



Fondo  
Editorial  
UBA



REVISTA ARBITRADA DE LAS  
LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN  
INSTITUCIONALES

DIRECCIÓN DE  
INVESTIGACIÓN

**DIEP**

Decanato de Investigación,  
Extensión y Postgrado.

Depósito Legal: pp200202AR286

ISSN: 1690-0685

ISSN: 2791-3589 (en línea)

[investigacion.creatividad@uba.edu.ve](mailto:investigacion.creatividad@uba.edu.ve)

<https://revistasuba.com/>

## **EMPRENDIMIENTO COMUNITARIO PARA LA MITIGACIÓN DE AGUAS GRISES CON LA AUTOCONSTRUCCIÓN DE BAÑOS SECOS UTILIZANDO TECNOLOGÍAS SIG -BIM EN UNIDADES EDUCATIVAS DE RIBERALTA**

Miguel Ovale Arteaga  
Estudiante  
Carrera Ingeniería Civil. Sede Riberalta  
Universidad Autónoma del Beni “José Ballivián”. Bolivia  
[miguelovalearteaga@gmail.com](mailto:miguelovalearteaga@gmail.com)

Ing. Daniel Claire Aguirre MSc.  
Docente Investigador  
Universidad Autónoma del Beni “José Ballivián”. Bolivia  
[Danielclaire1@hotmail.com](mailto:Danielclaire1@hotmail.com)

### **Resumen**

El objetivo del proyecto es diseñar una propuesta de aplicación de un modelo de emprendimiento comunitario para la mitigación de aguas grises y jabonosas negras en unidades educativas urbanas de Riberalta, mediante la autoconstrucción participativo de baños secos en la Amazonía boliviana beniana en la ciudad de Riberalta ubicada en la Provincia Vaca Diez del Departamento del Beni. La metodología se basa en un enfoque cuantitativo para obtener datos objetivos y medibles favoreciendo la replicabilidad y sostenibilidad del modelo que podría ser implementado en varias unidades educativas, a su vez permitan evaluar la problemática, levantar un diagnóstico, recolección y procesamiento de la información, la selección de la muestra se hará de forma aleatoria y representativa de las para garantizar la validez estadística de los resultados. Entre los avances se tiene que, con estos proyectos se fortalece la participación activa de actores educativos como padres de familia, docentes y directores, articulando enfoques de emprendimiento social, sostenibilidad ambiental, el empleo de tecnologías de dirección, supervisión de obras, a través del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el modelo Building Information Modeling (BIM), permite hacer planes colaborativos y supervisión comunitaria en tiempo real por distritos, mejora la precisión de los recursos y permite un seguimiento detallado de la ejecución del proyecto. Se concluye en lo que se ha desarrollado del proyecto que, la propuesta se enmarca en el lema “Innovación y Conexión”, y plantea un modelo replicable que fomenta soluciones integrales desde lo local, integrando tecnología, comunidad y educación ambiental.

**Palabras clave:** Emprendimiento social, educación ambiental, participación comunitaria, SIG, BIM, unidades educativas, sostenibilidad.

## **Community-based entrepreneurship for graywater mitigation through the self-construction of dry toilets using GIS-BIM technologies in educational units in Riberalta.**

### **Abstract**

The objective of this project is to design a proposal for the application of a community-based entrepreneurship model for the mitigation of graywater and black soapy water in urban educational units in Riberalta, through the participatory self-construction of dry toilets in the Bolivian Amazon region of Beni, in the city of Riberalta, located in the Vaca Diez Province of the Beni Department. The methodology is based on a quantitative approach to obtain objective and measurable data, promoting the replicability and sustainability of the model, which could be implemented in several educational units. This approach, in turn, allows for the evaluation of the problem, the creation of a diagnosis, and the collection and processing of information. The sample will be randomly selected and representative of the sample to ensure the statistical validity of the results. Among the advances noted, these projects strengthen the active participation of educational stakeholders such as parents, teachers, and principals, articulating approaches to social entrepreneurship, environmental sustainability, and the use of management technologies and construction supervision through the use of Geographic Information Systems (GIS) and Building Information Modeling (BIM). This allows for collaborative planning and real-time community oversight by district, improves resource accuracy, and enables detailed monitoring of project execution. The project development concludes that the proposal is framed within the motto "Innovation and Connection" and proposes a replicable model that fosters comprehensive solutions from the local level, integrating technology, community, and environmental education.

**Keywords:** Social entrepreneurship, environmental education, community participation, GIS, BIM, educational units, sustainability.

### **Entrepreneuriat communautaire pour la réduction des eaux grises par l'autoconstruction de toilettes sèches utilisant les technologies SIG-BIM dans les établissements scolaires de Riberalta.**

### **Résumé**

L'objectif de ce projet est de concevoir une proposition pour l'application d'un modèle d'entrepreneuriat communautaire pour la réduction des eaux grises et des eaux noires savonneuses dans les établissements scolaires urbains de Riberalta, par l'autoconstruction participative de toilettes sèches dans la région amazonienne bolivienne de Beni, dans la ville de Riberalta, située dans la province de Vaca Diez, département de Beni. La méthodologie repose sur une approche quantitative pour obtenir des données objectives et mesurables, favorisant la reproductibilité et la

durabilité du modèle, qui pourrait être mis en œuvre dans plusieurs établissements scolaires. Cette approche permet d'évaluer le problème, d'établir un diagnostic, ainsi que de collecter et de traiter les informations. L'échantillon sera sélectionné de manière aléatoire et représentatif afin de garantir la validité statistique des résultats. Parmi les avancées constatées, ces projets renforcent la participation active des acteurs éducatifs tels que les parents, les enseignants et les directeurs d'école, en articulant des approches d'entrepreneuriat social et de durabilité environnementale, en utilisant des technologies de gestion et en supervisant les projets de construction grâce aux systèmes d'information géographique (SIG) et à la modélisation des données du bâtiment (BIM). Cela permet une planification collaborative et une supervision communautaire en temps réel par district, améliore la précision des ressources et permet un suivi détaillé de l'exécution du projet. Le projet conclut que la proposition s'inscrit dans le cadre de la devise « Innovation et connexion » et propose un modèle reproductible qui favorise des solutions globales au niveau local, intégrant la technologie, la communauté et l'éducation environnementale.

**Mots-clés:** entrepreneuriat social, éducation environnementale, participation communautaire, SIG, BIM, unités éducatives, durabilité.

### **Introducción:**

La gestión inadecuada de aguas jabonosas negras provenientes de unidades educativas representa un desafío ambiental y sanitario en zonas urbanas de la Amazonía boliviana beniana. En la ciudad de Riberalta ubicada en la Provincia Vaca Diez del Departamento del Beni, la problemática se agrava por la falta de infraestructura sanitaria adaptada a las condiciones locales dado que la población ingiera agua de manantiales naturales del lugar, los pocos recursos para el saneamiento escolar y por la escasa participación de la comunidad. Frente a este contexto, el presente proyecto, propone una estrategia de mitigación basada en la autoconstrucción participativo de baños secos, impulsada por actores de la comunidad educativa, padres de familia, docentes y directores; como una forma de emprendimiento social orientado a la sostenibilidad.

La propuesta articula herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el modelo BIM para planificar, supervisar y coordinar la construcción en tiempo real por distritos, optimizando recursos y fortaleciendo la

gestión educativa local. Este enfoque no solo atiende la urgencia ambiental, sino que también promueve un modelo formativo y organizacional que conecta saberes técnicos, gestión comunitaria y transformación educativa. Enmarcado en el lema “Innovación y Conexión”, buscamos contribuir a la construcción de soluciones replicables que integren tecnología, participación ciudadana y justicia ecológica desde el ámbito escolar.

### **Justificación:**

La gestión inadecuada de aguas residuales en Riberalta, especialmente las provenientes de unidades educativas, representa un desafío ambiental y sanitario significativo. Según el Plan de Desarrollo Municipal de Riberalta, apenas el 17,7% de los hogares están conectados al sistema de alcantarillado, lo que implica que entre 5.000 y 11.000 hogares continúan desechando aguas residuales en letrinas y pozos sépticos que, en muchos casos, no funcionan adecuadamente, generando malos olores y rebalses de aguas servidas (Gobierno Autónomo Municipal de Riberalta, 2023, p. 58).

Esta situación se agrava en las unidades educativas, donde la falta de infraestructura sanitaria adecuada y la escasa participación comunitaria complican la implementación de soluciones efectivas.

El Plan Municipal del Desarrollo Sostenible de Riberalta destaca la necesidad de mejorar el entorno urbano mediante sistemas funcionales de drenaje pluvial y la ampliación del acceso a agua potable de calidad tanto en áreas urbanas como rurales. Según el Anuario de Estadísticas Educativas 2022-2023 del Ministerio de Educación, el distrito educativo de Riberalta registró una matrícula total de 22.314 estudiantes, de los cuales 16.171 pertenecen al área urbana.

Esta cifra refleja la presión significativa sobre la infraestructura educativa existente, especialmente en zonas urbanas, donde la demanda supera la capacidad

instalada, exacerbando los problemas sanitarios y ambientales en las escuelas. Además, en el municipio de Riberalta existen 34 unidades educativas urbanas.

La implementación de baños secos mediante autoconstrucción participativa, apoyada por tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el modelo BIM, se presenta como una estrategia viable para mitigar los problemas sanitarios y ambientales. Enfoque que no solo aborda la urgencia ambiental, sino que también promueve un modelo formativo y organizacional que conecta saberes técnicos, gestión comunitaria y transformación educativa.

### **Objetivo General:**

Diseñar una propuesta de aplicación de un modelo de emprendimiento comunitario para la mitigación de aguas grises y jabonosas negras en unidades educativas urbanas de Riberalta, mediante la autoconstrucción participativa de baños secos.

119

### **Objetivos Específicos:**

Diagnosticar la situación actual del manejo de aguas grises y jabonosas negras en unidades educativas urbanas de Riberalta, considerando aspectos sanitarios, ambientales, técnicos y de participación comunitaria.

Caracterizar las capacidades, recursos y niveles de organización de la comunidad educativa (estudiantes, padres, docentes y directivos) para la implementación de procesos de autoconstrucción participativa.

Diseñar un prototipo funcional de baño seco adaptado al contexto urbano amazónico, integrando principios de sostenibilidad y tecnologías apropiadas.

Aplicar herramientas tecnológicas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el modelado BIM para planificar, visualizar y coordinar el proceso de autoconstrucción por distritos escolares.

Proponer un modelo formativo de emprendimiento comunitario que articule saberes técnicos, gestión ambiental y participación ciudadana en el ámbito escolar.

### **Metodología:**

La metodología del proyecto de investigación se basa en un enfoque cuantitativo para obtener datos objetivos y medibles que permitan evaluar la problemática de las aguas jabonosas negras en las unidades educativas urbanas de Riberalta y la viabilidad de la autoconstrucción participativa de baños secos.

En primer lugar, se realizará un diagnóstico mediante la aplicación de encuestas semiestructuradas dirigidas a estudiantes, docentes y padres de familia, con el fin de recopilar información precisa sobre las condiciones sanitarias actuales, el manejo de aguas residuales y la percepción comunitaria frente a las posibles soluciones.

La selección de la muestra se hará de forma aleatoria y representativa de las para garantizar la validez estadística de los resultados, siguiendo los lineamientos metodológicos de Hernández, Fernández y Baptista (2014), quienes enfatizan que “la investigación cuantitativa permite la generalización y objetividad en la medición de fenómenos sociales” (p. 23).

En apoyo a la recolección de datos, 20 estudiantes voluntarios de la carrera de Ciencias de la Educación de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación participarán en la aplicación y tabulación de las encuestas, asegurando un manejo riguroso de la información y un adecuado control del proceso. Paralelamente, para la elaboración y seguimiento técnico de la propuesta, 20 estudiantes voluntarios de Ingeniería Civil serán responsables de la realización de planos, cómputos métricos y cronogramas de avance de obra, utilizando el modelo BIM (Building Information Modeling) como herramienta para optimizar el diseño y construcción de los baños secos en las 34 unidades educativas urbanas con un total de 22.314 estudiantes matriculado en la presente gestión 2025.

La incorporación de esta tecnología facilita la planificación en tiempo real, mejora la precisión de los recursos y permite un seguimiento detallado de la ejecución del proyecto, como lo señalan Eastman et al. (2018): “el BIM ofrece un modelo integral para la gestión eficiente de proyectos de construcción” (p. 210).

Además, se emplearán Sistemas de Información Geográfica (SIG) para mapear geoespacialmente las unidades educativas y priorizar las áreas de intervención. Esta herramienta tecnológica permitirá visualizar y analizar datos cuantitativos relacionados con la ubicación, condiciones físicas y avances en la construcción, facilitando la toma de decisiones basadas en evidencia. Long (2018) destaca que “la integración de SIG en la planificación territorial mejora la eficiencia y efectividad de proyectos comunitarios” (p. 78). Finalmente, los datos obtenidos serán analizados mediante software estadístico para identificar patrones, frecuencias y relaciones significativas que fundamenten la propuesta de emprendimiento comunitario para la mitigación de aguas grises y jabonosas negras.

Esta metodología cuantitativa garantizará que la propuesta se base en evidencia objetiva y medible, favoreciendo la replicabilidad y sostenibilidad del modelo implementado en las unidades educativas de Riberalta.

### **Resultados esperados:**

Se espera, en primer lugar, obtener un diagnóstico cuantitativo claro y representativo sobre el estado actual de las condiciones sanitarias en las 34 unidades educativas urbanas de Riberalta, con énfasis en el manejo y disposición de aguas jabonosas negras. Este diagnóstico interdisciplinario entre ambas carreras, permitirá identificar la magnitud del problema, las principales fuentes generadoras de aguas grises y el nivel de conocimiento y percepción de la comunidad educativa sobre prácticas de saneamiento ecológico. A través de la aplicación de encuestas semi-estructuradas y su posterior procesamiento estadístico, se generarán datos confiables que sustenten la necesidad de implementar tecnologías alternativas como los baños secos.

En segundo lugar, se proyecta el diseño de una propuesta técnica y participativa de solución basada en la autoconstrucción de baños secos, con la elaboración de planos, cómputos métricos y cronogramas de avance de obra realizados por los estudiantes de Ingeniería Civil, apoyados en el modelo BIM.

Esta propuesta permitirá contar con un paquete técnico replicable, económicamente viable y adaptado a las condiciones locales, que demuestre la factibilidad de construir soluciones sanitarias sostenibles con participación comunitaria. La integración de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) proporcionará mapas de ubicación y priorización, facilitando la planificación territorial y la toma de decisiones fundamentadas en datos objetivos.

Como resultado transversal, se espera fortalecer las capacidades de los 40 estudiantes universitarios voluntarios involucrados —20 de Ciencias de la Educación y 20 de Ingeniería Civil— en metodologías de investigación aplicada, diagnóstico territorial, trabajo comunitario y diseño de soluciones sostenibles. Esto permitirá articular el rol de la universidad con el entorno, fomentando procesos de aprendizaje experiencial y compromiso social en la formación profesional.

Se espera que la implementación del modelo de emprendimiento comunitario para la mitigación de aguas jabonosas negras mediante baños secos contribuya a reducir los focos de contaminación, mejorar las condiciones de salubridad en las unidades educativas seleccionadas y generar una cultura de gestión ambiental responsable dentro del sistema educativo urbano de Riberalta. Este modelo, validado mediante el análisis estadístico de resultados, podrá ser replicado en otros contextos similares, consolidando una línea de acción efectiva en el marco del emprendimiento social y la innovación comunitaria.

### **Conclusión:**

Representa una apuesta innovadora por enfrentar la crisis sanitaria ambiental en las unidades educativas urbanas de Riberalta, donde más de 22.000 estudiantes

conviven diariamente con sistemas de saneamiento inadecuados. A partir de un enfoque cuantitativo y una lógica de participación comunitaria.

La implantación del proyecto social con Innovación y Conexión busca diseñar una propuesta de emprendimiento social basada en la autoconstrucción de baños secos, adaptados a las condiciones locales y sostenidos por el uso de tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el modelo BIM (Building Information Modeling). Esta estrategia responde no solo a una urgencia ambiental, sino también a una necesidad educativa, social y tecnológica.

Uno de los principales aportes de esta propuesta es su enfoque interdisciplinario, que articula saberes técnicos y pedagógicos mediante la colaboración activa de dos grupos estratégicos: 40 estudiantes voluntarios de la carrera de Ciencias de la Educación, quienes serán responsables de la aplicación, tabulación y análisis de encuestas semiestructuradas.

La generación de evidencia empírica sobre la percepción comunitaria y las prácticas de saneamiento actuales; y 20 estudiantes de Ingeniería Civil, encargados del diseño técnico, planos, cómputos métricos y cronogramas de obra, utilizando herramientas digitales avanzadas para garantizar precisión, eficiencia y planificación en tiempo real.

La articulación fortalece la formación profesional de ambos grupos bajo una lógica de compromiso social universitario, aplicando los conocimientos adquiridos en contextos reales y urgentes.

Asimismo, la integración del SIG permitirá mapear espacialmente las 34 unidades educativas urbanas del municipio, identificar zonas prioritarias de intervención y monitorear el avance del proyecto con base en criterios técnicos y geográficos. Esta dimensión tecnológica otorga al proyecto una capacidad operativa más eficiente y con potencial de escalabilidad, convirtiéndose en un modelo replicable en otros municipios con problemáticas similares.

## Referencias

- Arévalo, M., & Molina, J. (2021). *Gestión comunitaria del agua y saneamiento en zonas rurales de América Latina: Retos y oportunidades*. Revista Latinoamericana de Desarrollo Sostenible, 6(2), 45–59. <https://doi.org/10.15359/rlds.6-2.3>
- Castillo, D. (2019). *Baños secos y su implementación en comunidades rurales: una solución ecológica y económica*. Revista de Tecnología Ambiental, 4(1), 22–30.
- Hernández, S., & Gómez, P. (2020). *Aplicación de herramientas SIG y BIM en proyectos de infraestructura social en contextos rurales*. Revista de Tecnología y Sociedad, 15(3), 67–80.
- Jiménez, A., & Pérez, R. (2018). *Educación ambiental y participación comunitaria en proyectos de saneamiento básico*. Educación y Desarrollo, 12(1), 85–97.
- Naciones Unidas. (2022). *Objetivos de Desarrollo Sostenible: Agua limpia y saneamiento (ODS 6)*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2019). *Directrices sobre el saneamiento y el uso seguro del agua: Sistemas de saneamiento ecológico*. Ginebra: OMS. [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications)
- Vásquez, L., & Salinas, M. (2023). *Innovación educativa y transformación territorial: Casos de autogestión en la Amazonía boliviana*. Cuadernos de Investigación Social, 10(1), 40–58.