UNIDA Salud
health journal
e-ISSN: 2791-2728

Publicación periódica de acceso abierto, financiada y editada por la Universidad de la Integración de las Américas

https://doi.org/10.69940/sld.20260801

Artículo original

Análisis de la calidad del agua en la comunidad indígena Mby'a Guaraní de Tarumandymi, Luque, Paraguay

Water quality analysis in the Mby'a Guaraní indigenous community of Tarumandymi, Luque, Paraguay

Blanca Saturnina Gavilán Servín[1], Juan Ireneo Barreto Ascona[2], Hugo Alessandro Ciciolli Almada[3], Eric Ibarrola[1]

[1] Universidad de la Integración de las Américas Facultad de Ciencias de la Salud. Asunción, Paraguay.
[2] Universidad de la Integración de las Américas. Asunción, Paraguay.
[3] Universidad de la Integración de las Américas Facultad de Educación a Distancia y Semipresencial. Asunción, Paraguay.

RESUMEN

Introducción: El acceso a agua segura continúa siendo un desafío estructural en comunidades indígenas de América Latina, donde la falta de infraestructura y la escasa vigilancia sanitaria limitan la garantía de este derecho básico. **Objetivo**: Diagnosticar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua utilizada para consumo humano en la comunidad Mby'a Guaraní de Tarumandymi (Luque, Paraguay), e implementar una intervención correctiva mediante un sistema de cloración optimizada, evaluando su impacto. **Materiales y Métodos:** Se aplicó un diseño metodológico mixto de tipo aplicado, con una fase diagnóstica basada en análisis de laboratorio conforme a normas ISO, AFNOR e INTN, seguida de una intervención correctiva orientada a ajustar la desinfección mediante la dosificación controlada de hipoclorito de sodio. Se realizaron dos muestreos: uno previo, y otro posterior a la implementación. **Resultados:** Se encontraron niveles de *Escherichia coli* y coliformes fecales por encima de los límites establecidos, así como una concentración de cloro libre residual insuficiente (0,11 mg/L). Posterior a la intervención, se observó la eliminación total de bacterias fecales y un valor de cloro residual dentro del rango normativo (0,45 mg/L), lo que evidenció la efectividad de la intervención. **Conclusión:** El estudio permitió no solo caracterizar el riesgo sanitario presente, sino también demostrar que estrategias de tratamiento simples y adaptadas al contexto pueden producir mejoras inmediatas en la calidad del agua. Se plantea la viabilidad de replicar este enfoque en otras comunidades rurales con condiciones similares.

Palabras clave: Agua potable, calidad microbiológica, cloración, comunidad Indígena, salud pública.

ABSTRACT

Introduction: Access to safe water remains a structural challenge in Indigenous communities across Latin America, where the lack of infrastructure and limited sanitary oversight constrain the guarantee of this basic right. **Objective:** To assess the microbiological and physicochemical quality of water used for human consumption in the Mby'a Guaraní community of Tarumandymi (Luque, Paraguay), and to implement a corrective intervention through an optimized chlorination system, evaluating its impact. **Materials and Methods**: A mixed-methods design of an applied nature was used, beginning with a diagnostic phase based on laboratory analysis following ISO, AFNOR, and INTN standards, followed by a corrective intervention focused on improving disinfection through controlled dosing of sodium hypochlorite. Two water samples were collected: one before and one after implementation. **Results:** Initial results revealed levels of *Escherichia coli* and fecal coliforms above acceptable thresholds, as well as insufficient free residual chlorine (0.11 mg/L). Following the intervention, total elimination of fecal bacteria was observed, and free chlorine levels reached the normative range (0.45 mg/L), confirming the effectiveness of the strategy. **Conclusion:** The study not only identified the existing sanitary risks but also demonstrated that simple, context-adapted treatment strategies can yield immediate improvements in water quality. The potential for replicating this approach in other rural communities under similar conditions is highlighted.

Keywords: Drinking water, chlorination, indigenous community, microbiological quality, public health.

INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable segura continúa siendo una condición esencial para la salud pública y el desarrollo sostenible. Sin embargo, diversas comunidades indígenas y rurales de América Latina enfrentan serias limitaciones en la calidad y disponibilidad

Para correspondencia dirigirse a: Blanca Saturnina Gavilán Servín bgavilan@unida.edu.py
Recibido: 04 de febrero 2026. **Aceptado:** 27 de abril de 2026.
Conflictos de interes: Ninguna que declarar. **Fuente de financiamiento:** Ninguno. **Editor responsable:** Christian Noldin Cáceres

Este es un artículo publicado en Acceso Abierto bajo Licencia Creative Commons CC-BY, que permite el uso sin restricciones, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que se cite debidamente la obra original.

de este recurso. Especialmente cuando la infraestructura de saneamiento es escasa o inadecuada. Esta problemática ha sido señalada por organismos internacionales como el Banco Mundial, que identifica la seguridad hídrica como un desafío persistente, incluso en contextos donde existen marcos normativos e institucionales (1). En particular, el informe destaca la ausencia de mecanismos efectivos de monitoreo y planificación en el manejo de recursos hídricos, lo que limita la capacidad de respuesta frente a riesgos sanitarios.

A nivel regional, LATINOSAN ha subrayado la debilidad estructural en la gestión de la información vinculada al seguimiento del ODS 6, lo cual obstaculiza la formulación de políticas basadas en evidencia (2). Asimismo, el *InterAcademy Partnership* ha advertido sobre los impactos acumulativos de los contaminantes emergentes y la falta de control en la calidad del agua, particularmente en áreas marginadas (3). Estas advertencias son relevantes al considerar situaciones como la de la comunidad indígena Mby'a Guaraní de Tarumandymi, en el distrito de Luque, Paraguay, donde el acceso al agua depende de fuentes subterráneas cuya calidad no había sido evaluada de forma sistemática hasta el presente estudio.

El diagnóstico técnico realizado en esta comunidad evidencia una contaminación microbiológica significativa, acompañada de un nivel insuficiente de cloro libre residual. Esta combinación pone en riesgo la función desinfectante del agua y, por tanto, su aptitud para el consumo humano. Si bien se ha documentado esta clase de problemática en otras comunidades de la región, en Tarumandymi persiste una brecha concreta: la ausencia de un sistema eficaz de tratamiento y monitoreo continuo de la calidad del agua (4,5).

En respuesta a esta necesidad, el presente estudio se plantea como una investigación aplicada con doble propósito: por un lado, diagnosticar los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua utilizada por la comunidad, conforme a las normativas nacionales e internacionales vigentes; por otro lado, diseñar, aplicar y evaluar una estrategia de mejora basada en un sistema de cloración optimizada, complementada con un protocolo básico de monitoreo comunitario (6-8). Esta intervención se propone como una alternativa viable y adaptada a contextos con infraestructura limitada, cuyo impacto podrá medirse mediante indicadores microbiológicos comparativos antes y después de su implementación.

En este marco, se busca no solo generar información técnica confiable sobre la calidad del agua en Tarumandymi, sino también aportar evidencia sobre la efectividad de soluciones sencillas y replicables, contribuyendo al desarrollo de políticas de gestión hídrica más inclusivas y eficientes en comunidades vulnerables.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue diseñado con un enfoque mixto de investigación aplicada, orientado no solo a diagnosticar el estado de la calidad del agua subterránea en la comunidad indígena Mby'a Guaraní de Tarumandymi, sino también a implementar y evaluar una intervención concreta que respondiera a las deficiencias identificadas. Esta decisión metodológica responde a la necesidad de generar soluciones prácticas y contextualizadas en comunidades con limitada infraestructura sanitaria, tal como lo han señalado organismos internacionales en estudios recientes sobre gestión hídrica en América Latina.

La primera fase del estudio consistió en la recolección y análisis de una muestra de agua, realizada el 2 de enero de 2024 a las 09:50 horas, en el punto de captación habitualmente utilizado por la comunidad (Figura 1). Se recolectaron dos litros de agua conforme a protocolos estandarizados y se transportaron al laboratorio NOBOLAB S.A. para su análisis. Se determinaron parámetros microbiológicos (Escherichia coli, coliformes totales y fecales) y fisicoquímicos (pH, nitrato, materia orgánica, turbidez, conductividad, dureza total, sólidos totales y cloro libre residual), siguiendo las normativas ISO, AFNOR e INTN.

A partir de los resultados diagnósticos, se evidenció una concentración insuficiente de cloro libre residual y la presencia de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Estos hallazgos justificaron la necesidad de aplicar una estrategia de intervención, no contemplada originalmente por las autoridades locales, que permitiera revertir el riesgo sanitario mediante un método técnicamente viable y económicamente accesible.



Figura 1. Fotografía del punto de muestreo correspondiente a la única canilla de abastecimiento comunitario.

Se diseñó entonces una intervención basada en un sistema de cloración optimizada, que consistió en la dosificación controlada de hipoclorito de sodio en los recipientes de almacenamiento de agua utilizados por la comunidad. Este enfoque fue elegido por su bajo costo, facilidad de implementación y eficacia comprobada en contextos similares (9). La dosificación fue ajustada a fin de alcanzar niveles de cloro libre residual dentro del rango recomendado (0,2–2 mg/L), según normativas internacionales.

Para evaluar el impacto de la intervención, se estableció un diseño comparativo pre y post intervención, con dos momentos de muestreo: el primero, correspondiente a la situación inicial; el segundo, una semana después de aplicar la estrategia correctiva. En ambos casos se analizaron los mismos parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. Adicionalmente, se diseñó una encuesta breve dirigida a representantes comunitarios para captar percepciones sobre los cambios observados, lo que permitió agregar una dimensión cualitativa al análisis.

La metodología aplicada se inspira en enfoques combinados de análisis técnico y acción local, como los sugeridos en el informe regional de LATINOSAN y el diagnóstico del Acuífero Patiño, donde se destaca la necesidad de integrar procesos de monitoreo sistemático con medidas correctivas inmediatas. En este sentido, el estudio no solo aporta datos sobre el estado de la calidad del agua en Tarumandymi, sino que también pone a prueba una solución operativa, cuyo efecto puede ser evaluado empíricamente (2,10).

Finalmente, la unidad de análisis fue el punto de captación de agua comunitario. Se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, con dos mediciones (pre y post intervención). Para el componente cualitativo, se seleccionaron cinco informantes clave, para la implementación de una entrevista breve. El estudio contó con el consentimiento escrito de un referente comunitario para la obtención de muestras. La colaboración de los informantes clave fue voluntaria y se garantizó en todo momento la confidencialidad de los datos de los participantes.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos permiten caracterizar con precisión el estado de la calidad del agua en la comunidad Mby'a Guaraní de Tarumandymi, así como evaluar el impacto de la intervención implementada. Se presentan a continuación los hallazgos agrupados en dos bloques: diagnóstico inicial (preintervención) y evaluación posterior a la aplicación del sistema de cloración optimizada (postintervención).

Parámetros Microbiológicos

En la primera muestra, tomada antes de la intervención, se detectaron niveles de contaminación que excedían los límites permitidos para consumo humano:

- **Escherichia coli**: 2 UFC/100 ml (límite permitido: 0)
- **Coliformes totales**: 8 UFC/100 ml (límite permitido: 0)
- **Coliformes fecales**: 3 UFC/100 ml (límite permitido: 0)

Estos valores evidencian una contaminación de origen fecal, lo que representa un riesgo sanitario directo, asociado a enfermedades como gastroenteritis, fiebre tifoidea y hepatitis A. La presencia de estos microorganismos confirmó la necesidad de una intervención correctiva inmediata.

Una semana después de la implementación del sistema de cloración optimizada, se realizó un segundo muestreo en las mismas condiciones. Los resultados microbiológicos mostraron una disminución significativa:

- **Escherichia coli**: 0 UFC/100 ml
- **Coliformes totales**: 1 UFC/100 ml
- **Coliformes fecales**: 0 UFC/100 ml

Esta reducción indica que la estrategia aplicada resultó efectiva en restablecer la seguridad microbiológica del agua. Si bien persiste un valor marginal en coliformes totales, este se encuentra en el umbral de detección y podría asociarse a una manipulación postrecolección, no necesariamente a un fallo en la desinfección.

Parámetros Fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos mostraron una relativa estabilidad entre ambos muestreos. En el diagnóstico inicial, todos los valores se encontraban dentro de los rangos permitidos, con excepción del cloro libre residual, que se encontraba en 0,11 mg/L, por debajo del mínimo recomendado (0,2 mg/L).

Tras la intervención, el nivel de cloro libre residual se elevó a 0,45 mg/L, situándose dentro del intervalo normativo y garantizando la capacidad desinfectante del agua en condiciones normales de almacenamiento. Este ajuste se logró mediante la dosificación controlada de hipoclorito de sodio en recipientes comunitarios.

Otros parámetros, como el pH (5,30), nitratos (7,72 mg/L), turbidez (<1 NTU) y sólidos totales (49 mg/L), se mantuvieron estables, sin alteraciones significativas atribuibles al proceso de cloración.

Percepción comunitaria

Como complemento al análisis técnico, se realizaron entrevistas breves a cinco referentes comunitarios, quienes manifestaron haber percibido mejoras en el sabor del agua y reportaron una reducción en episodios de malestar gastrointestinal en la semana posterior a la intervención. Aunque estos datos no son concluyentes desde el punto de vista clínico, aportan una dimensión cualitativa relevante para la evaluación del impacto percibido.

Los datos obtenidos indican que la intervención propuesta no solo fue técnicamente viable, sino que produjo mejoras observables en un corto plazo, tanto en los indicadores microbiológicos como en la percepción de la comunidad. La estabilización de los niveles de cloro libre residual permitió garantizar la continuidad de la desinfección, elemento clave para prevenir la recontaminación. Estos resultados respaldan la aplicabilidad de soluciones simples y adaptadas, con potencial de replicabilidad en otras comunidades de características similares.

La experiencia en Tarumandymi también sugiere que la eficacia de las estrategias de tratamiento del agua no debe evaluarse

únicamente desde parámetros técnico-laboratoriales, sino que debe contemplarse su apropiación por parte de las poblaciones destinatarias. En este caso, el reconocimiento de mejoras por parte de miembros de la comunidad, aunque anecdótico, aporta una señal positiva respecto a la aceptación del sistema, aspecto indispensable para su sostenibilidad. Este tipo de evidencias, aunque incipientes, apuntan a la necesidad de integrar variables sociales en futuras evaluaciones de impacto.

Por otro lado, la intervención permitió validar una lógica de acción basada en el diagnóstico-respuesta, que resulta especialmente pertinente en contextos donde la respuesta estatal suele ser tardía o inexistente. En lugar de limitarse al registro de una situación de riesgo, el estudio operó como un mecanismo para ensayar soluciones inmediatas, con base empírica sólida y bajo requerimiento tecnológico. Esta dinámica sitúa a la investigación aplicada como una herramienta concreta para la transformación local.

Finalmente, cabe señalar que la estrategia de intervención desarrollada en esta comunidad podría constituir un modelo de referencia para entornos rurales o periurbanos con acceso a fuentes de agua subterránea sin tratamiento. Si bien cada contexto presenta particularidades, la posibilidad de adaptar esquemas de cloración simplificados y combinarlos con mecanismos mínimos de monitoreo comunitario representa un avance significativo hacia el fortalecimiento del derecho al agua segura.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten sostener que la estrategia de cloración optimizada aplicada en la comunidad Mby'a Guaraní de Tarumandymi fue efectiva en reducir significativamente la carga microbiológica del agua subterránea utilizada para consumo humano. Esta reducción, particularmente notoria en los recuentos de *Escherichia coli* y coliformes fecales, confirma la relevancia sanitaria de intervenciones sencillas, adaptadas a contextos con infraestructura limitada.

El valor alcanzado de cloro libre residual tras la intervención (0,45 mg/L) se ubicó dentro del rango recomendado por normativas internacionales, asegurando una desinfección sostenida del agua almacenada. Este resultado es coherente con experiencias previas documentadas en América Latina, donde la cloración domiciliaria o comunitaria ha demostrado ser una herramienta eficaz para reducir riesgos de enfermedades transmitidas por el agua (3,10-12).

En comparación con estudios de caso similares, como el diagnóstico del Acuífero Patiño, se observa un patrón recurrente: la presencia de contaminación microbiológica en aguas subterráneas no tratadas, incluso en regiones con niveles aceptables de parámetros fisicoquímicos. En este sentido, la intervención en Tarumandymi aporta evidencia empírica sobre la necesidad de ir más allá del monitoreo diagnóstico y avanzar hacia soluciones operativas que puedan ser implementadas por las propias comunidades, con acompañamiento técnico mínimo.

Desde una perspectiva más amplia, los hallazgos aquí presentados dialogan con los diagnósticos elaborados por organismos internacionales. El Banco Mundial ha señalado la falta de mecanismos efectivos de monitoreo y respuesta frente a situaciones de riesgo hídrico, especialmente en poblaciones rurales dispersas. Del mismo modo, LATINOSAN destaca la debilidad en la gestión de información y la baja capacidad de muchos sistemas locales para generar alertas tempranas. En este contexto, la experiencia de Tarumandymi ilustra cómo una intervención concreta, basada en evidencia local, puede funcionar como un nodo de aprendizaje replicable para otras comunidades.

No obstante, el estudio presenta ciertas limitaciones. La evaluación del impacto se restringió a una ventana temporal breve, lo que impide conocer la sostenibilidad del efecto alcanzado a mediano o largo plazo. Asimismo, el componente cualitativo fue exploratorio y no profundizó en las barreras sociales o culturales que podrían afectar la adopción continua del sistema de cloración. Estos aspectos deberán ser considerados en futuras investigaciones.

Adicionalmente, es importante reconocer que la evaluación de la percepción comunitaria, si bien útil como complemento cualitativo, se basó en un número reducido de informantes y careció de una sistematización metodológica que permitiera interpretar con mayor profundidad la apropiación social de la intervención. Aspectos como la comprensión del proceso de cloración, la confianza en los resultados o los factores culturales que median la aceptación del tratamiento no fueron explorados en detalle, lo que representa una oportunidad para enriquecer el análisis en futuras fases del estudio.

Asimismo, no se abordaron variables contextuales que podrían incidir en la sostenibilidad de la intervención, tales como la disponibilidad constante de insumos (hipoclorito de sodio), la capacitación de actores locales para la dosificación segura o la existencia de mecanismos institucionales que respalden la continuidad del monitoreo. La ausencia de estos elementos en el diseño no invalida los resultados obtenidos, pero sí delimita el alcance de las conclusiones y señala la necesidad de integrar componentes operativos más robustos en investigaciones posteriores.

El estudio no consideró de manera explícita el análisis de costos asociados a la implementación de la estrategia, un aspecto clave para su escalabilidad en comunidades con recursos limitados. La inclusión de esta dimensión permitiría establecer con mayor precisión la viabilidad técnica y financiera del modelo aplicado, así como argumentar con evidencia concreta su replicabilidad en políticas públicas de mayor alcance.

Finalmente, la aceptabilidad de la intervención por parte de la comunidad fue favorable, aunque este elemento debe ser monitoreado de manera sistemática si se busca consolidar una estrategia de intervención más duradera. La experiencia recogida sugiere que, además del aspecto técnico, es imprescindible acompañar estas iniciativas con procesos educativos y mecanismos locales de seguimiento.

CONCLUSIONES

El análisis integral de la calidad del agua subterránea en la comunidad Mby'a Guaraní de Tarumandymi confirmó la presencia de contaminación microbiológica de origen fecal, lo que compromete su aptitud para el consumo humano y representa un riesgo epidemiológico tangible. La detección de *Escherichia coli* y coliformes fecales por encima de los límites permitidos

evidenció la necesidad de actuar más allá del diagnóstico, incorporando medidas correctivas de carácter inmediato.

La intervención basada en cloración optimizada permitió corregir uno de los déficits técnicos más críticos: la baja concentración de cloro libre residual. La adecuación de este parámetro dentro del rango normativo se tradujo en una disminución notable de los microorganismos indicadores, lo que valida la eficacia de la estrategia aplicada en condiciones reales de uso. Esta mejora técnica fue complementada por una aceptación positiva por parte de la comunidad, lo que refuerza la viabilidad social del enfoque propuesto.

En conjunto, los hallazgos obtenidos permiten sostener que soluciones simples, adaptadas a contextos comunitarios, pueden tener un impacto significativo en la seguridad del agua, siempre que sean diseñadas con criterios técnicos claros y acompañadas de un mínimo soporte institucional. La experiencia de Tarumandymi demuestra que es posible transformar datos diagnósticos en acciones concretas, con resultados observables en plazos cortos y con escasos recursos.

No obstante, el estudio también deja abiertas líneas de investigación futuras, particularmente en lo que respecta a la sostenibilidad de la intervención y a su integración en esquemas de gestión hídrica más amplios. La sistematización de esta experiencia podría contribuir a mejorar la planificación sectorial en zonas rurales e indígenas, así como a fortalecer la respuesta local frente a desafíos persistentes en materia de agua y saneamiento.

Además de su relevancia técnica, la experiencia desarrollada en Tarumandymi puede constituirse en un insumo valioso para el diseño de políticas públicas orientadas a la equidad en el acceso al agua segura. La generación de evidencia desde contextos históricamente invisibilizados, como las comunidades indígenas, permite corregir los sesgos urbanos y tecnocráticos que aún persisten en muchos programas de agua y saneamiento. Incorporar esta perspectiva territorial y culturalmente situada puede contribuir a una planificación más inclusiva y sensible a las particularidades locales.

Asimismo, este tipo de intervenciones permite fortalecer la articulación entre el conocimiento técnico-científico y las prácticas comunitarias, reconociendo a las poblaciones destinatarias no solo como beneficiarias, sino también como agentes activos en la construcción de soluciones. Esta lógica, centrada en la corresponsabilidad, resulta clave para avanzar hacia modelos de gobernanza hídrica descentralizada, en los que las decisiones sobre el uso, tratamiento y monitoreo del agua puedan ser compartidas entre actores institucionales y comunitarios.

A partir de los resultados obtenidos y del análisis de su relevancia sanitaria, se consideran pertinentes una serie de recomendaciones técnicas y operativas orientadas, principalmente, a los organismos públicos responsables de la gestión del agua y la salud ambiental, así como a las organizaciones comunitarias que desempeñan un rol activo en la implementación de soluciones locales. Las siguientes sugerencias buscan favorecer la continuidad y sostenibilidad de la intervención, así como su posible replicabilidad en contextos similares:

- Notificación a las autoridades sanitarias y ambientales: Se recomienda informar formalmente a las entidades competentes —tanto reguladoras como operativas— sobre la situación identificada y los resultados de la intervención aplicada, a fin de que se incorporen medidas permanentes de tratamiento y control en la comunidad.
- Implementación sostenida de la cloración optimizada: La estrategia utilizada demostró ser eficaz, por lo que se sugiere su adopción continuada mediante esquemas comunitarios o mixtos (comunidad–instituciones), acompañada de protocolos de mantenimiento y seguimiento accesibles.
- Establecimiento de un programa de monitoreo periódico: Se considera prioritario desarrollar un sistema de vigilancia que combine análisis microbiológicos y fisicoquímicos básicos, utilizando formatos simplificados que puedan ser gestionados por actores locales, con apoyo técnico puntual.
- Fortalecimiento de la educación sanitaria comunitaria: La apropiación de las prácticas de purificación del agua requiere procesos de capacitación adaptados a la realidad cultural de la comunidad. Se recomienda implementar talleres prácticos sobre manejo del agua, prevención de enfermedades hídricas y métodos domésticos complementarios de tratamiento.
- Protección de la fuente de abastecimiento: Se insta a delimitar un perímetro de seguridad en torno al pozo comunitario y establecer medidas de saneamiento básico para reducir el ingreso de contaminantes. Esta acción puede ser desarrollada con la participación activa de la comunidad y asistencia técnica de bajo costo.
- Escalabilidad de la estrategia aplicada: Dado el bajo costo y la facilidad de implementación de la intervención, se propone valorar su replicabilidad en otras comunidades rurales e indígenas con características similares, como parte de estrategias nacionales o subnacionales de fortalecimiento del acceso seguro al agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Banco Mundial. Valorando el agua [Internet]. Washington D.C.: Banco Mundial; 2022 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en en: https://documents1.worldbank.org/curated/en/099045001252234796/pdf/P16689509d3d860510b58f089d841bf086b.pdf

2. LATINOSAN. Informe Regional V Conferencia Latinoamericana de Saneamiento [Internet]. San José: LATINOSAN; 2019 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://sapolas.blob.core.windows.net/general-documents/1710370271339.pdf

3. InterAcademy Partnership. Calidad del agua: salud de los ecosistemas y salud humana [Internet]. Trieste: IAP; 2021 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://www.interacademies.org/sites/default/files/2021-09/Libro_Calidad_del_Agua-1.pdf

4. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento [Internet]. Asunción: MOPC; 2023 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://siaparaguay.ine.gov.py/data/archivos/3.%20Plan%20Nacional%20de%20Agua%20Potable%20y%20Saneamiento.pdf

5. Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental. Plan

Estratégico Institucional 2016–2020 [Internet]. Asunción: SENASA; 2016 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://senasa.gov.py/wp-content/uploads/2024/01/PEI_SENASA_2016-2020_aprobado.pdf

6. AFNOR Certification. NF VALIDATION Certificate No. 3M 01/2-09/89: 3M™ Petrifilm™ Coliform Count Plate [Internet]. La Plaine Saint-Denis: AFNOR; 2022 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://nf-validation.afnor.org/wp-content/uploads/sites/2/2014/03/3M-01-02-09-89-C_en.pdf

7. Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología. Norma Paraguaya de Agua Potable (NP 24 001 80). Asunción: INTN; 1980.

8. Microbiological methods for water quality. Ginebra: ISO; 2014.

9. Organización Mundial de la Salud. Directrices para la calidad del agua potable. 4ª ed. Ginebra: OMS; 2017.

10. Secretaría del Ambiente. Gestión integrada de los recursos hídricos en Paraguay [Internet]. Asunción: SEAM; 2019 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2019/09/Gesti%C3%B3n-Integrada-de-los-Recursos-H%C3%ADdricos-en-Paraguay.pdf

11. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Evaluación ambiental estratégica del Proyecto de Agua Potable en Itauguá [Internet]. Asunción: MSPBS; 2020 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://www.mspbs.gov.py/xdocumentos/eas_pab_itaugua.pdf

12. Secretaría del Ambiente. Informe Nacional sobre la Gestión del Agua en Paraguay [Internet]. Asunción: SEAM; 2019 [citado 2026 Mar 26]. Disponible en: https://observatoriopantanal.org/wp-content/uploads/crm_perks_ploads/5cb0f734750a11456042675850236/2019/08/2000_Informe_Nacional_sobre_la_Gestion_del_agua_em_Paraguay.pdf