**XIV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ESTRUCTURAS, GEOTECNIA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAS 2025**

**Título**

**Diagnóstico Integral del Suministro de Agua y Saneamiento en el poblado de Camajuaní**

***Title***

***Comprehensive Assessment of Water Supply and Sanitation in the Town of Camajuaní***

**Bernardo Omar González Morales1, Armando Juan Velázquez Rangel2, Yasel Valdes Alonso3 Manuel de Jesús Rodríguez Quintero4**

1- Bernardo Omar González Morales. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba. bernardogm@uclv.edu.cu

2- Armando Juan Velázquez Rangel. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba. velazquez@uclv.edu.cu

3- Yasel Valdes Alonso. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba. yavalonso@uclv.cu.

4-Manuel de Jesús Rodríguez Quintero. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba. mquintero@uclv.edu.cu

**Resumen:** El presente diagnóstico integral aborda el sistema de suministro de agua potable y saneamiento en el poblado de Camajuaní, con el objetivo de evaluar las principales deficiencias en la infraestructura, la calidad del agua y la gestión del servicio a escala local. Se realizó un análisis multidimensional que incluyó la observación directa, entrevistas y métodos técnicos para identificar problemas en la captación, tratamiento, distribución y saneamiento del agua. Los resultados evidencian problemas en la continuidad del servicio, baja presión del agua, deficiencias en la documentación técnica y mantenimiento insuficiente de la infraestructura, lo que afecta la calidad de vida y la salud pública de la población. Además, se detectaron limitaciones en la gestión del recurso hídrico, incluyendo la eficiencia en el uso, monitoreo y potabilización del agua. Se propone un conjunto de acciones para mejorar la eficiencia del sistema, incluyendo la rehabilitación de plantas potabilizadoras, fortalecimiento del monitoreo bacteriológico, y capacitación del personal técnico. Este diagnóstico sirve como base para la planificación de mejoras sostenibles en el suministro de agua y saneamiento en Camajuaní, contribuyendo a garantizar un servicio de calidad y la protección de la salud de sus habitantes.

***Abstract****:* *This comprehensive assessment addresses the drinking water supply and sanitation system in the town of Camajuaní, with the objective of evaluating the main deficiencies in infrastructure, water quality, and service management at the local level. A multidimensional analysis was conducted, including direct observation, interviews, and technical methods to identify problems in water collection, treatment, distribution, and sanitation. The results reveal problems with service continuity, low water pressure, deficiencies in technical documentation, and insufficient infrastructure maintenance, which affect the quality of life and public health of the population. Furthermore, limitations were detected in water resource management, including efficient use, monitoring, and purification. A set of actions is proposed to improve the system's efficiency, including the rehabilitation of water treatment plants, strengthening bacteriological monitoring, and training of technical personnel. This assessment serves as a basis for planning sustainable improvements in the water supply and sanitation system in Camajuaní, helping to guarantee quality service and protect the health of its inhabitants.*

**Palabras Clave:** Diagnóstico; Riesgo; Infraestructura; Saneamiento; Desastres. ***Keywords:*** *Diagnostics; Risk; Infrastructure; Sanitation; Disasters*

**Introducción**

Desde los primeros asentamientos humanos, las personas buscaron establecerse cerca de sistemas fluviales por su importancia para el consumo y el desarrollo de actividades económicas. La relación entre ciudad y agua ha sido fundamental para la supervivencia y la organización social.

Hoy en día, las ciudades enfrentan múltiples retos en la conservación de su patrimonio construido, siendo uno de los más notables la contaminación hídrica y el incremento de enfermedades relacionadas con el mal manejo del agua. A esto se suman desafíos como el limitado acceso al agua potable y al saneamiento, así como el aumento de inundaciones, sequías y otros eventos asociados al cambio climático. Estas problemáticas impactan de forma directa en la salud, el bienestar, la seguridad, el medio ambiente, el crecimiento económico y el desarrollo sostenible.

Con el crecimiento acelerado de la población mundial, los recursos naturales se han vuelto escasos, lo cual preocupa a los gobiernos. Las políticas referentes a la administración del agua cobran prioridad a medida que su disponibilidad es cada vez más limitada. En palabras de González González (2021), aprovechar adecuadamente este líquido vital, que llega a la ciudad a través de precipitaciones y sistemas de abastecimiento, constituye un reto global.

La calidad del agua potable es hoy una cuestión crítica y una preocupación compartida tanto por países desarrollados como en desarrollo, dados sus efectos sobre la salud pública (Cuéllar, Maldonado & Cepeda, 2017).

El abastecimiento de agua potable y el acceso a un saneamiento adecuado son esenciales para la salud pública, la sostenibilidad y la calidad de vida de las poblaciones, especialmente en zonas rurales y semiurbanas, como Camajuaní. Sin embargo, en Cuba se observan rezagos en la infraestructura hidráulica, pérdidas significativas en las redes y una cobertura insuficiente del alcantarillado, lo que acentúa la vulnerabilidad ante enfermedades y deteriora el bienestar social.

El desarrollo del poblado de Camajuaní ha estado mediado por esta interacción con el agua, siendo su evolución demográfica y territorial un factor que ha influido tanto en la disponibilidad como en el uso del recurso.

El objetivo de esta ponencia es evaluar las principales deficiencias en la infraestructura, la calidad del agua y la gestión del servicio en Camajuaní. Los resultados buscan apoyar la toma de decisiones y el diseño de estrategias de mejora, desde una perspectiva de equidad, eficiencia y sostenibilidad.

**Desarrollo**

**Caracterización del Municipio**

Camajuaní se localiza al noreste de la provincia de Villa Clara, y según la actual División Político Administrativa, vigente desde 1976, limita al norte con la bahía de Buena Vista; al este con los municipios de Remedios y Caibarién; al sur con Placetas y al oeste con Encrucijada, Cifuentes y Santa Clara. Cuenta con una superficie de 613,6 km² y una población de 63.368 habitantes, posicionándose como el quinto municipio de mayor extensión en la provincia y el cuarto en población.

La cabecera municipal concentra el 33,8% de la población, así como la mayoría de las funciones administrativas y de servicios, con una densidad poblacional de 102,2 hab/km². Camajuaní es una región principalmente agrícola, centrada especialmente en la caña de azúcar, el tabaco y cultivos varios, además de contar con industrias tradicionales como embutidos, bebidas, calzado y tabaco torcido.

Un aspecto distintivo del municipio es su cultura vibrante, marcada por las tradicionales parrandas de Camajuaní y Vueltas, atractivo tanto para visitantes cubanos como extranjeros. Su ubicación estratégica lo convierte en un punto clave para el desarrollo turístico de la región, próximo a los cayos del noreste y bien conectado por carretera.

En cuanto a su geografía, el territorio está atravesado de sur a norte por los ríos Camajuaní y Sagua la Chica. Las zonas colindantes pertenecen a una cuenca hidrográfica de alta fertilidad, lo que favorece su uso agrícola. (Ver figura 1)

Figura1. Mapa del municipio de Camajuaní.



Fuente: Elaborado por los autores a partir de revisión bibliográfica

**Metodología**

La investigación se desarrolló en la Empresa Municipal de Acueducto y Alcantarillado de Camajuaní, a través de una metodología mixta que combinó técnicas cualitativas y cuantitativas. Esta permitió recoger información, procesarla y analizarla para facilitar el diagnóstico necesario. Se organizaron tres etapas:

1. **Diagnóstico y determinación de necesidades.**
2. **Evaluación de las infraestructuras de suministro y saneamiento.**
3. **Valoración de la propuesta.**

Para ello se aplicaron los siguientes métodos y técnicas:

* Revisión documental de fuentes oficiales, normativas y académicas.
* Encuestas comunitarias sobre accesibilidad y percepción del servicio.
* Inspección técnica de las infraestructuras hidrosanitarias.
* Entrevistas a autoridades locales, usuarios y personal de salud.

González González (2021) señala que los recursos hídricos son cada vez más escasos debido al aumento poblacional y a la intervención humana sobre el medio ambiente, lo cual perjudica gravemente la calidad del agua.

Durante siglos, los seres humanos han arrojado residuos en el agua, el aire y la tierra sin tratamiento adecuado, generando altos niveles de contaminación. La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015) advierte que la contaminación afecta tanto a las fuentes superficiales como subterráneas.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2014), el agua se considera contaminada cuando ha perdido las condiciones necesarias para su uso seguro en el consumo humano o animal.

El agua es un recurso fundamental para la vida, la salud pública y el desarrollo económico. En Cuba, la gestión del agua y el saneamiento constituye un desafío histórico, principalmente en zonas rurales y municipios con infraestructuras envejecidas o insuficientes. Camajuaní, con una economía tradicionalmente vinculada a la agricultura, ha experimentado transformaciones demográficas y productivas que impactan directamente en la demanda y la calidad de los servicios hidrosanitarios a escala local.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos, es

necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene en todos los niveles. (Alicia Bárcena and Prado 2016)

**Estado Actual del Servicio de Agua y Saneamiento**

**Infraestructura**

* Red de acueducto antigua (más de 50 años), con tramos deteriorados y frecuentes pérdidas.
* Las principales fuentes de abastecimiento son pozos subterráneos y captaciones superficiales.
* Solo el 75 % de la población está conectada a una red pública; el resto depende de pozos o fuentes no registradas.

 **Calidad del Agua**

* Solo el 58 % al 70 % de las muestras cumplen con los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos establecidos.
* Las condiciones de cloración son inadecuadas (<30 % del rango recomendado), aumentando el riesgo de enfermedades.
* Las interrupciones del suministro son frecuentes debido a sequías, averías y problemas energéticos.

**Acceso y Equidad**

* En zonas periféricas y rurales el acceso al agua potable es más limitado.
* Las alternativas locales incluyen pozos improvisados, almacenamiento casero y compra de agua en pipas particulares.

**Saneamiento Básico**

* Menos del 40 % accede al alcantarillado; el resto depende de sistemas como fosas o vertimientos directos.
* Mayoría de las aguas residuales son vertidas sin tratar, afectando suelos, acuíferos y cuerpos de agua.

**Inundaciones y Vulnerabilidades Ambientales**

Factores clave en Camajuaní:

* Déficit de drenaje pluvial en zonas como Camajuaní I y II, Pueblo Nuevo y El Triángulo.
* Aumento de lluvias intensas producto de fenómenos meteorológicos extremos.
* Desbordamiento de los ríos Sagua la Grande y Camajuaní.
* Urbanización descontrolada, deforestación de riberas y ubicación de barrios en terrenos bajos.
* Impacto del cambio climático: más eventos súbitos e intensos.

**Impactos Generales**

**Salud Pública**

* Enfermedades reportadas: diarreas, hepatitis A, parasitosis y brotes de cólera.
* Grupos en mayor riesgo: embarazadas, niños y personas mayores.

 **Socioambientales**

* Contaminación de acuíferos por filtraciones y uso excesivo de químicos agrícolas.
* Pérdida de biodiversidad y deterioro del paisaje urbano y rural.

**Factores Condicionantes**

* Financieros: escasez de recursos para rehabilitación.
* Tecnológicos: equipos obsoletos y materiales inadecuados.
* Gestionarlos: escasa coordinación intersectorial y débil participación comunitaria**.**

**Riesgos significativos del sistema de abasto y saneamiento en el poblado de Camajuaní son:**

* Escasez de agua y sequías: Camajuaní enfrenta riesgos severos de sequía, tanto meteorológica como hidráulica, lo que afecta directamente el suministro de agua para la población, la agricultura y el ganado. La falta de lluvias y la disminución de fuentes superficiales y subterráneas reducen la disponibilidad del recurso hídrico.
* Pérdidas por fugas y roturas en la red: hasta un 50% del agua se pierde debido a fugas y roturas en las redes de distribución, lo que reduce la eficiencia del sistema y limita el acceso de la población al agua potable.
* Contaminación de fuentes de agua: muchas fuentes de agua están contaminadas por vertidos industriales, agrícolas y domésticos sin tratamiento adecuado. Solo el 51,6% de las aguas residuales se trata de forma segura, lo que implica un alto riesgo de enfermedades y deterioro ambiental.
* Cobertura insuficiente de saneamiento y alcantarillado: el sistema de alcantarillado es limitado y muchas áreas, especialmente rurales y periurbanas, no cuentan con acceso a redes de saneamiento adecuadas. Esto obliga a la población a depender de fosas sépticas, pozos o letrinas, aumentando el riesgo sanitario.
* Vulnerabilidad ante eventos climáticos extremos: Camajuaní está expuesto a inundaciones por lluvias intensas y a incendios forestales rurales, lo que puede afectar la infraestructura de abasto y saneamiento, interrumpir el servicio y generar contaminación adicional.

**Proyecciones de Desarrollo**

Las áreas que se desarrollarán en el futuro en la reconstrucción de la red de agua potable en el poblado de Camajuaní, siguiendo las tendencias y prioridades nacionales y provinciales en Cuba, incluyen:

* Rehabilitación y modernización de redes de acueducto: se prioriza la sustitución de tuberías antiguas y deterioradas para reducir pérdidas por salideros y mejorar la eficiencia en la distribución del agua.
* Construcción y reparación de estaciones de bombeo: Se prevé la instalación de nuevos equipos de bombeo, preferiblemente con tecnologías más eficientes y, en algunos casos, con fuentes de energía renovable (paneles solares), para garantizar la estabilidad del servicio y disminuir el consumo energético.
* Rehabilitación y modernización de plantas potabilizadoras: Se contempla la actualización de las plantas existentes para asegurar la calidad del agua suministrada y cumplir con los estándares bacteriológicos y de cloración.
* Implementación de sistemas de monitoreo y control de calidad: Se fortalecerán los sistemas de vigilancia de la calidad del agua, tanto en el control del cloro residual como en la bacteriología, para garantizar la potabilidad del agua distribuida.
* Mejoras en la gestión de pérdidas de agua: Se realizarán estudios y acciones para localizar y reducir fugas en las tuberías, optimizando así el uso del recurso y disminuyendo el derroche.
* Expansión de la cobertura en zonas rurales y periurbanas: Se continuará la construcción de acueductos en comunidades que aún no cuentan con acceso estable al agua potable, con participación comunitaria y apoyo de organismos internacionales.
* Modernización de la infraestructura y adopción de nuevas tecnologías: Se prevé la introducción de tecnologías modernas en la infraestructura hidráulica para elevar la eficiencia y la sostenibilidad del sistema.

Estas áreas de desarrollo están alineadas con los programas nacionales y provinciales de inversión y rehabilitación hidráulica, que buscan asegurar el acceso, la calidad y la sostenibilidad del servicio de agua potable a la población, especialmente en localidades como Camajuaní que enfrentan desafíos por obsolescencia de equipos, pérdidas en redes y dificultades energéticas.

**Conclusiones**

La relación entre el ser humano, el entorno urbano y el agua ha sido profunda e ininterrumpida en Camajuaní. Esta ha influido en su desarrollo, en la salud de sus habitantes y en su sistema de abastecimiento, ahora deteriorado. El diagnóstico realizado evidencia deficiencias estructurales y de gestión que exigen una intervención estratégica y sostenible. La mejora de los servicios de agua potable y saneamiento es indispensable para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y garantizar el bienestar de la población.

**Referencias Bibliográficas**

Bárcena, A., & Prado, A. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40155>

Cuéllar, L., Maldonado, G., & Cepeda, Y. (2017). Calidad del agua para el consumo humano. \*Revista Cubana de Higiene y Epidemiología\*, \*55\*(1), 13–18. <http://www.revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/75/149>

González González, R. (2021). Ciudad de Camagüey: un desafío para el uso del agua. \*Contexto: Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León\*, \*15\*(22), 13–28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9273112>

Organización de las Naciones Unidas. (2015). Segundo informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. UNESCO. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000231823](https://unesdoc.unesco.org/ark%3A/48223/pf0000231823)

Organización Mundial de la Salud. (2014). \*Guías para la calidad del agua potable\* (3.ª ed.). OMS. <https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3sp.pdf>