de esta metodología por fases es esencial, ya que permite organizar y priorizar cada fase del proceso y garantiza que el sistema de riego fotovoltaico se adapte óptimamente a las condiciones específicas de los espacios verdes de Portoviejo. La fase de evaluación y planificación garantiza la determinación precisa de las necesidades hídricas, la radiación solar disponible y las características del terreno, evitando así el sobredimensionamiento y las consiguientes fallas. La selección temprana de la bomba, los paneles y el sistema de riego adecuados establece una base técnica sólida para todo el proyecto.

Durante la fase de adquisición e instalación, la metodología garantiza que los componentes seleccionados sean compatibles y cumplan con los requisitos de eficiencia y durabilidad. La instalación ordenada (paneles solares, conexiones eléctricas seguras y riego por goteo) reduce las pérdidas de energía y agua, y maximiza el rendimiento del sistema. Además, seguir una secuencia lógica evita costos innecesarios, retrasos y problemas de integración entre los módulos fotovoltaicos y la red de riego.

La fase de operación y mantenimiento es necesaria para el riego continuo. Mediante una metodología definida, se realizan rutinas de monitoreo, limpieza de paneles y ajustes operativos para prolongar la vida útil del sistema. La integración de la automatización y el control permite optimizar el consumo de agua, mejorar la salud de las áreas verdes y el funcionamiento autónomo mediante energía solar. Esto convierte al riego fotovoltaico en una solución sostenible y rentable para Portoviejo.



## Conclusiones

El sistema de riego fotovoltaico representa una solución integral y escalable para mejorar la gestión del agua en las áreas verdes urbanas de Portoviejo y demuestra su viabilidad técnica, económica y ambiental. Los resultados cuantitativos (reducción de costos del 21-30 %, aumento del rendimiento del 90 %, retorno de la inversión del 20-30 % y un impacto climático potencial del 15 % para 2030) justifican su implementación gradual como medida municipal.

Para maximizar el éxito, se recomienda lo siguiente: (1) Desarrollar estrategias de financiamiento específicas para cada zona, incluyendo seguros y redes de seguridad para los usuarios; (2) Capacitar a técnicos locales en instalación y mantenimiento; (3) Evitar la mezcla de sistemas, que puede conducir a conflictos operativos; (4) Coordinar evaluaciones a largo plazo para validar los impactos reales; (5) Replicar modelos documentados en otras ciudades ecuatorianas con problemas de agua similares.

## Referencias

- Abdelhamid, M., Abdelkader, T., Sayed, H., Zhan, Z., Xiaohui, Z. y Mohamed, F. (2025). Diseño y evaluación de un sistema de riego inteligente alimentado con energía solar para la agricultura urbana sostenible. *Informes científicos*, 11761. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94251-3>
- Espacios verdes y arbolado en el área urbana del cantón de Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. (2022). *Siembra*. doi: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3380>
- Cabrera, C., Macias, L. E., Honey, K., Jimenez, A. y Manrique, T. O. (2022). Verdes y jardines en la alcaldía del cantón de Portoviejo, provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*, 9(1). doi: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3380>



Cabrera, J. A., Macías, L. E., Mieles, K. A., Jiménez, A., & Manrique, T. O. (2022).

Según investigaciones urbanísticas, el centro de la ciudad de Portoviejo cuenta con al menos 50 parques, plazas o bulevares verdes. *Siembra*, 9(1), e3380. doi: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3380>

Cobeña, W., Mera, J., Bacusoy, L., Zambrano, F., & Mendoza, J. (2025). Espacio público urbano y calidad de vida: Análisis del sistema de parques en Portoviejo, Ecuador. *Estudios y perspectivas*, 5(3), 3599–3617.

<https://doi.org/10.61384/r.c.a.v5i3.1419>

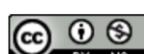
Faakhar, R. a. (2022). Impactos socioeconómicos del uso de energía fotovoltaica (FV) para sistemas de riego de alta eficiencia: un estudio de caso. *La energía*, 15(3), 1198. <https://doi.org/10.3390/es15031198>

FAO. (2023). El estado de la alimentación y la agricultura en 2023: Se revelan los verdaderos costos de la producción de alimentos.: <https://doi.org/10.4060/cc7724es>

García, D. F., & Rodríguez, M. (2021). Electrificación de un centro comercial en Portoviejo mediante tecnología fotovoltaica. *Dominio de las ciencias naturales*, 7(6), 1499–1519. Recuperado de <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2406/html>

GREENPOWER, A. (2025). Sistemas de riego solar: Optimización del uso del agua y la energía <https://www.ambgreenpower.com/sistemas-de-riego-solar-optimizando-el-uso-del-agua-y-la-energia/>

Hilario, J. L., Bardales, R., & Bollet, F. (2025). Energía solar y sostenibilidad económica en la agricultura: una revisión sistemática de su impacto en la mejora de procesos. *Tienda InveCom*, 5(4), e504100. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15009195>



Horticola, T. (2022). Riego agrícola con energía solar, una alternativa cada vez más utilizada. [https://www.tecnologiahorticola.com/es/tecnologias/el-riego-](https://www.tecnologiahorticola.com/es/tecnologias/el-riego-agricola-con-energia-solar-una-alternativa-cada-vez-mas-utilizada)

[agricola-con-energia-solar-una-alternativa-cada-vez-mas-utilizada:](https://www.tecnologiahorticola.com/es/tecnologias/el-riego-agricola-con-energia-solar-una-alternativa-cada-vez-mas-utilizada)

<https://www.tecnologiahorticola.com/es/tecnologias/el-riego-agricola-con-energia-solar-una-alternativa-cada-vez-mas-utilizada>

Rodríguez, M. & Vázquez, A. (2018). Energía fotovoltaica en la provincia de Manabí. Universidad Tecnológica de Manabí. <https://utm.edu.ec/ediciones/libros-de-texto/la-energia-fotovoltaica-en-la-provincia-de-manabi>

Sánchez, M. A. & Pérez, R. (2024). Diagnóstico y evaluación de sistemas de riego presurizado en el cantón Portoviejo en Manabí, Ecuador. Revista de Ciencias Agrícolas

SUELO,

33(3).

<https://revistas.unah.edu.cu/index.php/rcta/article/view/1881>

