

**Proyecto piloto de saneamiento ambiental participativo: evaluación y
tratamiento de aguas residuales y amortiguación de escorrentías en el
municipio de Ovejas – Sucre, a través de la empresa pública AAA S.A E.S.P.**

Trabajo final presentado por:	Harol Velasquez Agamez & Kelly Johana Cuao Sanjuanelo
Programa:	Especialización en Gestión Ambiental
Docente:	Ingeniera Eliana Páez
Fecha:	14/07/2026

Índice de contenidos

Resumen	4
Abstract	5
1. Introducción	7
1.1. Objetivo General	8
1.2. Objetivos Específicos.....	9
1.3. Metodología	10
1.3.1. Identificación y Análisis del Problema.....	10
1.3.2. Planificación de la Solución	10
2. Identificación y descripción un problema al interior de la organización	13
2.1. Descripción de la empresa a intervenir	14
2.1.1. Misión	14
2.1.2. Visión	15
2.1.3. Mapa de procesos	16
2.1.4. Descripción del proceso a intervenir	16
2.1.5. Descripción del problema que presenta el proceso	16
3. Establecimiento de planes de acción para la solución del problema	19

3.1.	Establecimiento de objetivos.....	19
3.2.	Descripción de la solución	20
3.3.	Secuencia de actividades para ejecución de la solución	22
3.4.	Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución	25
4.	Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.....	30
4.1.	Alcance final de la solución.....	30
4.2.	Identificación de responsables de las actividades para ejecución	33
4.3.	Cronograma de ejecución.....	33
4.4.	Presupuesto.....	40
5.	Referencias bibliográficas.....	43

RESUMEN

El presente proyecto de grado aborda la problemática ambiental y sanitaria en el municipio de Ovejas, Sucre, generada por la inexistencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales y amortiguación de escorrentías en la operación de la empresa de servicios públicos A.A.A. S.A. E.S.P. (AAA de Ovejas S.A. E.S.P., 2026). Actualmente, la red de alcantarillado opera únicamente como un sistema de evacuación acelerada, provocando la descarga directa y continua de efluentes domésticos y aguas pluviales no tratadas en fuentes receptoras y laderos del municipio. Esta deficiencia acarrea el incumplimiento de la normativa ambiental de vertimientos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), un incremento en los riesgos de transmisión de enfermedades en la población vulnerada (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2017) y la aceleración de procesos erosivos en los suelos locales.

Bajo el enfoque de Investigación-Acción Participativa (IAP) y un paradigma crítico-social, se formuló una alternativa de solución integral descentralizada basada en tecnologías apropiadas de bajo costo y baja complejidad operativa. La propuesta contempla la unificación estratégica de los puntos de vertimiento críticos identificados en las zonas norte y sur del municipio, e integra un tren de tratamiento conforme a las directrices técnicas del sector (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017), compuesto por: un sistema de captación y pretratamiento (cribado y desarenado), un biodigestor anaerobio compacto, un humedal artificial de flujo subsuperficial vegetado con macrófitos nativos y un tren de pulido. Asimismo, la solución articula Obras de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) y técnicas de bioingeniería (como fascines y gaviones vegetados con pasto Vetiver) para la reducción de la energía cinética de las escorrentías y la estabilización de taludes. El plan se complementa con

un programa de transferencia tecnológica, capacitación operativa para la empresa prestadora y líderes comunitarios, y un esquema de monitoreo analítico trimestral.

Palabras clave: Aguas residuales, escorrentías pluviales, saneamiento descentralizado, humedales artificiales, Investigación-Acción Participativa (IAP), Ovejas - Sucre.

ABSTRACT

This degree project addresses the environmental and public health issues in the municipality of Ovejas, Sucre, caused by the lack of wastewater treatment systems and runoff attenuation within the operations of the public utility company A.A.A. S.A. E.S.P. (AAA de Ovejas S.A. E.S.P., 2026). Currently, the sewage network acts solely as an accelerated evacuation system, resulting in direct, untreated discharges of domestic effluents and stormwater into local water bodies and slopes. This structural deficiency leads to non-compliance with environmental regulations (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), increased health risks for the population (World Health Organization [WHO], 2017), and accelerated soil erosion.

Adopting a Participatory Action Research (PAR) methodology and a critical-social paradigm, a decentralized solution based on low-cost, low-operational-complexity appropriate technologies was formulated. The proposed intervention contemplates the strategic unification of critical discharge points identified in the northern and southern zones of the municipality, featuring a treatment train consistent with national technical regulations (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017) that includes: a capture and pre-treatment unit (screening and sand removal), a compact anaerobic

biodigester, a subsurface flow constructed wetland planted with native macrophytes, and a polishing filter. Additionally, the solution integrates Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) and bioengineering techniques (such as fascines and vegetated gabions with Vetiver grass) to mitigate runoff kinetic energy and stabilize slopes. The proposal is completed by a technology transfer program, operational training for both the utility company staff and community leaders, and a quarterly analytical monitoring protocol.

Keywords: Wastewater, stormwater runoff, decentralized sanitation, constructed wetlands, Participatory Action Research (PAR), Ovejas - Sucre.

1. INTRODUCCIÓN

La falta de gestión de aguas residuales y aguas de escorrentías forman parte de una problema ambiental y sanitaria a nivel global y regional. Los vertimientos sin ningún tipo de tratamiento favorecen la proliferación de microorganismos, alterando la calidad de los cuerpos de aguas, incrementan la carga de nutrientes y sólidos, además de aceleran la erosión del suelo, reduciendo la funcionalidad de cuencas y aumentando la vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos. Como advierte la Organización Mundial de la Salud, “la contaminación del agua sigue siendo una de las principales causas de enfermedades transmisibles en el mundo” (OMS, 2017). En casos con limitaciones técnicas y financieras, la falta de infraestructura y capacidades institucionales impide la implementación de soluciones centralizadas, por lo que se requieren alternativas descentralizadas y participativas ajustadas a las realidades locales. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, “la ausencia de sistemas de saneamiento adecuados incrementa la exposición de poblaciones vulnerables a riesgos sanitarios y ambientales” (CEPAL, 2018).

En Colombia, la normativa y los lineamientos de gestión hídrica exigen minimizar los vertimientos y proteger los recursos, pero su cumplimiento depende de la capacidad técnica y la articulación interinstitucional a nivel municipal. Municipios de sexta categoría en la subregión de los Montes de María, como Ovejas enfrentan brechas en cobertura de saneamiento y en gestión de escorrentías, lo que afecta la salud pública, la producción local y la integridad de ecosistemas ribereños.

En el municipio de Ovejas, Sucre, la empresa prestadora A.A.A S.A. E.S.P., responsable de los servicios de acueducto, aseo y alcantarillado, enfrenta la ausencia de un sistema de tratamiento de aguas residuales y de manejo de escorrentías. Los efluentes domésticos y las aguas pluviales se vierten directamente al medio receptor

sin tratamiento ni controles, generando una corriente continua de aguas negras que contribuye a la contaminación de fuentes hídricas, la erosión de suelos y riesgos sanitarios para la comunidad. Esta situación muestra las brechas en infraestructura, procesos operativos y planificación ambiental que requieren una intervención pronta y coordinada.

Este proyecto adopta un enfoque de investigación-acción para integrar diagnóstico técnico, diseño e implementación de una solución piloto y fortalecimiento institucional y comunitario. La intervención propondrá alternativas tecnológicas apropiadas, además de definir protocolos de operación y mantenimiento, promoviendo la participación de actores locales y autoridades ambientales para garantizar sostenibilidad y cumplimiento normativo.

1.1. OBJETIVO GENERAL

Formular a través de un enfoque de investigación-acción participativo, una solución técnica y de gestión para el tratamiento de aguas residuales y el manejo de escorrentías en el municipio de Ovejas, Sucre, que reduzca la contaminación del medio receptor, mitigue la erosión y fortalezca las capacidades institucionales y comunitarias para asegurar la sostenibilidad del servicio.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de las aguas residuales y las escorrentías en Ovejas: identificar fuentes y puntos de vertido, mapear áreas afectadas por erosión.
- Evaluar las causas institucionales, técnicas y socioeconómicas que han impedido la implementación de un sistema de tratamiento adecuado.
- Seleccionar y diseñar alternativas tecnológicas apropiadas al contexto local y al presupuesto disponible.
- Formular un modelo piloto de tratamiento de aguas residuales y manejo de escorrentías en al menos un punto crítico del municipio.
- Desarrollar e implementar un plan de fortalecimiento institucional y capacitación para el personal de A.A.A ESP S.A. y la comunidad, incluyendo manuales y protocolos de operación y mantenimiento.
- Formular recomendaciones y una hoja de ruta para la escalabilidad y sostenibilidad de la solución a nivel municipal, con estimaciones de costos y posibles fuentes de financiamiento.

1.3. METODOLOGÍA

El desarrollo del presente proyecto de aplicación se inscribe bajo el paradigma crítico-social y adopta el método de la Investigación-Acción Participativa (IAP), fundamentado en la premisa de que el conocimiento se construye para transformar realidades específicas mediante la praxis coordinada de los actores involucrados. En el campo de la gestión ambiental y el saneamiento básico, este enfoque metodológico rompe la dicotomía tradicional entre el investigador externo y el objeto de estudio, posicionando a los profesionales en formación como facilitadores técnicos y a los miembros de la organización intervenida junto con la comunidad como coinvestigadores activos.

Para garantizar la rigurosidad del proceso dentro del marco corporativo y territorial, la investigación se estructuró de manera sistemática en tres fases operativas correlacionales: la primera enfocada en el diagnóstico técnico-institucional de la problemática hídrica; la segunda orientada al co-diseño e ingeniería de la alternativa de solución; y la tercera destinada a la estructuración de la viabilidad logística, financiera y de transferencia de capacidades para asegurar la sostenibilidad del sistema.

1.3.1. Identificación y Análisis del Problema

La primera etapa metodológica se concentró en la delimitación analítica de la problemática ambiental derivada de la ausencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales y control de escorrentías. Para el desarrollo de este diagnóstico integral, se implementó un enfoque mixto que combinó el levantamiento de información técnica secundaria y la caracterización participativa en campo. El método de diagnóstico se estructuró a partir de tres herramientas fundamentales: en primer lugar, se realizó una auditoría documental de los procesos operativos, planes de contingencia y coberturas

de la empresa A.A.A S.A. E.S.P., contrastando su estado actual frente a los requerimientos de la normativa ambiental colombiana y los estándares del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

En segundo lugar, se llevaron a cabo recorridos de reconocimiento territorial con el acompañamiento de operarios de la empresa y líderes comunitarios, utilizando fichas de observación técnica y sistemas de georreferenciación (GPS) para el mapeo de los puntos críticos de vertimiento directo los cuales se hallaron cinco puntos críticos, los puntos se dividen: sur, dos puntos los cuales se integran el ambiente y norte, tres puntos, donde dos puntos se encuentran y uno vierte de manera solitaria. Además de las zonas con alta vulnerabilidad a la erosión hídrica superficial. Finalmente, se integró el componente social mediante cartografía social y talleres de diálogo semiestructurado con los habitantes directamente afectados, permitiendo consolidar una matriz de priorización que vincula de manera directa las causas operacionales de la organización con los efectos socioambientales identificados en el municipio.

1.3.2. Planificación de la Solución

La segunda etapa metodológica comprendió la estructuración de la propuesta de intervención técnica y de gestión, orientada a mitigar los impactos evaluados en la fase diagnóstica. Este proceso de planificación se fundamentó en la ingeniería conceptual de tecnologías apropiadas de saneamiento descentralizado, seleccionadas bajo criterios de viabilidad económica, adaptabilidad topográfica y facilidad en la operación local. La toma de decisiones para el diseño de la alternativa se realizó mediante sesiones de co-diseño técnico entre el equipo investigador y el personal técnico de la empresa A.A.A S.A. E.S.P., asegurando que los protocolos de

operación y mantenimiento propuestos estuvieran alineados con las capacidades reales de la organización.

La secuencia de planificación abarcó el dimensionamiento de las unidades piloto de tratamiento (como humedales artificiales, tanques Imhoff o sistemas de filtración biológica) y el diseño de obras de biomecánica o sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) para el control de las escorrentías pluviales. Asimismo, en esta fase se diseñó el programa de fortalecimiento institucional y transferencia tecnológica, proyectando los módulos de capacitación y las guías de estandarización de procesos que la empresa prestadora requiere para internalizar la solución y garantizar el cumplimiento normativo a largo plazo.

2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN UN PROBLEMA AL INTERIOR DE LA ORGANIZACIÓN

El contexto de la gestión ambiental contemporánea exige que las organizaciones prestadoras de servicios públicos domiciliarios vinculen los planes de saneamiento y manejo de vertimientos (PSMV) con la realidad operativa de la empresa de los servicios ecosistémicos y la normatividad ambiental vigente. En Colombia, el rezago en la infraestructura de saneamiento básico en municipios de categorías quinta y sexta representa no solo un desafío técnico para las empresas operadoras, sino una fuente crítica de pasivos ambientales que vulnera la seguridad hídrica y la salud pública de los territorios. La evaluación del desempeño ambiental de estas organizaciones permite identificar brechas críticas donde la planeación institucional ha fallado en responder al crecimiento demográfico y a las dinámicas del cambio climático, requiriendo intervenciones metodológicas que transformen sus procesos misionales desde el interior de su estructura corporativa.

El presente proyecto de intervención se enfoca de manera directa en el área de operaciones y gestión ambiental de la empresa A.A.A S.A. E.S.P., entidad responsable del ciclo de saneamiento en el municipio de Ovejas, Sucre. El análisis se centra en la ruptura del proceso de recolección y disposición final de aguas del sistema, donde la infraestructura actual funciona únicamente como un mecanismo de transporte o evacuación de efluentes domésticos y pluviales, omitiendo la fase obligatoria de depuración. Esta deficiencia estructural genera un escenario de vertimiento directo y continuo de aguas residuales sin tratar sobre los cuerpos receptores locales y el suelo urbano, desencadenando procesos severos de degradación biótica, aceleración de la erosión hídrica en laderas y una exposición permanente de la población a vectores de enfermedades de transmisión hídrica. La

problemática refleja una desarticulación entre la planificación técnica de la empresa, la asignación de recursos de inversión y las exigencias de los instrumentos de control de la autoridad ambiental competente.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA A INTERVENIR

A.A.A. S.A. E.S.P. Ovejas es la empresa municipal encargada de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en el municipio de Ovejas, Sucre, Colombia. Constituida como sociedad anónima bajo el régimen E.S.P. Su función principal es garantizar el acceso a agua potable, la recolección, disposición de aguas residuales y el manejo integral de residuos sólidos en la zona.

La empresa opera bajo la normativa nacional de servicios públicos Ley 142 de 1994 y normas complementarias, además se encuentra supervisada por entidades como la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA). Su estructura organizativa está diseñada para cumplir con los requisitos técnicos, operativos y financieros que exige el Estado en la prestación de servicios públicos, con el objetivo de asegurar calidad, sostenibilidad y protección ambiental en el municipio.

2.1.1. Misión

En la empresa municipal de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de ovejas S.A. E.S.P. “AAA DE OVEJAS S.A. E.S.P” se adopta la siguiente misión tendiendo el fortalecimiento y modernización de la empresa:

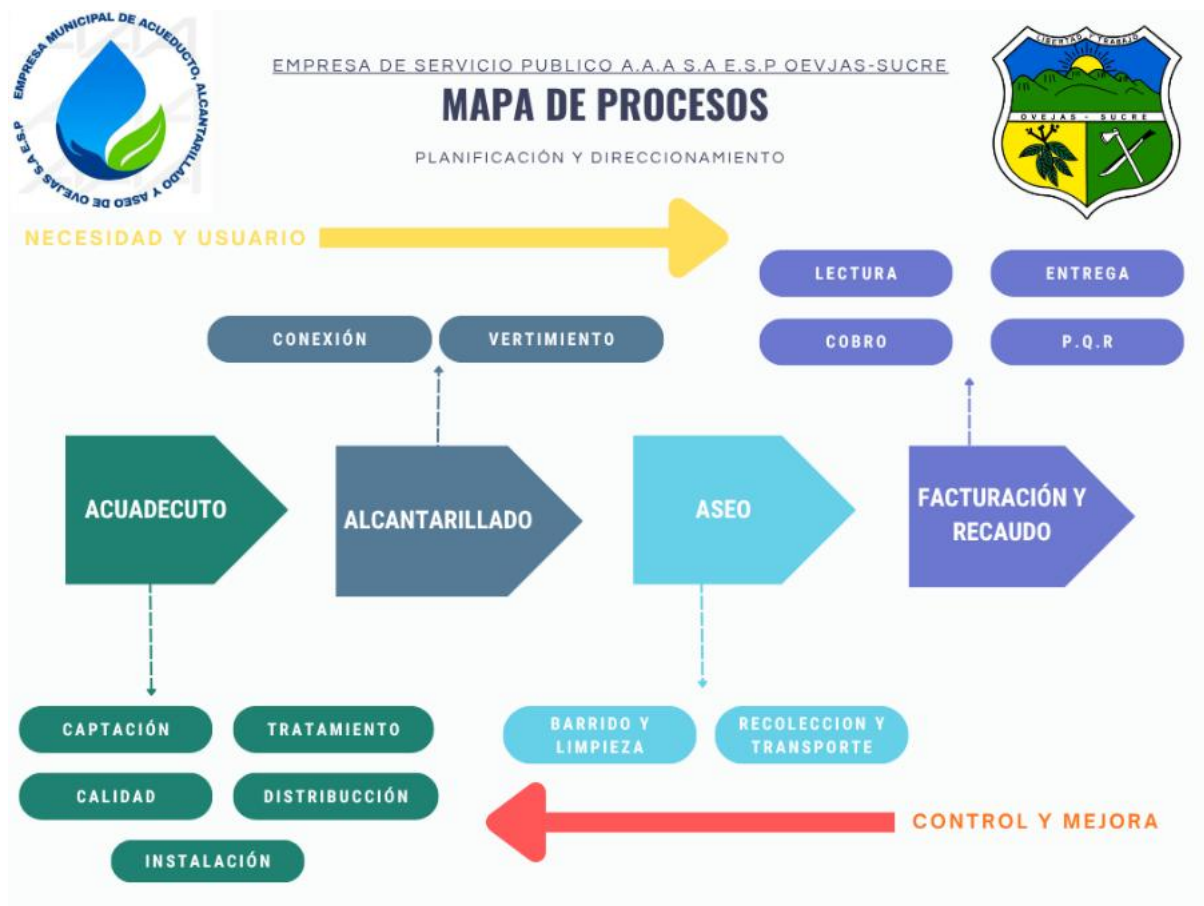
“proveer los servicios de agua potable y saneamiento básico, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad y eficiencia empresarial definido para el sector y la normatividad ambiental vigente.” (aaaovejas, 2026).

2.1.2. Visión

En la empresa municipal de acueducto, alcantarillado y aseo del municipio de ovejas S.A. E.S.P. “AAA DE OVEJAS S.A. E.S.P.” se adopta la siguiente visión a fin de concretar una positiva proyección de la empresa:

“ser una empresa competitiva en la prestación de los servicios públicos domiciliarios y que, mediante satisfacción de sus usuarios, se convierta en el año 2027, en la mejor empresa de la región y proyectándose al cubrimiento de otros municipios.” (aaaovejas, 2026).

2.1.3. Mapa de procesos



Mapa general de procesos AAA S.A E.S.P OVEJAS, SUCRE.

2.1.4. Descripción del proceso a intervenir

El proceso objeto de intervención dentro de la estructura de la empresa A.A.A S.A. E.S.P. corresponde al proceso de alcantarillado, donde no se visualiza el Subproceso de Disposición Final de Aguas Residuales y Manejo Pluvial, el cual forma parte del macroproceso misional de Operación de Servicios de Alcantarillado, de acuerdo con los lineamientos del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS (Resolución 0330 de 2017), el servicio público de alcantarillado no se limita a la recolección y transporte de los efluentes, sino que abarca de manera

obligatoria el tratamiento y la disposición segura en un cuerpo receptor (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

En condiciones operativas estándar, este proceso inicia en las redes de recolección domiciliaria y los colectores de escorrentía pluvial, encargados de captar las aguas para conducir las de manera técnica hacia una Estación de Depuración o Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). En esta infraestructura se deben aplicar tratamientos físicos, químicos o biológicos regulados por el Decreto 1076 de 2015, con el fin de remover la carga orgánica, los sólidos suspendidos y los nutrientes antes de que el recurso hídrico sea devuelto al medio ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015). La intervención de este subproceso busca corregir la desconexión existente entre la fase de recolección y la fase de vertimiento final dentro de la empresa.

2.1.5. Descripción del problema que presenta el proceso

El problema central del proceso radica en una ruptura absoluta en la fase final del ciclo de saneamiento, caracterizada por la inexistencia total de infraestructura de tratamiento para las aguas residuales domésticas y de sistemas técnicos de control para las escorrentías pluviales. Actualmente, la red de alcantarillado operada por A.A.A S.A. E.S.P. actúa únicamente como un canal de evacuación acelerada. Esto provoca que un caudal continuo de aguas negras y flujos pluviales sea vertido de manera directa y sin ningún tipo de pretratamiento sobre los suelos y microcuencas del municipio de Ovejas, Sucre.

Esta deficiencia genera un impacto ambiental severo en dos dimensiones críticas:

- Contaminación hídrica y sanitaria: Los vertimientos crudos violan de forma directa los límites máximos permisibles establecidos en la Resolución 0631 de 2015, alterando los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y coliformes fecales en las fuentes receptoras, lo que incrementa el riesgo de enfermedades de transmisión hídrica en la población (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).
- Degradación del suelo por escorrentías: La falta de la amortiguación de las aguas de lluvia generan flujos superficiales con alta energía cinética. Y, al no haber obras de drenaje sostenible, estas corrientes aceleran de forma drástica la erosión hídrica y la pérdida de estabilidad de los taludes en las zonas periféricas del municipio, amenazando las infraestructuras físicas y la seguridad comunitaria.

3. ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE ACCIÓN PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La formulación del plan de acción se concibe bajo un enfoque integrado de gestión ambiental que busca transformar las debilidades operativas de la empresa A.A.A S.A. E.S.P. en capacidades técnicas instaladas. Para solucionar de raíz la problemática descrita, la estrategia no propone solo la formulación de un diseño convencional y centralizado de altísimo costo, sino que se fundamenta en la implementación de Tecnologías Apropriadas de Saneamiento Descentralizado y Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Estas alternativas permiten mitigar de forma inmediata los impactos ambientales en los puntos de vertimiento más críticos (*ver figura 1, anexos*), cumpliendo simultáneamente con los objetivos de participación social que exige la metodología de Investigación-Acción Participativa (IAP).

3.1. ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

- **Objetivo General del Plan de Acción:** Implementar un sistema piloto descentralizado para el tratamiento de aguas residuales y la amortiguación de escorrentías pluviales en un punto crítico del municipio de Ovejas, Sucre, asegurando la adopción operativa por parte de la empresa A.A.A S.A. E.S.P. y la comunidad vecina.
- **Objetivo Técnico:** Reducir la carga contaminante del vertimiento piloto (medida en DBO₅ y Sólidos Suspendidos Totales) en un porcentaje alineado con los requerimientos de la Resolución 0631 de 2015 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

- **Objetivo de Gestión Ambiental:** Disminuir la velocidad y el volumen de las escorrentías superficiales en la zona de intervención mediante obras biomecánicas para frenar los procesos erosivos activos en los taludes.
- **Objetivo Social e Institucional:** Desarrollar competencias técnicas en el 100% de los operarios de la empresa y capacitar a los líderes comunitarios en el mantenimiento autónomo del sistema piloto.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución plantea la implementación de un sistema piloto descentralizado e integrado para el tratamiento de aguas residuales domésticas y la gestión de escorrentías pluviales en los diferentes puntos críticos del municipio de Ovejas. El diseño prioriza tecnologías apropiadas, bajo costo operativo, fácil operación y mantenimiento por parte del operador municipal A.A.A S.A. E.S.P. y la comunidad, además del cumplimiento progresivo de los estándares de calidad de vertimiento. Cabe destacar que el sistema se debe complementar con la unificación de: dos puntos de vertimientos zona sur y tres puntos de vertimiento zona norte. Los componentes principales y su función son los siguientes:

- **Captación y pretratamiento:** Rejillas y cámara de desarenado simple en el punto de entrada, para retener sólidos gruesos, arenas y material flotante; incluyen una caja de inspección que permite separación manual y retiro periódico de residuos. Este pretratamiento protege las etapas posteriores y reduce cargas de funcionamiento.
- **Tratamiento biológico descentralizado:** Sistema de humedales artificiales en flujo subsuperficial combinado con un módulo de biodigestor compactos, el

cual se basa en un reactor anaerobio de baja complejidad. El biodigestor reduce materia orgánica y patógenos en primera etapa; el efluente pasa a humedales vegetados que completan la eliminación de DBO5, sólidos suspendidos y coliformes mediante procesos naturales físicos, químicos y biológicos. El conjunto está dimensionado para poblaciones pequeñas y permite operación sencilla.

- **Tratamiento final y disposición segura:** Tren de pulido, constituye un filtro de arena o cama de grava y zona de infiltración o vertimiento a receptor controlado conforme a límites normativos. En caso de que el cuerpo receptor no cumpla condiciones, se propone una zona de infiltración mejorada o reutilización restringida para riego no alimentario, reduciendo descarga directa.
- **Gestión de escorrentías y control de erosión:** Obras de drenaje sostenible, como zanjas de infiltración, cunetas vegetadas y almohadillas de retardo; pequeños estanques de retención en los taludes y zonas periféricas. Se incorporan obras bioingenieriles, como: fascines, gaviones vegetados y cobertura con especies nativas, con el fin de estabilizar taludes y reducir velocidad de los flujos superficiales, mitigando la erosión hídrica.
 - **Monitoreo y control operativo:** Programa sencillo de monitoreo con parámetros clave.
 - **Frecuencia de medición:** DBO5, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales en el efluente tratado cada 3 meses inicialmente y control visual semanal de pretratamientos, nivel del biodigestor y estado de las zonas vegetadas. Registros simples en formatos impresos y digitalizados permitirán seguimiento por la empresa y la comunidad.

- **Capacitación y participación comunitaria:** Formación práctica para el 100% de los operarios de A.A.A S.A. E.S.P. en operación y mantenimiento, y talleres para líderes comunitarios sobre operación básica, identificación de fallas y actividades de limpieza. Se establece un protocolo de acción comunitaria para la recolección y disposición de residuos sólidos que lleguen a la red.
- **Plan de operación y mantenimiento (O&M):** Manual operativo con tareas periódicas (diarias, semanales, mensuales y anuales), responsables asignados, lista de insumos críticos y presupuesto operacional estimado bajo criterios de economía local. Incluye procedimiento para manejo de lodos del biodigestor y disposición segura.

3.3. SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA EJECUCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La secuencia se dividió en fases, para optimizar y mejorar el plan de acción de las actividades.

Fase 1: Preparación y planificación (Mes 1)

- Inspección de campo y verificación topográfica del punto crítico.
- Caracterización hídrica y sanitaria: muestreo inicial de influente (DBO5, SST, coliformes) y caudales base/tormenta.
- Selección del emplazamiento definitivo y estudio de impacto mínimo (invasión de zonas sensibles).
- Diseño participativo con líderes comunales y operarios de A.A.A S.A. E.S.P., revisión de alternativas técnicas.
- Permisos y autorizaciones locales; validación con normativas aplicables.
- Preparación del plan de compras y contratación de mano de obra.

Fase 2: Movilización y obra civil inicial (Mes 2)

- Adecuación del terreno: desbroce localizado, nivelación y senderos de acceso.
- Construcción de cámaras de pretratamiento; rejillas, desarenador y cajas de inspección.
- Excavación e instalación de la base para biodigestor y humedales (canales o vasas).
- Trabajos iniciales de drenaje y control para evitar intrusión de escorrentía durante la obra.

Fase 3: Montaje de sistemas de tratamiento (Meses 2–4)

- Montaje e instalación del biodigestor (reactor anaerobio compacto), sellos y tuberías de interconexión.
- Construcción de humedal subsuperficial: camas de grava, geotextil, tuberías difusoras y plantación de macrófitos nativos.
- Instalación del tren de pulido (filtro de arena o cama de grava) y zona de infiltración o salida controlada.
- Construcción de zanjas de infiltración, cunetas vegetadas y pequeños estanques de retención en puntos críticos.
- Obras bioingenieriles en taludes: colocación de fascines, gaviones vegetados y siembra de cobertura vegetal.

Fase 4: Conexiones, pruebas hidráulicas y sellado (Mes 4–5)

- Conexión de la red de colectores al sistema de pretratamiento.
- Pruebas hidrostáticas y verificación de estanqueidad en biodigestor y tuberías.

- Verificación de pendientes y flujo hacia humedal; ajuste de válvulas y vertederos.
- Ensayos de carga con caudal controlado para validar tiempos de retención.

Fase 5: Puesta en marcha y ajuste operativo (Mes 5)

- Arranque del biodigestor con carga inicial controlada (fase de inoculación si aplica).
- Seguimiento y ajuste del régimen de riego del humedal; control de vegetación.
- Primera campaña analítica de seguimiento (comparativa influente/efluente).

Fase 6: Capacitación, entrega de manuales y formalización O&M (Mes 5–6)

- Capacitación práctica a operarios de A.A.A S.A. E.S.P. (operación diaria, mantenimiento rutinario, seguridad).
- Talleres con líderes comunitarios sobre mantenimiento básico y vigilancia ciudadana.
- Entrega del manual de operación y mantenimiento, formatos de registro y plan de contingencia.
- Firma de compromisos operativos entre la empresa y la comunidad (roles y frecuencias de actividad).

Fase 7: Monitoreo, evaluación y ajustes (Meses 6–9)

- Monitoreo trimestral de parámetros clave (DBO5, SST, coliformes) y registros operativos.
- Inspecciones post-lluvia y verificación de estabilidad de obras SUDS.
- Ajustes operativos según resultados y elaboración de informe técnico final con recomendaciones de escalamiento.

3.4. DESCRIPCIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La implementación viable y sostenible del sistema piloto descentralizado en el municipio de Ovejas requiere de la articulación sinérgica de diversas tipologías de recursos. Dado que el proyecto adopta el paradigma crítico-social a través de la Investigación-Acción Participativa (IAP), la estimación de requerimientos no se limita exclusivamente a componentes de infraestructura física, sino que integra recursos humanos comunitarios, institucionales y tecnológicos.

A continuación, se detallan y clasifican los recursos indispensables para garantizar el cumplimiento de las fases de planificación, obra civil, puesta en marcha, capacitación y monitoreo del sistema piloto.

Recursos Humanos y de Gestión Social

La fuerza laboral y el equipo de gestión constituyen la columna vertebral del proyecto, facilitando la transferencia de capacidades hacia la empresa prestadora A.A.A S.A. E.S.P. y la comunidad coinvestigadora.

Rol / Perfil	Función Principal en el Proyecto	Dedicación / Fase

Ingeniero(a) Ambiental / Sanitario (Equipo Investigador)	Dirección técnica, dimensionamiento hidráulico del sistema (biodigestor y humedales), diseño de SUDS y coordinación de pruebas de tratabilidad.	Fases 1 a 7 (Permanente)
Profesional Social / Facilitador IAP	Coordinación de talleres de cartografía social, co-diseño con líderes comunitarios y mediación de los acuerdos operativos empresa-comunidad.	Fases 1, 3, 6 y 7
Personal Técnico y Operativo de A.A.A S.A. E.S.P.	Acompañamiento en levantamiento de campo, operación de válvulas, pruebas hidráulicas e internalización del plan de O&M.	Fases 2, 4, 5 y 6
Mano de Obra Local (Oficial y Auxiliares de Construcción)	Excavación, adecuación de terreno, ensamble de obras bioingenieriles y construcción de cámaras de pretratamiento.	Fases 2 y 3

Comunidad Coinvestigadora (Líderes y Vecinos)	Apoyo en jornadas de reforestación con especies nativas, conformación de comités de vigilancia y veeduría del piloto.	Fases 1, 3, 6 y 7
---	---	-------------------

Recursos Materiales y de Infraestructura Física

Esta categoría abarca los insumos requeridos para la construcción de la alternativa tecnológica, dividida en sus cuatro frentes de obra principales: pretratamiento, sistema biológico, tren de pulido y obras biomecánicas/SUDS.

A. Materiales para Pretratamiento y Tratamiento Biológico (Humedales y Biodigestor)

- Biodigestor anaerobio de flujo ascendente (capacidad piloto de 3,000 a 5,000 L): Tanque de polietileno de alta densidad (PEAD) de doble pared con sus respectivos accesorios de conexión, tuberías de purga de lodos y salida de gases.
- **Grava y gravilla clasificada:** Material de soporte para el humedal artificial de flujo subsuperficial, dispuesto en tres granulometrías diferentes (piedra media, grava fina y arena gruesa para el tren de pulido).
- **Geotextil no tejido (mínimo Clase 1):** Para impermeabilización del humedal y separación de capas de suelo, evitando la colmatación por intrusión de finos.

- **Material vegetal (Macrófitos):** Plántulas nativas con alta capacidad de fitorremediación, tales como la Totorá (*Typha domingensis*) o el Junco (*Scirpus californicus*), recolectadas o adaptadas al contexto ecosistémico de los Montes de María.
- **Materiales de construcción convencional:** Cemento estructural, arena de río, ladrillo común o bloques, y varillas de acero para el vaciado de las cámaras de cribado y desarenado.

B. Materiales para Gestión de Escorrentías y Control de Erosión (SUDS y Bioingeniería)

- Fascines de madera y estacas vivas: Rollos de ramas atadas para la estabilización de taludes críticos erosionados.
- Malla para gaviones (triple torsión): Alambre galvanizado para la conformación de los gaviones vegetados en las zonas de laderas propensas a deslizamientos por escorrentía.
- Semillas y material vegetal de cobertura: Especies de enraizamiento profundo (como el pasto Vetiver - *Chrysopogon zizanioides*) para la revegetación activa de las zonas perimetrales al punto de vertimiento.

Recursos Tecnológicos, Instrumentales y de Monitoreo

La validación técnica del piloto y el cumplimiento de los estándares de la Resolución 0631 de 2015 exigen herramientas de medición cuantitativa y cualitativa.

- **Equipo de Geoposicionamiento (GPS de precisión):** Empleado en el mapeo inicial de los puntos críticos y el trazado topográfico de las líneas de escorrentía.

- **Kit portátil de medición de calidad de agua:** Para el control operativo diario/semanal por parte del personal de A.A.A. (medición *in situ* de pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto y Temperatura).
- **Análisis fisicoquímicos y microbiológicos de laboratorio:** Presupuesto asignado para la contratación de un laboratorio acreditado por el IDEAM que realice la caracterización analítica trimestral (parámetros de control: DBO_5, Sólidos Suspendidos Totales - SST, y Coliformes Fecales).
- **Herramientas de software:** Software de modelamiento hidráulico y SIG (Sistemas de Información Geográfica como QGIS) para la digitalización de la cartografía y el diseño conceptual de los sistemas de drenaje.

Recursos Logísticos, de Capacitación y Material Didáctico

Para viabilizar la fase de transferencia tecnológica y sostenibilidad de la IAP, es necesario contar con insumos que faciliten la pedagogía comunitaria y el entrenamiento del personal operativo.

- **Manual de Operación y Mantenimiento (O&M):** Documento técnico editado e impreso en formato didáctico (cartilla técnica e infografías plastificadas para estación de trabajo) adaptado al lenguaje de los operarios locales.
- **Formatos de registro de bitácora:** Hojas de control diario para el registro del volumen de lodos, limpieza de rejillas y estado de la vegetación del humedal.
- **Insumos para talleres participativos:** Materiales de papelería (papel Kraft, marcadores, cartulinas) para las sesiones de cartografía social y co-diseño con la comunidad de Ovejas.

4. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA SOLUCIÓN, PARTES INTERESADAS, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTOS.

La implementación de un sistema piloto descentralizado para tratamiento de aguas residuales domésticas y gestión de escorrentías en el municipio de Ovejas, Sucre. El piloto unifica cuatro puntos de vertimiento en zona sur y cuatro en zona norte, dejando uno libre en zona norte, debido a su localización (*Ver figura 1, anexos*) e incluye pretratamiento, biodigestor anaerobio compacto (3–5 m³), humedal artificial subsuperficial, tren de pulido o zona de infiltración mejorada, obras SUDS y bioingeniería para control de erosión, monitoreo operativo y programa de transferencia tecnológica a la A.A.A S.A. E.S.P. y la comunidad. Además de los reportes y acciones como: diseño detallado, manual O&M, capacitación certificada, registros de monitoreo y reporte técnico final con recomendaciones de escalamiento.

4.1. ALCANCE FINAL DE LA SOLUCIÓN

Alcance geográfico y geológico

- **Área de intervención:** Puntos críticos seleccionados en Ovejas, Sucre, con un alcance operativo que incluye la unificación de cuatro puntos de vertimiento en zona sur, cuatro puntos de vertimiento en zona norte y uno de la zona norte libre (*Ver figura 1, anexos*), con conexión al sistema piloto centralizado dentro del sitio seleccionado, el área total aproximada se basará el levantamiento topográfico definitivo.

- **Límite del proyecto:** Obras y actividades dentro de las parcelas y servidumbres definidas y 50 m aguas arriba y aguas abajo del punto de descarga para control de impactos y estabilización de taludes.

Alcance técnico y funcional

Se evalúa a través de tres ítems que son: Diseño, suministro, construcción e implementación, de la siguiente forma:

- **Sistema de captación y pretratamiento:** rejillas, cámara de desarenado, caja de inspección y canales de conexión.
- Biodigestor anaerobio compacto (3 000–5 000 L) con accesorios como: ventilación, tuberías de purga, válvulas de muestreo, sello de estanqueidad.
- Humedal artificial de flujo subsuperficial dimensionado para el caudal medio estimado, agregando camas de grava en tres granulometrías, geotextil, tuberías difusoras y plantación de macrófitos nativos.
- **Tren de pulido:** filtro de arena o cama de grava y zona de infiltración mejorada o sistema de vertimiento controlado según receptor.
- **Obras SUDS y bioingeniería:** zanjas de infiltración, cunetas vegetadas, estanques de retención pequeños, fascines, gaviones vegetados y revegetación con especies nativas (incluido Vetiver para estabilización).
- **Infraestructura complementaria:** caminos de acceso, senderos de mantenimiento, cercas perimetrales y señalización de seguridad.

Implementación de sistema de monitoreo operativo:

- Equipos portátiles (pH, conductividad, OD, temperatura), logística de muestreo y contratación de análisis trimestrales (DBO5, SST, coliformes fecales) en laboratorio acreditado.

- Registros físicos y digitalizados (bitácoras O&M).

Capacitación y transferencia tecnológica:

- Formación práctica al 100% de operarios de A.A.A S.A. E.S.P. y talleres para líderes comunitarios.
- Entrega de manual O&M, formatos de registro y procedimientos de contingencia.

Plan de gestión ambiental y SST:

- Plan de manejo de residuos generados en obra, plan de control de polvo y ruido, Programa de Salud Ocupacional adaptado (EPP, ergonomía, procedimientos de trabajo seguro para operación en biodigestores y manejo de lodos).

Documentos finales:

- Informe técnico final, protocolos de muestreo, estudio de desempeño comparativo influente/efluente, acta de compromisos operativos entre empresa y comunidad.

Exclusiones

- Construcción de colectores principales urbanos fuera del radio definido.
- Tratamiento para reutilización potable ni procesos avanzado de desinfección ultravioleta a escala superior.
- Gastos operativos indefinidos post-entrega.
- Estudios arqueológicos o permisos ambientales de alcance regional que no correspondan a la obra local, se deberán gestionar según lo requerido.

Criterios de aceptación y entregables

- Cumplimiento de eficiencia mínima de reducción de DBO5 y SST definida para el piloto en concordancia con la Resolución 0631 de 2015 o mejoras progresivas acordadas con la autoridad ambiental.
- Entrega de manual O&M y capacitación certificada (lista de asistencia y actas prácticas).
- Protocolos de monitoreo implementados y primeros tres meses de registros operativos completos.
- Informe técnico final con recomendaciones de escalamiento, análisis de costos-beneficios y plan de gestión de lodos.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABLES DE LAS ACTIVIDADES PARA EJECUCIÓN

Las principales estructuras y organización del proyecto se presentarán en la siguiente tabla

Actividad / componente	Responsable	Aprobador	Consultado	Informado
Diseño técnico detallado del sistema	Equipo técnico principal	Coordinación general del proyecto	A.A.A S.A. E.S.P., gestor social	Comunidad
Levantamiento topográfico y muestreo inicial	Equipo técnico / apoyo topográfico	Coordinación general del proyecto	A.A.A S.A. E.S.P.	Comunidad

Gestión de permisos y autorizaciones	Coordinación general del proyecto	Gerencia A.A.A S.A. E.S.P.	Equipo técnico, autoridad competente	Comunidad
Elaboración del plan de compras y contratación	Coordinación general del proyecto	Gerencia A.A.A S.A. E.S.P.	Equipo técnico	Contratistas
Suministro de biodigestor, geotextil y accesorios	Proveedor especializado	Coordinación general del proyecto	Equipo técnico	Contratista de obra
Construcción de cámaras de pretratamiento	Contratista de obra civil	Coordinación general del proyecto	Equipo técnico	A.A.A S.A. E.S.P.
Instalación del biodigestor y tuberías	Contratista de obra civil / equipo técnico	Coordinación general del proyecto	Proveedor especializado	A.A.A S.A. E.S.P.
Construcción del humedal artificial	Contratista de obra / apoyo técnico ambiental	Coordinación general del proyecto	Biólogo o ingeniero forestal	Comunidad
Construcción del tren de pulido y zona de infiltración	Contratista de obra civil	Coordinación general del proyecto	Equipo técnico	Comunidad

Implementación de obras SUDS y bioingeniería	Especialista SUDS / contratista	Coordinación general del proyecto	Equipo técnico, gestor social	Comunidad
Verificación de seguridad y condiciones SST en obra	Profesional SST	Coordinación general del proyecto	Contratista, equipo técnico	Gerencia A.A.A
Puesta en marcha y pruebas hidráulicas	Equipo técnico principal	Coordinación general del proyecto	Operarios A.A.A S.A. E.S.P.	Comunidad
Capacitación a operarios y líderes comunitarios	Gestor social / equipo técnico	Gerencia A.A.A S.A. E.S.P.	Líderes comunitarios	Comunidad
Monitoreo de calidad de agua y operación	Operarios A.A.A S.A. E.S.P. / laboratorio acreditado	Coordinación general del proyecto	Equipo técnico	Autoridad ambiental, comunidad
Gestión de lodos y disposición segura	Operarios A.A.A S.A. E.S.P.	Coordinación general del proyecto	Equipo técnico, autoridad ambiental	Comunidad

Selección del emplazamiento definitivo	X									
Diseño participativo con comunidad y operarios	X									
Permisos y plan de compras	X									
Fase 2. Movilización y obra civil inicial		X								
Adecuación del terreno y accesos		X								
Construcción de cámaras de pretratamiento		X								
Excavación e instalación de bases		X								
Fase 3. Montaje de sistemas de tratamiento		X	X	X						

Instalación del biodigestor		X	X							
Construcción del humedal subsuperficial		X	X	X						
Instalación del tren de pulido			X	X						
Obras SUDS y bioingeniería		X	X	X						
Fase 4. Conexiones y pruebas hidráulicas				X	X					
Conexión de colectores				X						
Pruebas hidrostáticas y estanqueidad				X	X					
Ensayos de carga y verificación de pendientes					X					
Fase 5. Puesta en marcha y ajuste operativo					X					

Arranque del biodigestor					X					
Seguimiento inicial del humedal					X					
Primera campaña analítica					X	X				
Fase 6. Capacitación y formalización O&M					X	X				
Capacitación a operarios					X	X				
Talleres con líderes comunitarios					X	X				
Entrega de manuales y formatos						X				
Fase 7. Monitoreo, evaluación y ajustes						X	X	X	X	X

Monitoreo trimestral						X		X		X
Inspecciones post-lluvia						X	X	X	X	X
Informe técnico final									X	X

4.4. PRESUPUESTO

El presupuesto presentado a continuación corresponde a un estimado referencial para la ejecución del sistema piloto. Los valores pueden variar según cotizaciones locales, condiciones del terreno, disponibilidad de materiales, costos de transporte y ajustes técnicos derivados del diseño definitivo.

Tabla 2. Presupuesto.

Rubro	Descripción	Valor estimado (COP)
Estudios, diseño y permisos	Levantamiento topográfico, caracterización inicial, diseño técnico y gestión de permisos	20.000.000 – 40.000.000
Suministro de equipos principales	Biodigestor, rejillas, tuberías, válvulas, geotextil y accesorios	40.000.000 – 80.000.000

Materiales para humedal y tren de pulido	Grava, arena, sustratos, geotextil y macrófitos nativas	8.000.000 – 18.000.000
Obra civil y montaje	Excavación, construcción de cámaras, instalación y ajustes estructurales	18.000.000 – 35.000.000
Obras SUDS y bioingeniería	Zanjas de infiltración, cunetas vegetadas, gaviones vegetados, revegetación y estabilización de taludes	6.000.000 – 15.000.000
Logística, accesos y SST	Señalización, dotación EPP, control ambiental en obra y medidas de seguridad	3.000.000 – 7.000.000
Recurso Humano y Personal Técnico	Honorarios de Ing. Ambiental (director), Ing. Civil (Residente), Biólogo (Humedales), Inspector SST y Maestro/Cuadrilla de obra (Estimado 3-4 meses)	35.000.000 – 62.000.000
Monitoreo y análisis de laboratorio	Muestreos trimestrales, análisis de DBO5, SST y coliformes fecales	4.000.000 – 8.000.000
Capacitación y transferencia tecnológica	Talleres comunitarios, formación a operarios, manuales y material didáctico	2.500.000 – 6.000.000
Contingencias y gestión	Reserva para imprevistos técnicos y ajustes de ejecución	7.000.000 – 15.000.000

Total, estimado		143.500.000 – 286.000.000
------------------------	--	--------------------------------------

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Nacional de Contratación Pública - Colombia Compra Eficiente. (s. f.). *Guías y documentos para estructuración y ejecución de proyectos*.

<https://www.colombiacompra.gov.co>

Alcaldía de Barranquilla. (2024, 17 julio). *Con nuevo sistema de alcantarillado, Alcaldía y Triple A mejoran la calidad de vida en La Cangrejera*.

<https://barranquilla.gov.co/mi-barranquilla/nuevo-sistema-alcantarillado-alcaldia-triple-a-calidad-de-vida-la-cangrejera>

American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7.^a ed.). <https://apastyle.apa.org>

Banco Interamericano de Desarrollo. (s. f.). *Agua y saneamiento rural: oportunidades para la participación comunitaria*. <https://publications.iadb.org>

Banco Interamericano de Desarrollo. (s. f.). *Ejecutar proyectos de agua y saneamiento en el sector rural: retos y oportunidades*. <https://publications.iadb.org>

Cardique. (s. f.). *Gestión ambiental y control de vertimientos en la jurisdicción de la región Caribe*. <https://www.cardique.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). *CONPES 3918: Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia*. <https://colaboracion.dnp.gov.co>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s. f.). *Información hidrometeorológica y ambiental de Colombia*. <https://www.ideam.gov.co>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Resolución 0631 de 2015: Por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público*. <https://www.minambiente.gov.co>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2017, 8 de junio). Resolución 0330 de 2017: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS). Diario Oficial No. 50.258.

Organización Mundial de la Salud. (2017). Guías para la calidad del agua de consumo humano (4.^a ed.). Organización Panamericana de la Salud.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. Imprenta Nacional de Colombia

Ministerio de Salud y Protección Social. (2019). *Resolución 3100 de 2019: Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los prestadores de servicios de salud y de habilitación de servicios de salud*.

<https://www.minsalud.gov.co>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (s. f.). *Presentación RAS rural*.

<https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/presentacion-ras-rural.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (s. f.). *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS): Título J.*

https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/100811_titulo_j_ras-_.pdf

Organización Internacional del Trabajo. (2001). *Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (ILO-OSH 2001).*

<https://www.ilo.org>

Sistema de Saneamiento Rural del Ministerio de Obras Públicas de Chile. (2025). *Manual de proyectos de aguas servidas.*

<https://ssr.mop.gob.cl/uploads/sites/11/2025/03/Manual-de-Proyectos-de-Aguas-Servidas.pdf>

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. (s. f.). *Manual de soluciones de saneamiento sanitario para zonas rurales.*

<https://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/manual.pdf>

Universidad Nacional de Colombia. (2025). *Estudio de viabilidad de la implementación de trenes compuestos por SUDS en conjuntos residenciales VIS en la ciudad de Bogotá.* <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/87304>

Universidad Nacional de Colombia. (s. f.). *Implementación de sistemas de costeo en entidades del sector público colombiano.*

<https://repositorio.unal.edu.co/items/deb60498-59ce-44cc-8d9d-7fc763604243>

Anexos

Mapa de los puntos críticos de vertimientos en el municipio de Ovejas-Sucre

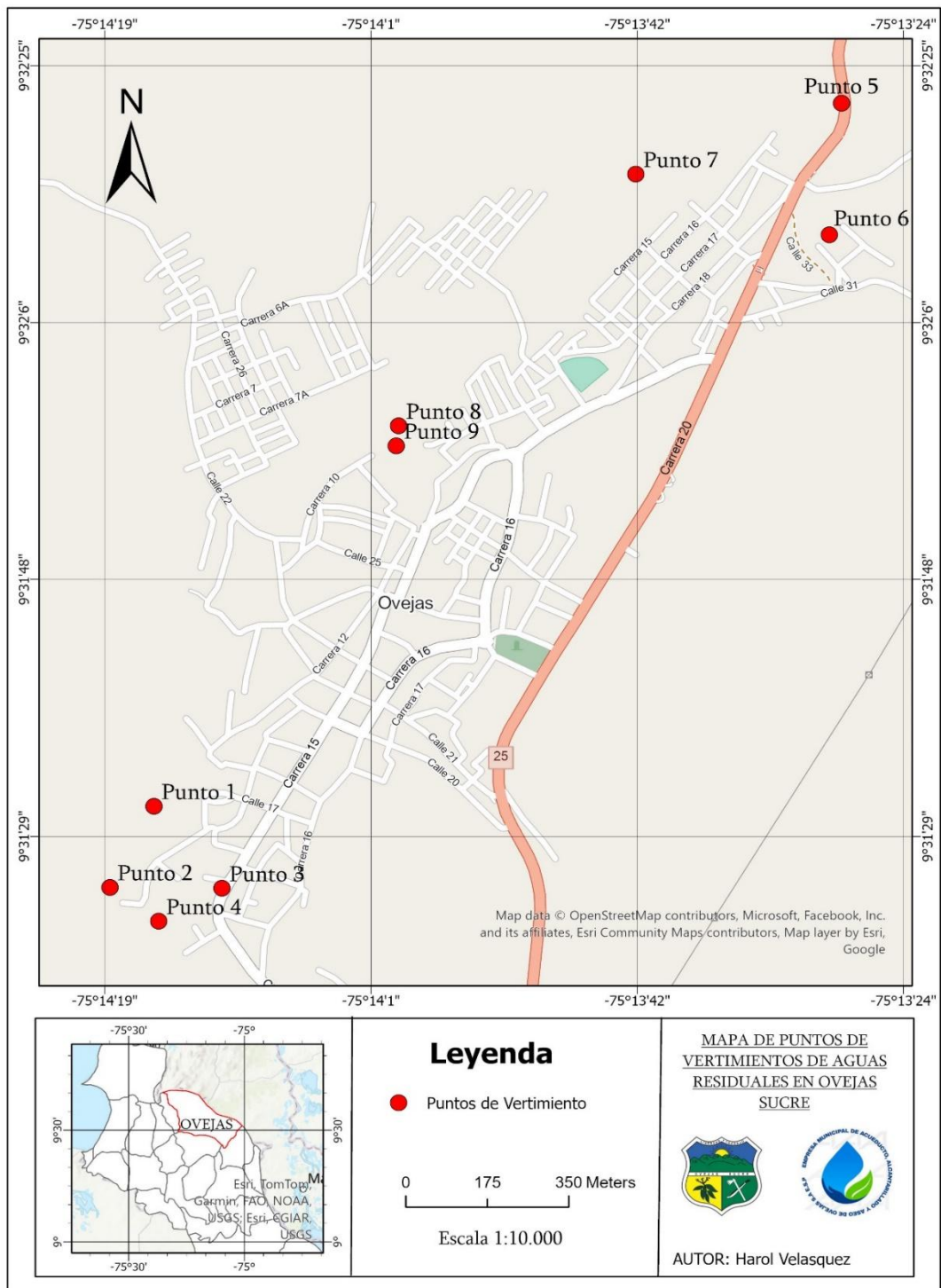


Ilustración 1: creada por autores

PUNTOS	COORDENADAS	REFERENCIA
--------	-------------	------------

1	9°31'21"N 75°14'03"W	Barrio San Luis
2	9°31'15"N 75°14'06"W	Barrio Calle Nueva
3	9°31'15"N 75°13'58"W	Puente San José
4	9°31'13"N 75°14'02"W	I.E.G.T.S
5	9°32'12"N 75°13'15"W	Estación Terpel
6	9°32'02"N 75°13'16"W	Barrio 4 de octubre
7	9°32'07"N 75°13'29"W	Barrio 21 de febrero
8	9°31'49"N 75°13'46"W	Arroyo Papito
9	9°31'49"N 75°13'46"W	Arroyo Papito

Tabla 3. Coordenadas y referencias de todos los puntos de vertimientos, Ovejas-Sucre. Creada por: Autores.