CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE.

DOCUMENTO TÉCNICO DE DISEÑO

HATO COROZAL, JULIO 2026

ORIGINAL

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6
1.1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO 6
1.2. PROBLEMÁTICA SANITARIA RURAL 6
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN 7
2. OBJETIVOS 9
2.1. OBJETIVO GENERAL 9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
3. LOCALIZACIÓN 10
3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL 10
4. MARCO DE REFERENCIA Y NORMATIVO 11
4.1. NORMAS TÉCNICAS APLICABLES 11
4.2. POLÍTICAS PÚBLICAS Y PLANES SECTORIALES 12
5. FORMULACIÓN, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS 13
6. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO 23
6.1. NATURALEZA DEL PROYECTO 23
6.2. COMPONENTES DE LA UNIDAD SANITARIA 23
6.3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 24
6.4. COBERTURA Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 25
6.5. CONSIDERACIONES LOGÍSTICAS 25
7. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DE INFILTRACIÓN 26
7.1. RECONOCIMIENTO DEL SUBSUELO Y ESTRATIGRAFÍA (SONDEOS SPT) 26

7.2. CAPACIDAD DE SOPORTE Y ASENTAMIENTOS 26
7.3. NIVELES FREÁTICOS 26
7.4. COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD 27
7.5. ENSAYO DE INFILTRACIÓN Y SU IMPLICACIÓN EN EL DISEÑO DEL CAMPO DE ABSORCIÓN 27
8. DISEÑO HIDROSANITARIO 27
8.1. PARÁMETROS DE DISEÑO 28
8.2. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS 29
8.2.1. *PARÁMETROS DE DISEÑO* 30
8.2.2. *DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS* 31
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES 35
9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL 35
9.2. DISPOSICIÓN DEL SISTEMA 35
9.3. TANQUE SÉPTICO 36
9.3.1. *POBLACIÓN A ATENDER* 36
9.3.2. *CÁLCULO CAUDAL DE DISEÑO* 36
9.3.3. *VOLÚMENES DE LODOS* 37
9.3.4. *DIMENSIONAMIENTO DEL POZO SÉPTICO* 38
9.4. FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE EL FAFA 41
9.4.1. *MATERIAL DE SOPORTE* 41
9.4.2. *TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICA (TRH)* 41
9.4.3. *VOLUMEN DEL FAFA* 42
9.5. TRAMPA DE GRASA. (ARTÍCULO 172 DE LA RESOLUCIÓN 330 DE 08 DE JUNIO DE 2017) 43
9.5.1. *VOLUMEN TRAMPA GRASA PROYECTADA* 44
9.6. DIMENSIONAMIENTO & ASPECTOS TÉCNICOS CAMPO DE INFILTRACIÓN 45

9.6.1. ***LOCALIZACIÓN*** 45
9.6.2. ***DIMENSIONAMIENTO*** 45
9.6.3. ***ANÁLISIS DE INFILTRACIÓN*** 46
PROCEDIMIENTO NO. 1 46
PROCEDIMIENTO NO. 2 48
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 49
11. ANEXOS 51

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización municipio de Hato Corozal. 10

Ilustración 2 Alternativa 1. 18

Ilustración 3 Alternativa 2. 18

Ilustración 4 Alternativa 3. 19

Ilustración 5 Vista Corte Unidad Sanitaria. 24

Ilustración 6 Vista Corte Sistema de Tratamiento. 25

Ilustración 7 Planta arquitectónica baños. 28

Ilustración 8 Planta Ramal 1 30

Ilustración 9 Planta sistema hidráulico baño. 31

Ilustración 10. Vista corte sistema hidráulico baño. 32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Principales problemas identificados situación actual. 15

Tabla 2 Criterios de sostenibilidad. 16

Tabla 3 Componentes de los sistemas requeridos. 17

Tabla 4 Unidades de desagües de aparatos sanitarios. 29

Tabla 5 unidades de consumo por aparatos sanitarios. 32

Tabla 6 caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios. 33

Tabla 7 Contribución de agua residual y lodo 39

Tabla 8 Tiempos de retención 40

Tabla 9 Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos 40

Tabla 10 Tiempos de retención 42

Tabla 11 Capacidades de retención de grasa 43

Tabla 12 Tiempos de retención 44

1. INTRODUCCIÓN

1.1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

El presente informe de diseño tiene como objetivo sustentar la viabilidad técnica de los "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE.", iniciativa que busca mejorar las condiciones de salubridad y saneamiento básico de comunidades rurales que actualmente no cuentan con acceso a servicios adecuados de disposición de aguas residuales. Esta intervención pretende cerrar brechas históricas en materia de cobertura de servicios públicos domiciliarios en zonas apartadas, fortaleciendo así el bienestar social, ambiental y sanitario del territorio.

1.2. PROBLEMÁTICA SANITARIA RURAL

A nivel general, en el municipio de Hato Corozal, departamento de Casanare, se evidencia un déficit significativo en el tratamiento y manejo de las aguas residuales domésticas generadas por las viviendas rurales dispersas. Esta situación se traduce en una baja cobertura de los servicios públicos domiciliarios de saneamiento básico, donde una gran parte de la población rural no dispone de sistemas adecuados para la recolección, conducción y tratamiento de las aguas residuales generadas en sus hogares.

De acuerdo con los informes nacionales elaborados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SUPERSERVICIOS) y el Sistema General de Participaciones (SGP) en Agua Potable y Saneamiento Básico, los índices de cobertura en las zonas rurales del país se mantienen por debajo del 30 %, reflejando una deficiencia estructural en la prestación del servicio de alcantarillado sanitario. Este escenario es consistente con la situación del municipio de Hato Corozal, donde los sectores rurales dispersos carecen de infraestructura sanitaria, evidenciando un rezago importante en el acceso a soluciones de saneamiento básico.

A nivel local, las viviendas rurales no cuentan con sistemas individuales o comunitarios para el tratamiento de aguas residuales, generando vertimientos directos al suelo o a fuentes hídricas superficiales sin ningún tipo de tratamiento. Esta situación ocasiona contaminación del suelo y del recurso hídrico, proliferación de vectores y afectaciones a la salud pública, agravadas por las limitadas

condiciones económicas de las familias rurales que impiden implementar soluciones técnicas adecuadas.

Desde el punto de vista hidráulico y sanitario, la ausencia de unidades sanitarias funcionales y de sistemas de tratamiento primario (como trampas de grasa, tanques sépticos y campo de infiltración) provoca que las aguas residuales domésticas se infiltren directamente en el terreno sin ningún tipo de depuración, generando riesgos sanitarios y ambientales considerables.

Teniendo en cuenta esta problemática, la alcaldía reconoce la necesidad de formular soluciones técnicas individuales y sostenibles que contribuyan a mejorar la cobertura y eficiencia del saneamiento básico rural. En este contexto, se plantea el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE.", el cual propone el diseño de soluciones sanitarias individuales para 26 viviendas rurales distribuidas en 13 veredas del área de influencia del casco urbano. Estas soluciones comprenden la unidad sanitaria completa que incluye lavamanos, ducha y tanque elevado y un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas conformado por trampa de grasas, tanque séptico y campo de infiltración como disposición final.

De esta manera, el proyecto constituye una propuesta de intervención a nivel constructivo y sanitario orientada a mejorar las condiciones de salubridad, reducir la contaminación ambiental, y avanzar en la cobertura de saneamiento básico rural del municipio de Hato Corozal. Asimismo, contribuye al cumplimiento de los lineamientos establecidos por la política nacional de agua y saneamiento básico, fortaleciendo la gestión integral del recurso hídrico y la salud pública de las comunidades rurales del territorio.

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

La ejecución de sistemas individuales de saneamiento, como las unidades sanitarias con tratamiento en sitio, se constituye en una alternativa viable y efectiva para mejorar las condiciones de vida de las comunidades rurales dispersas. La intervención propuesta responde a la baja cobertura de servicios de

alcantarillado y al deterioro ambiental generado por prácticas inadecuadas de disposición de aguas residuales. Con ello, la administración municipal busca avanzar hacia un modelo de desarrollo rural más equitativo, sostenible y con enfoque en salud pública, mediante soluciones técnicas adaptadas a las condiciones geográficas y socioeconómicas del territorio.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Formular el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE.", con el propósito de lograr su viabilización técnica, económica y social, orientado a mejorar las condiciones de salubridad en las zonas rurales del municipio.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

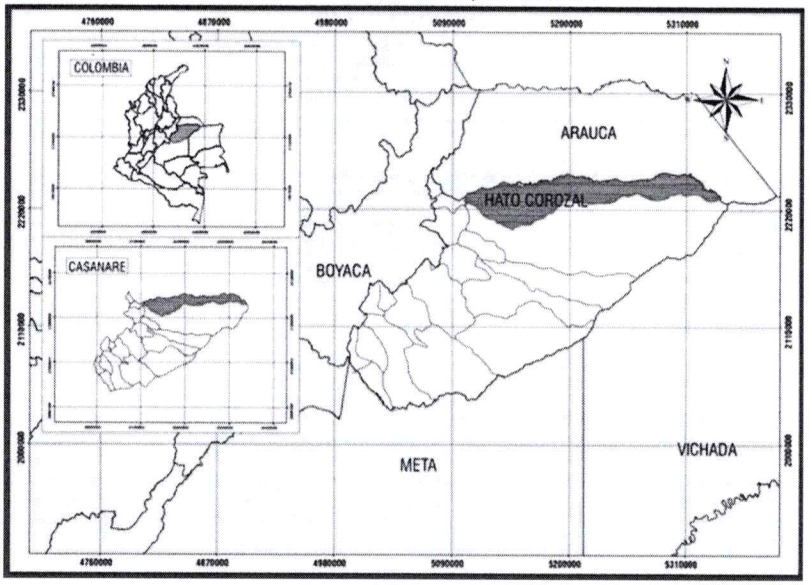
- Elaborar los estudios y diseños técnicos del proyecto, en concordancia con la normativa vigente en materia de saneamiento básico rural y construcción de obras sanitarias.
- Proponer soluciones de infraestructura que permitan mejorar la cobertura y calidad del tratamiento de aguas residuales domésticas en las viviendas rurales dispersas del municipio.
- Garantizar que las unidades sanitarias proyectadas respondan a las condiciones geográficas, sociales y ambientales del territorio, asegurando su funcionalidad y sostenibilidad a largo plazo.

3. LOCALIZACIÓN

3.1. LOCALIZACIÓN GENERAL

La ejecución de las actividades requeridas para la elaboración de los estudios y diseños se realizó en el municipio de Hato Corozal, el cual se localiza geográficamente en la zona norte del departamento de Casanare. Limita al norte con el municipio de Tame (Arauca), al sur con el municipio de Paz de Ariporo (Casanare), al occidente con el municipio de Sácama (Casanare) y al oriente con el municipio de Cravo Norte (Arauca). El municipio cuenta con una extensión territorial aproximada de 2.859 km².

Ilustración 1 Localización municipio de Hato Corozal.



Fuente: Autor, 2026.

4. MARCO DE REFERENCIA Y NORMATIVO

El proyecto "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE." se encuentra enmarcado dentro del conjunto de disposiciones legales, técnicas y políticas públicas que regulan la planificación, formulación y ejecución de proyectos de saneamiento básico en Colombia, especialmente en contextos rurales dispersos. A continuación, se describen las normas y lineamientos más relevantes aplicables a este proyecto:

4.1. NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017

Establece los criterios técnicos para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de saneamiento. En particular, el Título E regula los sistemas individuales de tratamiento de aguas residuales domésticas, como los tanques sépticos, filtros anaerobios de flujo ascendente (FAFA) y campos de infiltración adoptados en este proyecto.

Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Por la cual se adopta el RAS 2017. Esta resolución es de obligatorio cumplimiento para todos los diseños de obras de agua potable y saneamiento básico, y establece exigencias sobre criterios de diseño hidráulico, sanitario, estructural y ambiental.

Norma Técnica Colombiana NTC 1500 – Código Colombiano de Fontanería

Regula los requerimientos técnicos para las redes internas y externas de distribución de agua y evacuación de aguas residuales, incluyendo dimensiones mínimas de tuberías, unidades de descarga, ventilación y pendientes.

Norma Sismo Resistente NSR-10

En su Capítulo H.3 define las exigencias de estudios geotécnicos y de diseño estructural para edificaciones de categoría baja, como las casetas sanitarias contempladas en el proyecto. También determina las condiciones mínimas de seguridad estructural frente a amenazas sísmicas.

4.2. POLÍTICAS PÚBLICAS Y PLANES SECTORIALES

Plan de Desarrollo Municipal de Hato Corozal

El proyecto se enmarca dentro de las metas del componente de infraestructura social y saneamiento básico del plan de desarrollo vigente, el cual prioriza la ampliación de cobertura en servicios básicos en la zona rural, especialmente en contextos de vivienda dispersa.

5. FORMULACIÓN, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Es necesario establecer que el alcance de la formulación de alternativas para el presente proyecto se define a partir de una serie de características técnicas, ambientales, legales y sociales aplicables a la zona rural dispersa del municipio de Hato Corozal, departamento de Casanare. Estas consideraciones se toman en cuenta e implementan a partir del análisis del objeto del proyecto, la experiencia técnica de los profesionales del equipo diseñador, y de la referencia a proyectos con características similares desarrollados en contextos rurales.

En ese sentido, los objetivos del sector de agua y saneamiento básico rural, alineados con las políticas públicas nacionales, se enfocan en ampliar coberturas, mejorar la calidad del servicio, garantizar continuidad y asegurar el tratamiento adecuado de las aguas residuales domésticas. Por tanto, las alternativas que se formulan deben atender estas necesidades específicas, adaptadas a la dispersión de la población, las condiciones geotécnicas y logísticas del entorno.

La inexistencia de redes de alcantarillado centralizado en la zona rural objeto de intervención da lugar a la necesidad de proponer soluciones individuales sostenibles. En este contexto, la formulación de alternativas tiene como punto de partida las condiciones identificadas durante la etapa de diagnóstico, las visitas técnicas de verificación en campo, y los requerimientos establecidos en el Título E del RAS 2017 y en la Resolución 0330 de 2017.

En cumplimiento de esta normativa, se definen alternativas viables para atender las necesidades de saneamiento de los 26 predios rurales dispersos, priorizando soluciones que integren tratamiento primario, secundario y disposición final de las aguas residuales, bajo criterios de sostenibilidad y eficiencia. Por lo tanto, se contemplan una serie de acciones que permiten comparar cada alternativa propuesta con base en los siguientes criterios:

- ➤ Criterios de sostenibilidad económica
- ➤ Criterios de sostenibilidad técnica
- ➤ Criterios de sostenibilidad ambiental
- ➤ Criterios de gestión del riesgo

➤ Criterios de sostenibilidad social

Estas acciones se tienen en cuenta para evaluar cada alternativa y, con base en ello, seleccionar la mejor opción. Este proceso de análisis se realiza de manera participativa, considerando a los actores institucionales y comunitarios involucrados. En el caso del presente proyecto, el objetivo concreto es garantizar una solución integral y sostenible para la disposición de aguas residuales domésticas, a través de sistemas individuales adecuados al contexto rural, que contribuyan al mejoramiento de las condiciones sanitarias, ambientales y sociales de las familias beneficiarias en las veredas del municipio de Hato Corozal.

5.1. PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN EL DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BÁSICO RURAL

Una vez se lleva a cabo el diagnóstico de las condiciones de saneamiento básico en las veredas del municipio de Hato Corozal, se resumen a continuación los principales requerimientos y problemáticas encontradas, las cuales sirven de base para el análisis y formulación de las soluciones del proyecto.

Durante la fase de diagnóstico, se concluyó que gran parte del territorio rural objeto de intervención no cuenta con acceso a sistemas adecuados de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales domésticas. Las viviendas, en su mayoría, no disponen de baños, ni de infraestructura sanitaria mínima, por lo que recurren a prácticas como la defecación al aire libre o la construcción de letrinas rudimentarias que generan focos de contaminación del suelo, cuerpos de agua superficiales y subterráneos, así como riesgos directos a la salud pública.

Esta situación se ve agravada por condiciones socioeconómicas vulnerables, alta dispersión geográfica de la población, dificultades de acceso vehicular y ausencia de esquemas formales de operación y mantenimiento. Adicionalmente, en varios predios se identificó una inadecuada disposición de aguas jabonosas provenientes de duchas, lavaderos y cocinas, lo que contribuye a la proliferación de vectores y enfermedades de origen hídrico.

Debido a esta problemática estructural, la comunidad manifestó la urgente necesidad de implementar soluciones individuales sostenibles, que garanticen condiciones mínimas de salubridad, dignidad y

funcionalidad, mediante el acceso a unidades sanitarias completas y sistemas de tratamiento en sitio que aseguren el manejo seguro de las aguas residuales.

A continuación, se presenta un resumen de los principales problemas identificados:

Tabla 1 Principales problemas identificados situación actual.

Componente	Descripción	Estado a Nivel de:
Saneamiento básico rural	La mayoría de las viviendas no cuentan con servicios sanitarios adecuados. Se evidencia ausencia de baños construidos, falta de infraestructura hidráulico-sanitaria, y condiciones de riesgo sanitario por prácticas inadecuadas de disposición.	Infraestructura: Baja Operación: Nula Mantenimiento: Nula
Disposición de aguas residuales	No existen sistemas de tratamiento ni mecanismos apropiados de infiltración o vertimiento. El vertimiento directo al suelo o fuentes cercanas genera focos de contaminación y deterioro ambiental.	Infraestructura: Baja Operación: Nula Mantenimiento: Nula
Condiciones de acceso y logística	La dispersión de las viviendas y el difícil acceso en varias veredas dificultan la implementación de soluciones centralizadas y el transporte de materiales, lo que requiere alternativas adaptadas a cada predio.	Infraestructura: Baja Operación: Nula Mantenimiento: Nula

Fuente: Consultoría

5.2. ESTRUCTURA METODOLÓGICA PARA FORMULACIÓN, ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

La Resolución 0330 de 2017 en este aspecto remite al artículo 14, que tiene que ver de manera general con la comparación de las alternativas tecnológicas, con los siguientes criterios para una selección de la alternativa más favorable:

- Con base en criterios de sostenibilidad.

- A partir de la evaluación de los aspectos económicos, técnicos, ambientales y sociales.
- Utilizar metodologías que impliquen la mínima subjetividad de valoración y el menor costo de inversión, operación y mantenimiento.
- Emplear matrices de selección multicriterio.

A continuación, se muestran los criterios de sostenibilidad en los que debe estar soportada la selección de la tecnología de acuerdo con la Resolución 330 de 2017.

Tabla 2 Criterios de sostenibilidad.

Sostenibilidad económica	Sostenibilidad técnica	Sostenibilidad ambiental	Gestión del riesgo	Sostenibilidad social
- Disponibilidad de recursos para operación y mantenimiento - Costos ambientales asociados - Costo de manejo de subproductos	- Capacidad de la entidad encargada de la ejecución e implementación del proyecto. - Disponibilidad de recursos, materiales, mano de obra, repuestos y demás elementos	- Protección de fuentes hídricas - Optimización de recursos naturales - Minimización de contaminantes - Optimización y manejo de subproductos	- Identificación de amenazas y vulnerabilidad - Obras de mitigación según amenaza	- Aceptabilidad del proyecto Patrones socioculturales frente a las alternativas planteadas

Fuente: Resolución 330 de 2017.

5.3. FORMULACIÓN ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

Una vez se describe la metodología de matrices de selección multi criterio se procede a llevar a cabo el proceso de formulación análisis y selección de alternativas con el propósito de implementar la mejor alternativa en términos de aspectos económico, técnico, ambiental, riesgos y social, los cuales permitirán finalmente tener una alternativa que garantizará el cumplimiento de los criterios a nivel de sostenibilidad y sustentabilidad.

Dependiendo de si se trata de centros poblados nucleados reconocidos o con más de 600 viviendas, debe formularse alternativas de infraestructura que atiendan las necesidades de prestación de un servicio

público domiciliario, en el marco de la Resolución 0330 de 2017. A continuación, se presentan los componentes del sistema de alcantarillado sanitario con cada una de sus alternativas.

Tabla 3 Componentes de los sistemas requeridos.

Componentes de los sistemas requeridos
Alternativa 1. Sistema Individual con Trampa de grasas +Tanque Séptico + FAFA + Campo de Infiltración.
Alternativa 2. Tanque Séptico Simple + Descarga Directa a Fosa o Drenaje Natural
Alternativa 3. Sistema de Tratamiento Modular Prefabricado Compacto (Planta tipo STAR o biodigestor plástico con filtro incorporado)

Fuente: Consultoría

Una vez se identifican y proponen para cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado las posibles alternativas técnicas-operativas, se describen cada uno de los aspectos para su formulación.

5.4. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

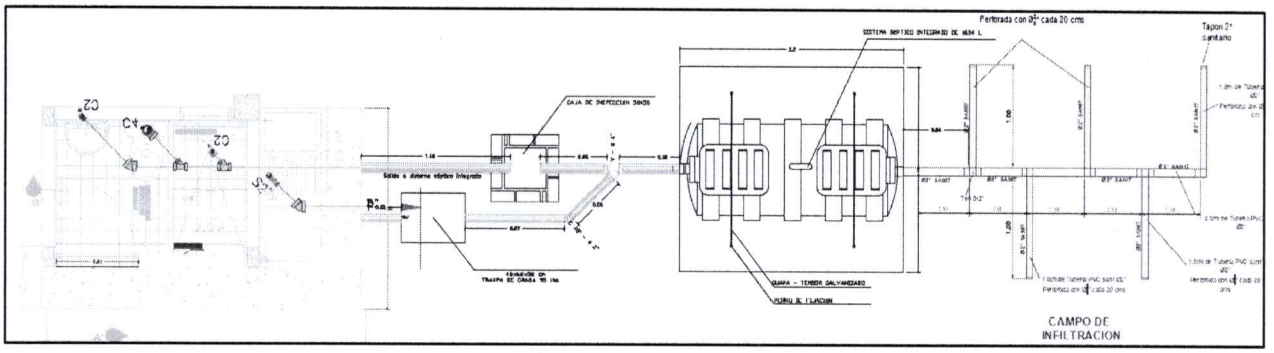
Alternativa 1. *Sistema Individual con Trampa de grasas + Tanque Séptico + FAFA + Campo de Infiltración.*

Esta alternativa contempla la instalación de un sistema descentralizado de tratamiento de aguas residuales domésticas, conformado por una trampa de grasas, un tanque séptico, un Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA) y un campo de infiltración como sistema de disposición final.

La trampa de grasas actúa como unidad de tratamiento preliminar, reteniendo aceites, grasas y sólidos flotantes para evitar su ingreso al sistema posterior. El tanque séptico cumple la función de sedimentar los sólidos más pesados y retener los flotantes, permitiendo la separación de la materia orgánica sedimentable. Posteriormente, el efluente parcialmente clarificado ingresa al FAFA, donde se lleva a cabo un tratamiento biológico anaerobio que mejora significativamente la remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendidos Totales (SST), aumentando la eficiencia global del sistema.

Finalmente, el campo de infiltración permite la percolación controlada del efluente tratado hacia el subsuelo, promoviendo la depuración natural mediante procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. Esta configuración constituye una solución técnica eficiente, sostenible y adaptable a las condiciones rurales dispersas, especialmente en zonas con disponibilidad de terreno y ausencia de redes de alcantarillado.

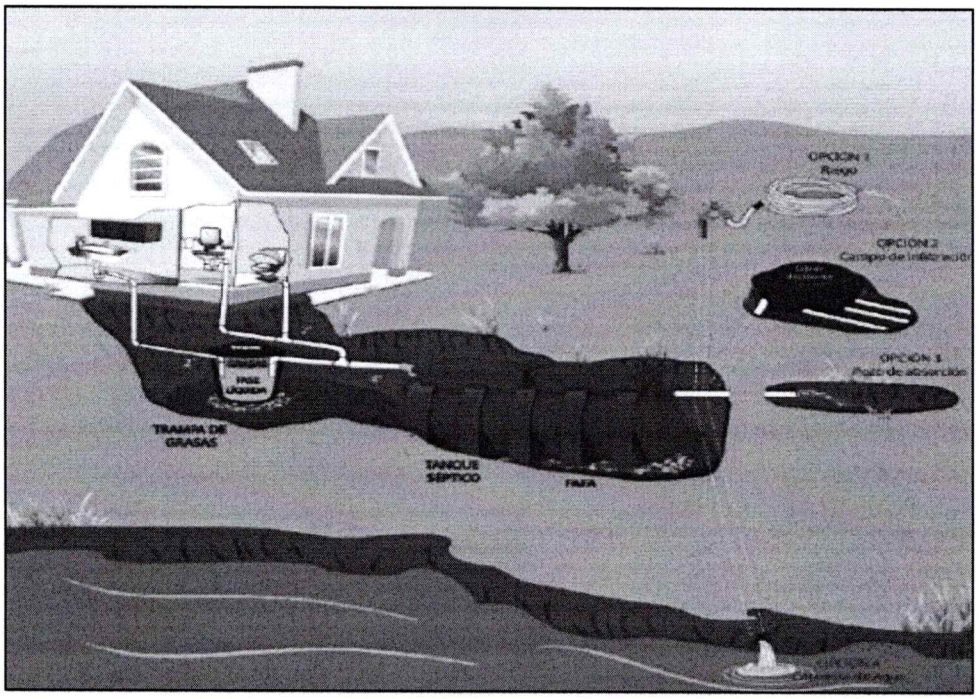
Ilustración 2 Alternativa 1.



Alternativa 2. Tanque Séptico Simple + Descarga Directa a Fosa o Drenaje Natural

Esta alternativa consiste en un sistema básico que incluye únicamente un tanque séptico como tratamiento primario, cuya salida se dirige a una fosa de disposición o drenaje natural sin tratamiento adicional. Su diseño es simple y de bajo costo, sin embargo, presenta limitaciones en la remoción de contaminantes orgánicos y en el control de riesgos sanitarios, debido a la ausencia de una etapa de tratamiento secundario. Este sistema es menos recomendable en zonas de alta densidad poblacional o con restricciones ambientales, ya que puede generar impactos negativos si no se maneja adecuadamente.

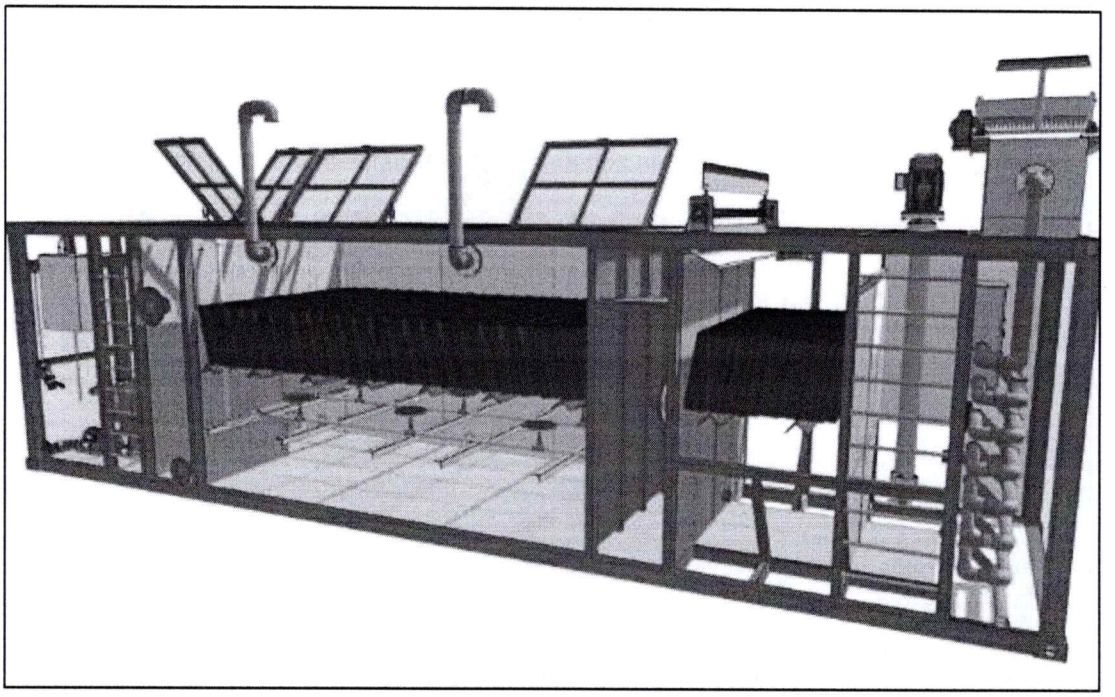
Ilustración 3 Alternativa 2.



Alternativa 3. Sistema de Tratamiento Modular Prefabricado Compacto (Planta tipo STAR o biodigestor plástico con filtro incorporado)

Esta alternativa propone el uso de un módulo prefabricado compacto de tratamiento de aguas residuales, que puede consistir en una planta tipo STAR o un biodigestor plástico con filtro incorporado. El sistema integra tratamiento primario y secundario en una unidad cerrada, de fácil instalación, bajo mantenimiento y alta eficiencia en la remoción de DBO y sólidos. Es ideal para zonas con acceso limitado a mano de obra calificada o con restricciones de espacio. Aunque su costo inicial es mayor, se compensa con una menor intervención en obra civil y una operación más controlada. Se requiere acceso vehicular para su instalación y mantenimiento.

Ilustración 4 Alternativa 3.



5.5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

De acuerdo con la información resultante de los apartados anteriores, se propone que la información de las diferentes tecnologías se ordene en matrices, en donde se pueda comparar los aspectos que permitan evidenciar elementos diferenciadores para la toma de decisiones. El siguiente esquema presenta los aspectos que se deben considerar como mínimo para realizar el ejercicio de comparación multicriterio, de acuerdo a lo establecido en el artículo 16 de la Resolución 844 de 2018. Esto quiere decir que una tecnología obtendría mayor puntuación en la medida que cumpla con los aspectos aquí señalados.

Criterio	Alternativa 1 (Tanque séptico + FAFA)	Alternativa 2 (Séptico + fosa)	Alternativa 3 (Modular prefabricado)
Cumplimiento normativo	Alto	Bajo	Alto
Tratamiento primario	Sí	Sí	Sí

Tratamiento secundario	Sí (FAFA)	No	Sí (interno)
Remoción DBO/SST	Alta	Media-baja	Alta
Costo inicial	Medio	Bajo	Alto
Mantenimiento	Moderado	Bajo	Moderado (especializado)
Adaptabilidad geográfica	Alta	Media	Alta (si hay acceso)
Construcción en sitio	Requiere obra	Requiere obra	No (prefabricado)
Tiempo de instalación	Medio	Bajo	Bajo
Requiere campo de infiltración	Sí	Sí	Opcional (según modelo)
Sostenibilidad	Alta	Baja	Alta

5.6. SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo con lo establecido en la Resolución 0330 de 2017, se logra determinar que los objetivos de las actuaciones del sector, en lo referente a las soluciones de saneamiento básico, deben estar alineados con el incremento de coberturas, el mejoramiento en la calidad del servicio público, la continuidad del sistema, y el cumplimiento normativo. En ese sentido, se hace necesario adelantar un proceso de selección de alternativas tecnológicas para cada uno de los componentes del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, específicamente en el marco del proyecto de implementación de unidades sanitarias en zonas rurales del municipio de Hato Corozal.

Una vez realizada la valoración de cada una de las alternativas, y conforme al análisis mostrado, se determina que la Alternativa 1 (Trampa de grasas + Tanque séptico + Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente - FAFA) resulta ser la opción más favorable, siendo clasificada como Excelente. Esta alternativa se destaca por su alto nivel de cumplimiento normativo, eficiencia en la remoción de DBO/SST, adecuada adaptabilidad geográfica, nivel de sostenibilidad alto, y por contar con tratamiento primario y secundario, lo cual garantiza un adecuado desempeño técnico y ambiental.

Por tanto, y con base en la integración de los análisis, la alternativa seleccionada para el proyecto de unidades sanitarias rurales del municipio de Hato Corozal es la Alternativa 1, dado que representa una solución integral, eficiente y sostenible, adecuada a las condiciones del entorno y al alcance del proyecto.

6. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

6.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objeto la construcción de 26 unidades básicas sanitarias en viviendas rurales dispersas del municipio de Hato Corozal, Casanare. Está orientado a mejorar las condiciones de salubridad e higiene de familias que actualmente no cuentan con acceso a servicios sanitarios adecuados. Se enfoca en la implementación de soluciones integrales individuales que incluyen infraestructura física sanitaria, sistema de tratamiento de aguas residuales y adaptación a condiciones geográficas y sociales del territorio.

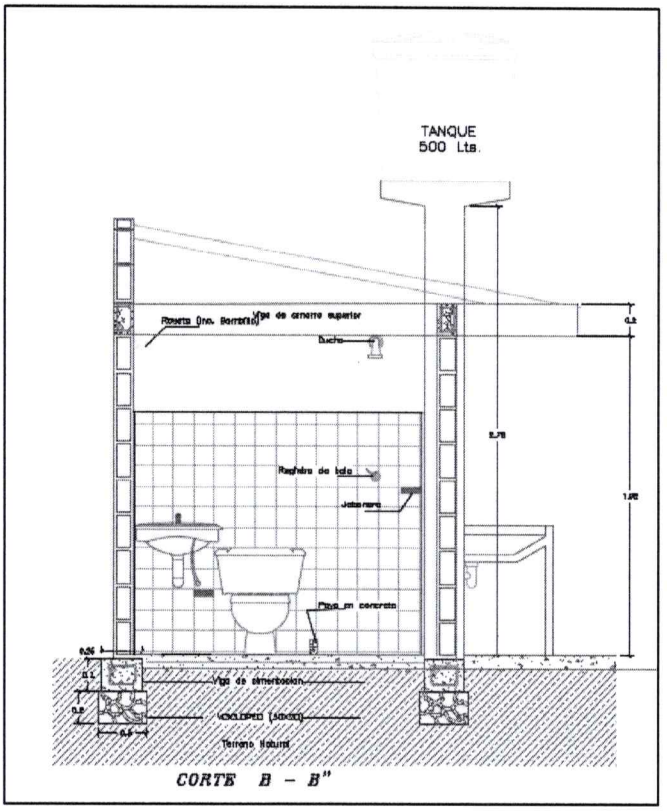
6.2. COMPONENTES DE LA UNIDAD SANITARIA

Cada unidad está conformada por una caseta de aproximadamente 6.50 m^2, construida con materiales duraderos y de fácil mantenimiento. Las unidades incluyen:

- Sanitario
- Ducha
- Lavamanos
- Tanque elevado de 500 litros
- Lavadero prefabricado
- Instalación eléctrica (2 interruptores y 2 portalámparas)
- Enchape de piso y paredes
- Puerta y ventana
- Conexiones hidrosanitarias y eléctricas
- Pintura y acabados completos

La unidad se entrega completamente funcional, como se muestra en la Ilustración 3. Render Unidad Sanitaria.

Ilustración 5 Vista Corte Unidad Sanitaria.



Fuente: Consultor.

6.3. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

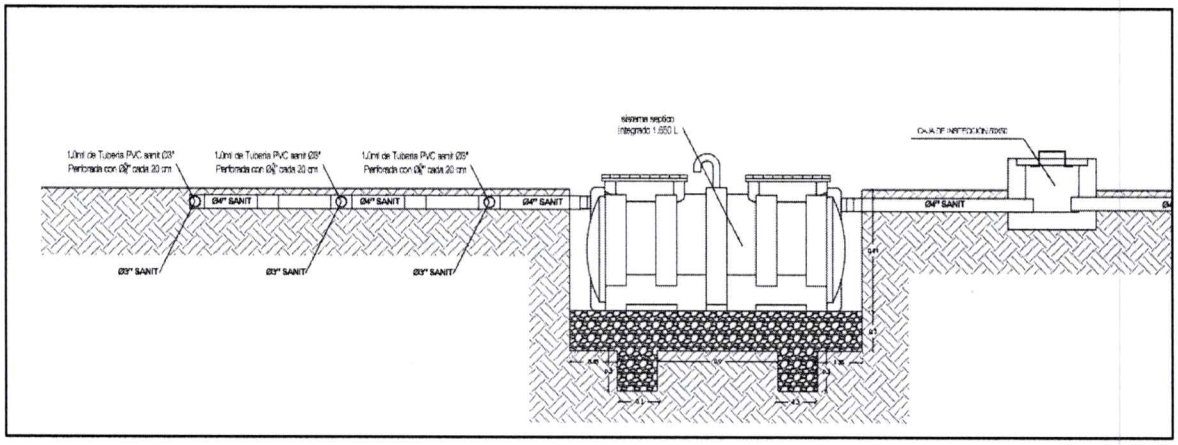
El tratamiento de aguas se realizará en sitio mediante:

- Trampa de grasas
- Tanque séptico
- Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA)
- Campo de infiltración para la disposición final del efluente tratado

Esta configuración asegura el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Título E del RAS 2017.

Ver Ilustración 4. Render Sistema de Tratamiento.

Ilustración 6 Vista Corte Sistema de Tratamiento.



Fuente: Consultor.

6.4. COBERTURA Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto beneficiará directamente a 26 predios rurales distribuidos en 13 veredas del municipio.

6.5. CONSIDERACIONES LOGÍSTICAS

Dadas las condiciones de difícil acceso a muchas de las viviendas beneficiarias, el proyecto contempla mecanismos no convencionales de transporte, incluyendo:

- Transporte a lomo de mula para veredas con caminos terciarios sin acceso vehicular ni de tractor
- Tractores para veredas con caminos terciarios sin acceso vehicular

Esto garantiza la entrega efectiva de materiales y la cobertura total del área de intervención.

7. ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DE INFILTRACIÓN

7.1. RECONOCIMIENTO DEL SUBSUELO Y ESTRATIGRAFÍA (SONDEOS SPT)

El estudio geotécnico comprendió la ejecución de cuatro (4) sondeos a una profundidad de 3.0 m cada uno, distribuidos estratégicamente en las veredas beneficiarias del proyecto. Se empleó el ensayo SPT (Standard Penetration Test) bajo norma ASTM D1586-67, lo cual permitió determinar la resistencia a la penetración del terreno y tomar muestras inalteradas y alteradas para análisis en laboratorio.

El perfil de suelo esta constituido esencialmente por una capa superior arena y limo color café y ocre (SM) de hasta 1.60m de espesor en algunas exploraciones, seguido de una capa de bolos y gravas en matriz areno limosa café y ocre (GM) hacia la base. El origen de estos suelos corresponde a depósitos cuaternarios normalmente consolidados, lo cual es favorable para estructuras de baja complejidad como las unidades sanitarias proyectadas.

7.2. CAPACIDAD DE SOPORTE Y ASENTAMIENTOS

La capacidad de carga se evaluó conforme a la teoría de Terzaghi, obteniéndose valores de capacidad portante neta de seguridad (NS) para cada sondeo. Los resultados muestran que, para una profundidad de cimentación de 1.0 m y un ancho de zapata de 0.90 m, los valores de capacidad admisible varían entre 45,13 kN/m^2 y 55,32 kN/m^2, siendo considerados adecuados para soportar las cargas de las unidades proyectadas.

En cuanto a los asentamientos, los cálculos realizados con base en la teoría de elasticidad, y considerando un suelo normalmente consolidado, arrojaron valores promedio por sondeo entre 0.49 cm y 0.58 cm, todos dentro del rango permisible para garantizar la estabilidad estructural de las estructuras.

7.3. NIVELES FREÁTICOS

Durante los sondeos no se identificó la presencia de nivel freático hasta la profundidad de 3,00 metros De igual manera es necesario prever medidas de control de humedad y aislamiento en la cimentación, especialmente durante la etapa constructiva.

7.4. COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD

Los ensayos de permeabilidad in situ permitieron determinar valores de k entre 0.117 cm/s y 0.163 cm/s, lo cual indica una buena capacidad de infiltración en los suelos estudiados, especialmente en predios con contenido predominante de arenas y limos.

Este comportamiento permite concluir que el uso de campos de infiltración como método de disposición final para el efluente tratado es viable, siempre y cuando se garantice una correcta ejecución de las excavaciones, el uso de materiales adecuados en los drenes, y la ubicación del sistema fuera del rango de saturación del nivel freático.

7.5. ENSAYO DE INFILTRACIÓN Y SU IMPLICACIÓN EN EL DISEÑO DEL CAMPO DE ABSORCIÓN

El ensayo de infiltración consistió en la instalación de tubos de PVC verticales de 1.0 m de profundidad, registrando la pérdida de carga hidráulica en intervalos de 10 minutos. Con base en estas mediciones, se establecieron coeficientes de infiltración para cada predio.

Los valores promedio reportados demuestran condiciones altamente favorables para la infiltración del efluente proveniente del sistema de tratamiento (tanque séptico + filtro FAFA). En consecuencia, se valida el diseño del campo de infiltración tipo lecho de grava, como mecanismo adecuado de disposición final, garantizando una tasa de percolación suficiente para evitar acumulación o rebose.

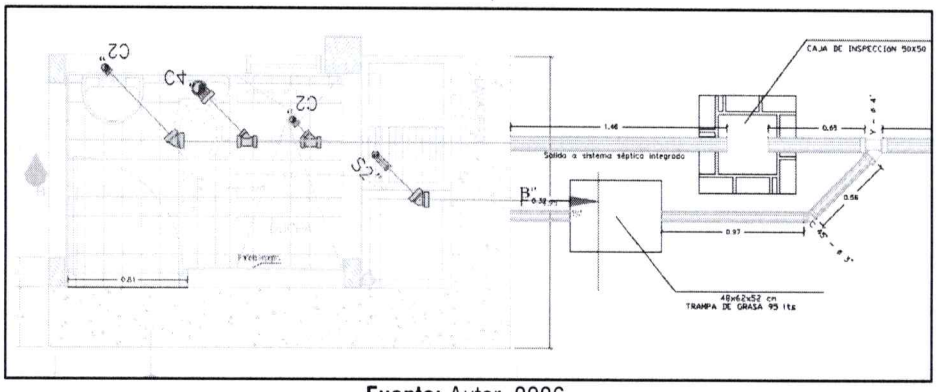
En conjunto, los resultados del estudio de suelos confirman que las condiciones geotécnicas del terreno son aptas para la construcción de las unidades sanitarias proyectadas, sin necesidad de tratamientos especiales de cimentación, y permiten implementar soluciones de tratamiento y disposición final del efluente con criterios de eficiencia y sostenibilidad.

8. DISEÑO HIDROSANITARIO

El diseño hidrosanitario propuesto para cada unidad sanitaria está orientado a garantizar una disposición eficiente y segura de las aguas residuales generadas en la vivienda. La solución contempla la distribución interna de los elementos sanitarios (sanitario, lavamanos, ducha) junto con sus respectivas conexiones

hidráulicas y desagües, los cuales conducen hacia un sistema externo de tratamiento. A continuación, se presenta la planta arquitectónica de la unidad sanitaria, en ella se observa la disposición espacial de los aparatos y los puntos de conexión.

Ilustración 7 Planta arquitectónica baños.



Fuente: Autor, 2026.

8.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

Las aguas residuales generadas en los baños serán conducidas a un sistema de tuberías y registros que se conectará al sistema de tratamiento en el sitio de origen. Para todo el sistema se usarán tuberías PVC SANITARIA, debido a su buen comportamiento ante las aguas residuales y facilidad de instalación. Los colectores se localizan al lado de los baños y se tendrán las distancias mínimas a otras redes según lo estipulado en el RAS.

La distancia a otras redes, en especial a la red de acueducto, será de 1,5 m en la dirección horizontal y 0,3 m en la dirección vertical medido de cota clave de alcantarillado a cota batea de la tubería de otros servicios.

Las conexiones domiciliarias y los colectores de aguas residuales deben localizarse por debajo de las tuberías de acueducto. La velocidad máxima no excederá a 5 m/s. La velocidad mínima real será de 0.6 m/s (RAS). Se establece el Esfuerzo Cortante Medio (Fuerza Tractiva) en un valor mínimo de 0.15 kg/m2.

En aquellos casos en los cuales, por las condiciones topográficas presentes, no sea posible alcanzar la velocidad mínima, se verifica que el esfuerzo cortante sea mayor que 0,12 kg/m2.

La pendiente mínima estará determinada por la velocidad mínima y la pendiente máxima como la pendiente necesaria para la velocidad máxima.

8.2. DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

Para las dimensiones de la tubería de desagüe de los aparatos sanitarios y de la línea de recolección, se tendrán en cuenta las unidades de desagües de los aparatos establecidas en el Código Colombiano de Fontanería NTC 1500.

Tabla 4 Unidades de desagües de aparatos sanitarios.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de descarga	Diámetro de la tubería de desagüe, mm (pulgadas)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10	102 (4)
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5	102 (4)
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 25,4 mm (1 pulgada)	10	51 (2)
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 19,0 mm (3/4 de pulgada)	5	51 (2)
Orinal	Público	Tanque de limpieza	3	51 (2)
Orinal	Público	Llave	2	51 (2)
Lavamanos	Público	Llave	4	51 (2)
Tina / Ducha	Público	Válvula mezcladora	4	51 (2)
Fregadero de servicio	Oficial, etc.	Llave	3	51 (2)
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4	51 (2)
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6	102 (4)
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3	102 (4)
Lavamanos	Privado	Llave	1	51 (2)
Bidé	Privado	Llave	1	51 (2)
Tina	Privado	Llave	2	51 (2)
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Cuarto de baño	Privado	Un fluxómetro por cuarto	8	
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2	51 (2)
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2	51 (2)
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3	51 (2)
Lavadora	Privado	Llave	2	
Lavadora	Pública	Llave	4	
Combinación de accesorios	Privado	Llave	3	
Poceta de aseo	Pública	Llave	3	
Lavaplatos eléctricos	Público/Privado	Llave	3 / 6	
Sifones de piso			1	51 (2)

Fuente: NTC 1500, 2026

Para este proyecto se establecerá un diámetro de tubería de 4" y para el lavamanos de 2". La tubería principal horizontal se analiza de forma que se estableció dos ramales R1, R2; en condiciones más críticos.

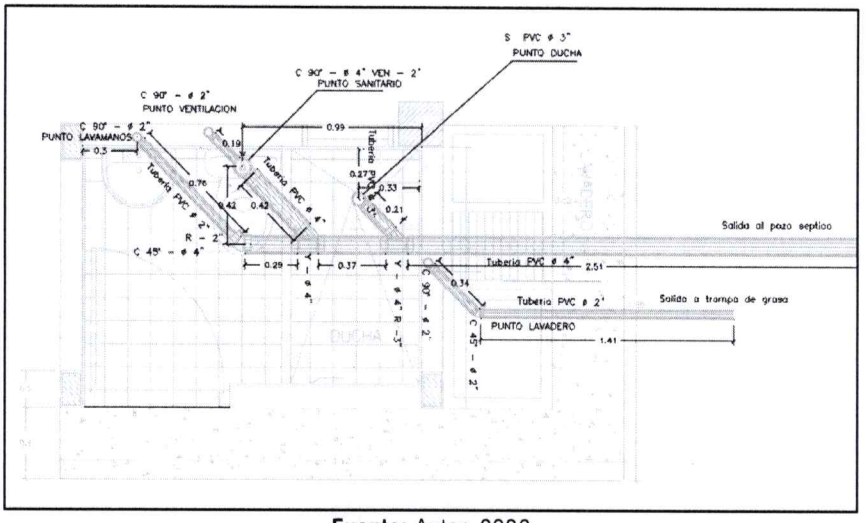
Tabla No 1. RAMAL 1

APARATO	CANTIDAD	UNIDADES DE DESCARGA	UNIDADES TOTAL DE DESCARGA
LAVAMANOS	1	1	1
INODORO	1	3	3
DUCHA	1	2	2
LAVADERO	1	3	3

Fuente: Autor, 2026

TOTAL, DE UNIDADES RAMAL 1= 6

Ilustración 8 Planta Ramal 1



Fuente: Autor, 2026

Teniendo en cuenta los resultados del ramal analizado que corresponde al más crítico se debe utilizar como mínimo tubería de 4" para la línea que conduce al sistema principal.

Tabla. Tramos evaluados

TRAMO		UNIDADES DE	CAUDAL (qo)	DIÁMETRO (ϕ)		VEL (Vlleno)	QLLENO (Qo)	RELACIÓN	RELACIÓN	VEL. REAL	VELREAL	Longitud	PROF. PROYECTAD
DE	HASTA	DESCARGA	Lts/seg	(plg)	(%)	(m/seg)	Lts/seg	(qo/Qo)	(vo/Vlleno)	(m/seg)	(OK/NO)	(m)	(m)
.	C1	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.
R1	RA	6	1.433	4	1.00%	0.96	7.783	0.184	0.6398	0.614	OK	3.93	0.0393
RA	RB	3	1.11	2	1.00%	0.605	1.226	0.905	1.0214	0.618	OK	1.96	0.0196

Las conexiones entre aparatos se realizarán mediante accesorios PVC línea sanitaria.

8.2.1. *Parámetros de diseño*

El tipo de tubería a emplear será PVC unión mecánica, debido a su facilidad de transporte, peso liviano, resistencia al impacto y facilidad de instalación.

Las redes se instalarán preferiblemente en los costados de las vías internas, o en los andenes o las zonas verdes. En todos los casos, se conservarán las distancias mínimas de que se habla a continuación: los tramos enterrados de agua potable se instalarán a una distancia mínima horizontal de 1.50 m de las tuberías de aguas negras. Cuando existan cruces en estas redes, la tubería de agua potable pasará a una distancia vertical de no menos de 50 cm de las demás tuberías.

La presión disponible en cualquier punto de la red debe ser como mínimo la dispuesta para cada uno de los aparatos sanitarios a utilizar.

8.2.2. *Dimensionamiento de tuberías y accesorios*

Para el presente proyecto se diseñó para que la presión en cada aparato cumpla la mínima, por lo que se analizó la ruta crítica que para este caso es donde se encuentra la ducha la cual requiere la mayor presión del sistema.

Ilustración 9 Planta sistema hidráulico baño.

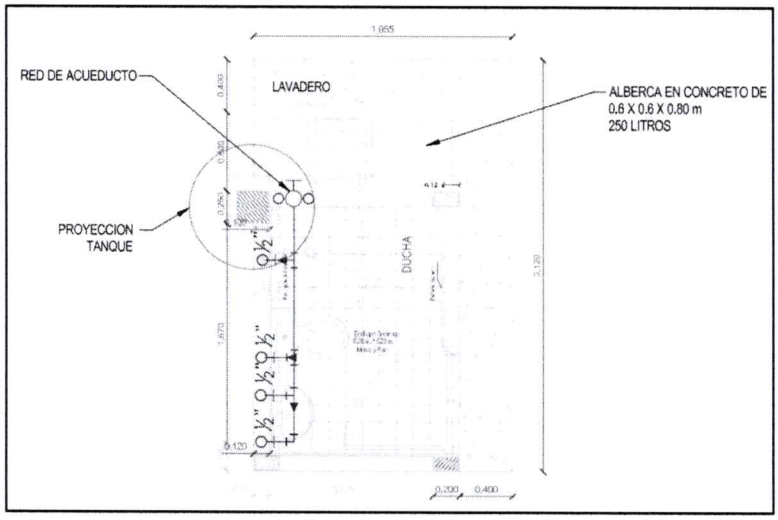


Ilustración 10. Vista corte sistema hidráulico baño.

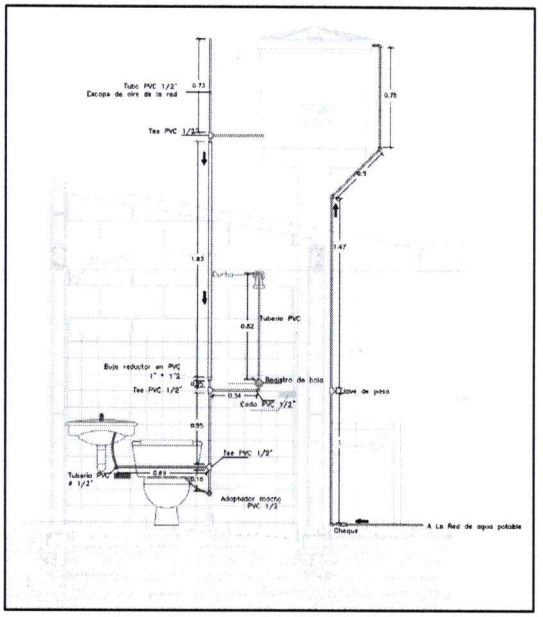


Tabla 5 unidades de consumo por aparatos sanitarios.

Aparatos	Ocupación	Tipo de control del suministro	Unidades de consumo
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque de limpieza	5
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 2,5 cm	10
Orinal	Público	Fluxómetro de Φ = 2,0 cm	5
Orinal	Público	Llave	2
Lavamanos	Público	Llave	4
Tina	Público	Válvula mezcladora	4
Ducha	Público	Válvula mezcladora	4
Fregadero de servicio	Público	Llave	2
Fregadero de cocina	Hotel, restaurante	Llave	4
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque de limpieza	3
Lavamanos	Privado	Llave	1
Bide	Privado	Válvula mezcladora	2
Tina	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha	Privado	Válvula mezcladora	2
Ducha separada	Privado	Válvula mezcladora	2
Fregadero de cocina	Privado	Llave	2
Lavadero de 1 a 3 compartimientos	Privado	Llave	3
Lavadora	Privado	Llave	2
	Pública	Llave	4
Lavaplatos eléctricos	Privado	Llave	3
	Público	Llave	6
1) Los valores de unidades relacionados representan la carga total para el sistema de abastecimiento de agua. Los valores individuales tanto para agua fría como para agua caliente en aparatos que incluyan las dos conexiones se debe tomar como ¾ del valor total relacionado para el aparato.			

Fuente: Capítulo 6 - NTC 1500

Los aparatos a los cuales se suministrará agua son los siguientes:

APARATO	CANTIDAD	UNIDADES DE CONSUMO
LAVAMANOS	1	2
INODORO	1	1
DUCHA	1	3
LAVADERO	1	3
TOTAL	4	9

Cabe decir que la altura mínima de los aparatos son respectivamente 2m para ducha, 0,3 para inodoro y 1m para lavamanos.

Sabiendo la altura de aparatos y unidades de consumo del sistema se procede al cálculo de caudales y perdidas de fricción y locales, una vez determinado estás lo ideal es que se cumplan las presiones mínimas en cada aparato y se determine la altura a la cual se dispondrá el tanque elevado que proporcionará la cabeza de presión para este.

Tabla 6 caudales y presiones mínimas de operación para aparatos sanitarios.

Aparato sanitario	Presión residual mínima en kPa[1]	Caudal mínimo en L/s
Duchas	10	0,32
Sanitario tanque	7	0,19
Sanitario fluxómetro	15	0,95 a 2,5 [2]
Orinal	5	0,19
Orinal fluxómetro	15	0,95
Lavamanos	5	0,19
Vertederos o lavaplatos	5	0,28
Lavadoras	5	0,32
Llaves de manguera	5	0,32

1) La presión residual mínima es la presión en la tubería a la entrada del aparato que se esté considerando.

2) Se presenta un amplio rango de variación debido a los diferentes tipos y diseños de válvulas de fluxómetro para sanitario.

Fuente: Capítulo 6 - NTC 1500

Determinadas las unidades de consumo se procede a establecer los caudales en cada tramo de la red, de acuerdo con las siguientes determinantes:

$$\text{Si } 3<UC<240 \qquad Q=0,1163 * (UC)^{0,6275}$$
$$\text{Si } 260<UC<1000 \qquad Q=0,0740 * (UC)^{0,7504}$$

Donde UC son las unidades de consumo y Q el caudal en el tramo. Con el caudal se debe estimar el diámetro de tubería con tal de que la velocidad sea menor a 2 m/s (6.1.2 NTC 1500).

Con los diámetros y velocidades en los tramos se procede a calcular las pérdidas por fricción y por accesorios que se generan, con las siguientes fórmulas:

$$\mathrm{hf} = \mathrm{J} \times \mathrm{L}$$

$$\mathrm{hf} = \frac{4 * \mathrm{c} * (\mathrm{V})^{1,75}}{(\mathrm{d})^{1,25}} \times L$$

$$hm = \sum km * \frac{V^2}{2g}$$

Donde
c: 0,0001 para PVC
d: diámetro interno de tubería (m)
V: velocidad del agua (m/s)
L: longitud del tramo (m)
km: coeficiente de pérdidas de accesorios
g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s)
Las pérdidas totales en el tramo serán dadas por la siguiente expresión:

$$ht = hf + hm$$

Con las perdidas establecidas para cada tramo se puede determinar la altura mínima del tanque elevado cumpliendo con los parámetros de velocidad y presión en cada aparato.

$$P = Pa - Ht$$

En donde P es la presión del punto hidráulico de interés, y Pa es la presión del punto tanque elevado. Continuado se presenta el cálculo de la altura del tanque.

Tramo				Diámetro								Presion
De	Hasta	UC	Q (L/s)	Nominal pda	Vel (m/s)	L total	J (m/m)	h fric	Km	H local	Htotal	final
-	R0	2		-	-	-	-	-	-	-	-	3.008
R0	R1	2	0.187	1.25	0.164	3.47	0.001	0.003	4	0.005	0.008	3

Sabiendo que la presión mínima en la ducha es la crítica del sistema, de acuerdo a la NTC 1500, es igual a 10Kpa=1m.c.a., y que la altura de la ducha es 2m, se determina que la presión en ese punto es igual a 3 m.c.a., por lo que se determina la altura del tanque elevado, que según resultados debe ser como mínimo de 3,08m; cumpliendo con el dimensionamiento hecho en la red, la cual cumple con lo dispuesto en la NTC 1500 en lo que se refiere a velocidad máxima de 2m/s, por lo que se establece que la red principal debe ser de 1/2" y la que va de la red principal al aparato debe ser de ½". Si se analizan los

resultados si se cumple con estas condiciones de presión en la ducha, por lo cual la presión en el resto de los aparatos cumplirá.

9. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto consiste en la construcción de unidades sanitarias individuales para la recolección, tratamiento y disposición final de las aguas residuales domésticas de comunidades rurales dispersas (de diferentes veredas).

Las unidades sanitarias estarán conformadas por un cuarto de baño dotado con sanitario, ducha y lavamanos externo. El cuarto de baño contará con todas sus conexiones hidráulicas y sanitarias, enchape de paredes y pisos, cubierta en zinc.

Con relación al sistema de tratamiento individual, constará de trampa de grasas, un tanque séptico, un filtro anaeróbico y un campo de infiltración.

Para garantizar la sostenibilidad del proyecto se incluye el componente de Gestión Social orientado al acompañamiento a la población rural con el fin de desplegar la estrategia de entornos saludables en el área de influencia del proyecto en el municipio, este componente está encaminado a reducir los riesgos de enfermedades asociadas con las deficiencias en la calidad del agua y saneamiento e higiene, adicionalmente, promover el uso adecuado, mantenimiento y apropiación de las soluciones de unidades sanitarias y sistemas individuales de tratamiento a implementar.

9.2. DISPOSICIÓN DEL SISTEMA

El diseño elaborado es el soporte técnico del sistema de tratamiento de aguas, residuales, propuesto para una vivienda unifamiliar en una planta. Consta de una trampa de grasas, un tanque séptico, un filtro anaeróbico de flujo ascendente y una trinchera de infiltración, elementos necesarios para el buen funcionamiento del sistema lo cual se constituye en una sencilla y económica solución, que se elabora para mejorar las condiciones ambientales y de salud humana de la comunidad a nivel rural del municipio,

asegurando cobertura en saneamiento y una mejor calidad de vida a los habitantes de la zona rural, que por su dispersión y costos, será imposible tener un sistema de alcantarillado.

Una vez definidas las aguas residuales corrientes (baños, cocina, etc.), estas últimas tendrán como un pre-tratamiento una trampa de grasas, que removerá los residuos de material graso, los cuales perjudican el sistema.

Después los afluentes entraran a la estructura del tanque séptico donde se iniciará una fase de tratamiento primario con la retención apropiada a la clase típica de descarga. Luego pasará, a otra estructura, la cual en el presente proyecto se colocó de forma independiente al séptico, para un mejor manejo operativo y de construcción, llamado filtro anaeróbico de flujo ascendente, que se constituirá en el tratamiento secundario, que mejorará la calidad del efluente primario, luego será conducido finalmente a un pozo trinchera o a un campo de infiltración, para ser percolado por el terreno.

9.3. TANQUE SÉPTICO

Las aguas servidas van al tanque séptico, que es una cámara destinada a retener las aguas, por un periodo aproximado de cinco (5) días, teniendo un proceso de sedimentación en el cual los sólidos se depositan en el fondo del tanque donde se produce una asimilación anaeróbica.

9.3.1. *Población a Atender*

La unidad sanitaria de pozo séptico se calcula para un diseño y número de habitantes definidos razón por la cual los caudales de diseño se calculan partiendo del número de habitantes promedio del censo del proyecto, de acuerdo con las visitas realizadas y la información de campo. El número de habitantes promedio a atender en la región es de 5 habitantes por unidad sanitaria.

9.3.2. *Cálculo Caudal de diseño*

El tanque séptico se diseña bajo el criterio de volumen útil a partir de la contribución de aguas residuales por ocupantes permanentes de clase baja para el caso que compete a sector rural del Municipio:

3.2.1 Volumen Útil

$$Vu = 1000 + \mathrm{Nc}(\mathrm{CT} + \mathrm{KLf}) \quad (\mathrm{E}.7.1)$$

Donde:

Nc = Número de habitantes para el periodo de diseño

C (L/día) = Contribución de aguas residuales por persona. Consideramos el valor sugerido en la Tabla E.7.1 del RAS2. Contribución de aguas residuales por persona, donde se determina clase baja para la vereda.

T (h) = Tiempo de retención. Consideramos el valor sugerido en la Tabla E.7.2 del Título E del RAS conforme a contribución diaria.

K = Tasa de acumulación de lodos digeridos. Consideramos el valor sugerido en la Tabla E.7.3 del Título E del RAS Valores de tasa de acumulación de lodos digerido.

Teniendo en cuenta una temperatura entre 10°C y 20°C y un intervalo de limpieza de 1 año.

Lf (L/día) = Contribución de lodo fresco. Valor sugerido en la Tabla E.7.1 Título E del RAS Contribución de aguas residuales por persona, donde se determina clase baja para la vereda.

Entonces:

$$Vu = 1000 + 5(100*1 + 65*1)$$

Vu=1825 Lts de Volumen útil del tanque séptico.

Volumen útil. Reemplazando en la expresión que utilizan empresas prestadoras de servicio en Colombia Vu = C*Nc*T

Vu = 500L

Vu = 0.5m3

Vu RAS (adoptado) = 1.8m3

9.3.3. *Volúmenes de lodos*

- Volumen de lodos. Se determina a partir de la diferencia entre las expresiones del volumen útil del Título E del RAS, que contempla la contribución de lodo fresco y la tasa de acumulación de lodos; y la de EAA

de Colombia que no incluye la contribución de lodo. Por lo tanto, al estimar su diferencia es posible obtener el volumen de lodos.

VL RAS-EAAB = 1.3 m3

Porcentaje equivalente al volumen de lodos respecto al volumen útil adoptado.

% = 72.2%

Tasa de acumulación de lodo. Valor sugerido en el Numeral 25.2 Tanque Séptico, del libro de Tratamiento de aguas residuales de Jairo A. Romero Rojas. Se toma tasa de acumulación de lodo de 0,04 m3/percápita*año.

Ta = 0.2 m3/c.año

Tasa de acumulación de lodo. Consideramos el valor sugerido en el Numeral 25.2 Tanque Séptico, del libro de Tratamiento de aguas residuales de Jairo A. Romero Rojas. Donde se considera una capacidad disponible para lodo de un tercio del volumen del tanque séptico.

VL = 0.17 (Vu EAA.../3) (m3)

Tasa de acumulación de lodo. Consideramos el valor sugerido en el Numeral 25.2 Tanque Séptico, del libro de Tratamiento de aguas residuales de Jairo A. Romero Rojas. Donde se considera una capacidad disponible para lodo de un tercio del volumen del tanque séptico.

VL = 0.60 (Vu RAS/3) (m3)

9.3.4. *Dimensionamiento del pozo séptico*

Para el dimensionamiento del pozo séptico debe cumplir con el Articulo 173 de la Resolución 330 de 08 de junio de 2017:

- El tiempo de retención hidráulica debe estar entre 12 a 24 horas.

- La Relación Largo – Ancho mínima es de 2:1 y máxima 5:1

- La profundidad útil debe estar entre los valores mínimos de la tabla 25 de la resolución 330 de 08 de junio de 2017.

Profundidad útil (h). Consideramos el valor sugerido en la Tabla E.3.3 Título E RAS Valores de profundidad útil: volumen útil < 6 m3 se recomienda "h" entre 1,2m y 2,2m; volumen útil entre 6 m3 y 10m3 se recomienda "h" entre 1,5m y 2,5m; volumen útil > 10 m3 se recomienda "h" entre 1,8m y 2,8m. Se promedia o interpola.

h=1.2m

Área superficial = Vu/h

Área superficial = 1.52m2

B = Ancho. Se adopta relación largo L - ancho B de 2:1 Expresión B=(As/2) ^ 0,5. (Numeral 2 artículo 173 Resolución 330 de 2017)

B= 0.87m

B(adoptado) = 1m

L = Adoptamos una relación largo L - ancho B de 2:1

L = 2m

As = 2x1 = 2m2

Vu = 1.825m3

Donde:

Vu = volumen útil en litros

Nc = número de contribuyentes beneficiados, 5 beneficiarios.

C = Valor de contribución de agua, para este caso se adoptó el valor correspondiente a usuarios permanentes clase baja, determinado por la siguiente tabla:

Tabla 7 Contribución de agua residual y lodo

Predio	Unidades	Contribución de aguas residuales (C) y lodo fresco Lf (L / día)	
Ocupantes permanentes Residencia		C	L_f
Clase alta	persona	160	1
Clase media	persona	130	1
Clase baja	persona	100	1

T = Este valor corresponde al tiempo de retención de acuerdo a la contribución diaria en litros, como se diseña para una unidad de vivienda y con el promedio de 5 contribuyentes; este valor de contribución está en los rangos hasta 1.500 litros, correspondiente a 24 horas o 1 día de la tabla E.7.2.

Tabla 8 Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	Días	Horas
Hasta 1,500	1,00	24
De 1,501 a 3,000	0,92	22
De 3,000 a 4,500	0,83	20
4,501 a 6,000	0,75	18
6,001 a 7,500	0,67	16
7,501 a 9,000	0,58	14
más de 9,000	0,50	12

Fuente: RAS, Titulo E

K = Corresponde a los valores de acumulación de lodos digeridos Tabla E.7.3 de acuerdo al rango de temperatura ambiente en °C, se asumió un intervalo de limpieza de 1 año para temperaturas entre 10°C y 20°C un valor de k de 65.

Tabla 9 Valores de tasa de acumulación de lodos digeridos

Intervalo de limpieza (años)	Valores de K por intervalo temperatura ambiente (t) en °C		
	$t \leq 10$	$10 \leq t \leq 20$	$t \geq 20$
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fuente: RAS, Titulo E

Entonces:

Variable	Unidad	Valor	Fuente
Número de Contribuyentes: *Nc*	Hab.	5	Estudio beneficiarios del proyecto
Contribución de aguas residuales: *C*	L/día/hab.	100	Contribución para predio de ocupantes de clase baja (Tabla E.7.1 RAS)
Lodo fresco al día *Lf*	L/día/hab.	1	Contribución para predio de ocupantes de clase baja (Tabla E.7.1 RAS)
Tiempo de retención:*T*	día	1	Para contribución diaria inferior a 1500 L (Tabla E.7.2 RAS)
Tasa de acumulación de lodos digeridos: *K*		65	Para intervalo de limpieza de 1 año y una temperatura entre 10°C y 20°C (Tabla E.7.3 RAS)

9.4. FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE EI FAFA

Es un reactor diseñado para llevar a cabo un tratamiento anaerobio empleando un crecimiento de biomasa (poblaciones microbiológicas) por adherencia a un medio de soporte o lecho que puede ser de grava o relleno sintético (Ramalho, 1993). Es llamado de flujo ascendente porque la entrada del agua residual al sistema se hace por el punto más bajo y el sentido del flujo dentro del filtro asciende a través del medio de soporte hasta llegar a la salida. Este sistema se construye con el objetivo de tratar las aguas provenientes del tanque séptico. De acuerdo con la bibliografía, son sistemas eficaces que pueden alcanzar remociones de hasta el 90% en DBO y 75% en SST, que complementado con las remociones que ocurren en el sistema primario (Tanque Séptico) cumpliría con la norma de vertimientos.

9.4.1. *Material de Soporte*

Generalmente el material de soporte utilizado es grava o canto rodado con diámetro entre 4 y 7 cm según el rango sugerido por el RAS. Sin embargo, las empresas proveedoras de tanques de sistemas de tratamiento prefabricados, ofrecen materiales filtrantes sintéticos con un área de contacto mucho mayor que la grava tradicional, y esto permite que se optimice la eficiencia del sistema.

9.4.2. *Tiempo de Retención Hidráulica (TRH)*

En la tabla E.4.29 del RAS, aparecen los valores de tiempo de retención hidráulica que se deben usar de acuerdo con las características del agua residual. Para este caso, se establece un TRH de 5hr correspondiente al rango de concentración orgánica de 80 a 300 mg/L.

Tabla 10 Tiempos de retención

Rango de la concentración orgánica del afluente al filtro anaerobio. (Expresada en DBO_{5TOTAL} en mg/L)	Rango del tiempo de retención hidráulica en el filtro anaerobio. Se expresa t_{min}, t_{max}, t_{d1} y t_{d2}. Donde el tiempo de diseño t_d es igual a $(t_{d1} + t_{d2})/2$. (horas)				Valores del coeficiente característico del substrato en digestión, K, para un substrato "típico" doméstico o municipal, correspondiente a los t expresados en la columna anterior			
	t_{min}	t_{d1}	t_{d2}	t_{max}	Para t_{min}	Para t_{d1}	Para t_{d2}	Para t_{max}
Mínima : 50 Co (media): 65 Máxima: 80	3.0	4.0	6.5	12	1.4	1.5	1.6	1.8
Mínima : 80 Co (media): 190 Máxima: 300	2.5	4.0	6.5	12	1.0	1.1	1.3	1.7
Mínima : 300 Co (media): 650 Máxima: 1000	2.5	4.0	6.5	12	1.4	1.6	1.8	2.1
Mínima : 1000 Co(media): 3000 Máxima: 5000	3.0	6.0	8.0	12	1.7	1.9	2.1	2.5

Fuente: RAS, Titulo E

9.4.3. *Volumen del FAFA*

De acuerdo con el RAS Se calcula con la siguiente expresión: Vf = 1,60*Nc*C*T (E.7.2 Título E RAS). Otros autores consideran la misma expresión sin afectarla por el factor 1,60, con lo que se logra un volumen alrededor del 60% comparado con la expresión del Título E RAS. Donde Nc, C y T se definieron anteriormente.

Vf = 5x100x1 lts

Vf = 500lts

Vf = 0.5m3

Valor sugerido en el Numeral E.3.4.3.5.3 del Título E RAS, donde la altura del medio filtrante es 1,8m para cualquier volumen de dimensionamiento. Para sépticos de vivienda unifamiliar, el volumen de lecho filtrante calculado es tan solo de 0.5m3. Se adopta 0.8m3, que representa 60% más de lo calculado.

Área del medio filtrante. Expresión As = Vf/1.80, tomada del numeral E.3.4.3.5.2 del Título E RAS.

As = 0.28m2

Ancho del medio filtrante. Se mantiene el ancho del tanque séptico por facilidad constructiva.

B = 1m

Largo del medio filtrante. Expresión L=As/B

L = 0.3m

L(adoptado) = 1m

h(adoptado) = 0.8m

Vf = h * L * B

Vf = 0.8m3 (Recalculado)

9.5. TRAMPA DE GRASA. (Artículo 172 de la Resolución 330 de 08 de junio de 2017)

Hace el pre-tratamiento de las aguas de la cocina, las cuales presentan sustancias grasosas o aceitosas, que impedirán posteriormente el buen funcionamiento del sistema. La estructura es una caja de mampostería pañetada e impermeabilizada de 0.60 * 0.60 * 0.6 metro de profundidad de lámina de agua, con tapa de concreto reforzado removible, con capacidad aproximada de: 0.6x0.6x0.6= 0.22 M3, con borde libre de 0.20 mts, con entradas y salidas en tubería de diámetro 4 ", sumergidas y diferente altura, de entrada y salida, lo que hace que el material graso flote, para ser retirado periódicamente.

De acuerdo con la tabla E.3.1 del RAS se toma un caudal de 72 l/min igual a 1.2 Lts/s o 0.0012 m3/s.

Tabla 11 Capacidades de retención de grasa

Tipo de afluente	Caudal (L/min)	Capacidad de retención de grasa (kg)	Capacidad máxima recomendada (L)
Cocina de restaurante	56	14	190
Habitación sencilla	72	18	190
Habitación doble	92	23	240
Dos habitaciones sencillas	92	23	240
Dos habitaciones dobles	128	32	330
Lavaplatos para restaurantes			
Volumen de agua mayor de 115 litros	56	14	115
Volumen de agua mayor de 190 litros	92	23	240
Volumen entre190 y 378 litros	144	36	378

Para este caudal la tabla E.3.2 recomienda un tiempo de retención de 3 minutos equivalente a 180 segundos.

Tabla 12 Tiempos de retención

Tiempo de retención (minutos)	Caudal de entrada (L/s)
3	2 - 9
4	10 - 19
5	20 o más

9.5.1. *Volumen trampa grasa proyectada*

$$V = Q * Tr = 0{,}0012 * 180 = 0{,}22 m3$$

El volumen calculado para el tiempo de retención es congruente para las dimensiones libres dadas a la trampa de grasa.

Dimensiones finales:

Ancho= 0.6 mts

Largo: 0.6 mts

Profundidad útil=0.6 mts

Profundidad total=0.8 mts

Con estas dimensiones se tiene un volumen útil de: 0.6x0.6x0.6=0.22 m3

Se sabe que el valor de la carga superficial (qs, debe estar entre los valores de 2.5 - 4 lps/m^2, por los cual se asume un valor qs= 4 lps/m^2.

Qs = 1,2 / (0.6x0.6) = 3.33 m2, se encuentra en el rango.

9.6. DIMENSIONAMIENTO & ASPECTOS TÉCNICOS CAMPO DE INFILTRACIÓN

9.6.1. *Localización*

El campo de infiltración consiste en una serie de trincheras angostas, relativamente superficiales rellenadas con un medio poroso (normalmente grava), con tuberías enterradas que tienen perforaciones en la parte inferior y que reparten en el suelo, de forma homogénea el agua residual parcialmente tratada y clarificada, para permitir su tratamiento y disposición en el terreno, empleando los principios de la geodepuración. Deben localizarse aguas abajo de los tanques sépticos o STAR, y deben ubicarse en suelos cuyas características permitan una absorción del agua residual que sale de los tanques sépticos a fin de no contaminar las aguas subterráneas. Los canales de infiltración deben localizarse en un lecho de piedras limpias cuyo diámetro debe estar comprendido entre 10 y 60 mm.

9.6.2. *Dimensionamiento*

Luego de haber hecho pasar las aguas residuales por un tanque séptico o una PTAR, este efluente parcialmente tratado puede ser llevado a un campo de infiltración. Lo primero que debe realizarse para el emplazamiento de un sistema individual que contemple como disposición final un campo de infiltración, es evaluar si el suelo es apto para funcionar como sistema de depuración, para que posteriormente se proceda a calcular el área necesaria, a partir de la tasa de infiltración determinada por la prueba de infiltración. Una vez que se haya determinado la tasa de infiltración (min/cm) con la prueba en campo, este valor se relacionará con los valores de carga hidráulica y absorción efectiva de la siguiente tabla.

Tasa de Infiltración (min/cm)	Carga hidráulica ($m^3/m^{2*}d$) ó (m/d)	Ancho de zanja (m)	Profundidad de zanja (m)	Absorción efectiva (m^2/m)	Separación de zanjas (m)
<0,4	No es recomendable su uso				
0,4 – 0,8	0,058	0,45	0,5 a 1,0	1,3	1,9
0,8 – 1,2	0,047	0,60	0,5 a 1,0	1,8	1,9
1,2 – 2	0,038	0,60	0,5 a 1,0	2,0	1,9
2 – 4	0,030	1,00	0,50 a 1,25	2,4	2,3
4 – 12	0,016	1,25	0,50 a 1,25	3,0	2,8
12 – 24	0,008	1,25	0,50 a 1,25	4,0	2,8
>24	No es recomendable su uso				

Con los valores de tasa de infiltración, carga hidráulica y absorción efectiva, se procede a calcular la superficie útil del campo de infiltración, empleando la siguiente expresión:

$$A = \frac{Qmd}{Ch \cdot Ae}$$

Donde,

A Superficie útil del campo de infiltración (m2)
Qmd Caudal medio diario de aguas residuales (m3/d)
Ch Carga hidráulica (m/d)
Ae absorción efectiva (m2/m)

El número de zanjas y tuberías perforadas se calcula así:

$$Numero\ de\ zanjas = \frac{A}{b \cdot l}$$

Donde,

A Superficie útil del campo de infiltración (m2)
B Ancho de zanja (m)
L Longitud de zanja (m)
La máxima longitud de zanja permitida es de 30 m. (Artículo 177 de la resolución 330 de 2017)

9.6.3. *Análisis de Infiltración*

Procedimiento No. 1

El tipo de terreno en general de los patios o sitios donde se ubicará el sistema de tratamiento para cada letrina es un material areno arcilloso, con condiciones medias de absorción e infiltración. Un campo de infiltración sería el adecuado para la distribución final de las aguas al medio ambiente.

$$Qmd = \frac{Dotación * Población}{86.400} \ (l/s)$$

La Dotación es de 100 L/Hab/Día

La población promedio es de 5 Hab/Vivienda

$$Qmd = 100 * 5 = 500 \frac{l}{dia} = 0.5 \ m3/día$$

Teniendo en cuenta el estudio de suelos, podemos observar que las tasas de infiltración varían entre 5 y 14 min/cm, la cual corresponde a suelos semipermeables o de permeabilidad media, los cuales poseen una carga hidráulica de 0.030 - 0.016 m3/m2*d y una absorción efectiva de 2.4 - 3 m2/m.

Con el caudal medio, la carga hidráulica y la absorción efectiva calculamos el área superficial del campo de infiltración:

$$A = \frac{Qmd}{Ch * Ae} \ (m2)$$

$$A = \frac{0.5}{0.030 * 2.4} = 6.94m2$$

Considerando una disponibilidad de terreno para una longitud de zanja de 3m y tomando un ancho de zanja de 0,50 m, el número de zanjas será:

$$Numero\ de\ Zanjas = \frac{A}{b * l}$$

$$Numero\ de\ Zanjas = \frac{6.94}{0.5 * 3} = 5$$

Construiremos un campo de infiltración con un tubo principal de 4 pulgadas de diámetro y longitud 5metros, del cual saldrán 5 ramales en tubería de 3" de 3.0 mts.

Las zanjas vendrán a una profundidad de 0.4mts y un ancho de zanja de 0.5mts, tubería recubierta en grava o piedra china o piedra lavada de la región.

Procedimiento No. 2

El reglamento técnico del sector agua potable y saneamiento básico recomienda en el Titulo E.3.5.1.3 RAS y en la resolución 330 de junio de 2017 en el artículo 177 utilizar una tasa de aplicación menor que o igual a 100 L/dia/m^2 para los efluentes de tanques sépticos, y periodos de aplicación no mayores de 6 horas.

Cálculo del área de absorción:

$$A = Q \times P / R$$

Donde:
A = área de absorción m2
Q = caudal en lts/hab/dia
P, numero habitantes promedio por vivienda
R = tasa de infiltración = 100litros/m2-d.
A = 100 x 5 / 100 = 5 m2

Considerando una disponibilidad de terreno para una longitud de zanja de 2 m y tomando un ancho de zanja de 0,50 m, el número de zanjas será:

$$Numero\ de\ Zanjas = \frac{A}{b * l}$$

$$Numero\ de\ Zanjas = \frac{5}{0.5 * 2} = 5$$

Construiremos un campo de infiltración con un tubo principal de 4 pulgadas de diámetro y longitud 2 metros, del cual saldrán 5 ramales en tubería de 3" de 1.0 mts. Las zanjas vendrán a una profundidad de 0.5mts y un ancho de zanja de 0.5mts, tubería recubierta en grava o piedra china o piedra lavada de la región.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La solución propuesta basada en unidades básicas sanitarias con sistema de tratamiento mediante tanque séptico, filtro FAFA y campo de infiltración demuestra ser adecuada frente a las condiciones geográficas, geotécnicas y sociales de las veredas beneficiadas del municipio de Hato Corozal. Su diseño cumple con la normatividad vigente (RAS 2017, Resolución 0330 de 2017, NTC 1500 y NSR-10) y responde efectivamente a la problemática sanitaria rural diagnosticada.

- El análisis geotécnico confirma que las condiciones del suelo permiten una cimentación superficial segura y que la tasa de infiltración es suficiente para garantizar la correcta disposición del efluente tratado. Esto respalda la viabilidad operativa del sistema y sugiere que no se requieren tratamientos especiales del terreno, reduciendo los costos y tiempos de ejecución.

- La implementación del sistema contribuirá a eliminar prácticas de defecación al aire libre, evitar la contaminación de fuentes hídricas y reducir la propagación de enfermedades gastrointestinales. Además, mejora la dignidad, privacidad y calidad de vida de las familias rurales, especialmente mujeres, niños y adultos mayores.

Se recomienda:

- Coordinar con las comunidades beneficiarias la programación de obras, asegurando su participación en tareas básicas (adecuación del terreno, vigilancia, uso responsable).

- Garantizar que el contratista disponga de personal capacitado en construcción de soluciones sanitarias rurales y sistemas sépticos.

- Para asegurar la funcionalidad en el largo plazo se sugiere:

- Implementar un programa de capacitación para usuarios sobre el uso, mantenimiento y cuidado de las unidades sanitarias y sistemas de tratamiento.

- Crear un esquema comunitario o institucional de seguimiento (por ejemplo, a través de líderes veredales o comités de agua).

- Establecer un cronograma de visitas técnicas post-construcción (6 y 12 meses) para verificar el funcionamiento del sistema y aplicar correctivos si es necesario.

Elaboró:

JORGE ELIECER CASTELLANOS SILVA
INGENIERO CIVIL
M.P. No. 25202-126752

11. ANEXOS

Anexo 1. Planos arquitectónicos y de instalaciones

Anexo 2. Memorias de cálculo hidrosanitaria y de tratamiento

Anexo 3. Estudio geotécnico completo

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HA

| COMPONENTE AMBIENTAL | ELEMENTO | ETAPA | PRECONSTRUCTIVA | | |

FD CORDZAL, CASANARE"

CONSTRUCTIVA

| CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO (Trampa Grasas, Tanque Septico, Filtro Anaerobio y Campo de Infiltracion) | | |

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE"

COMPONENTE AMBIENTAL	SUB-COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO	ETAPA	PRECONSTRUCTIVA		CONSTRUCTIVA															
			ACTIVIDADES	PRECONTRACTUAL		CONSTRUCCION UNIDAD SANITARIA								CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO (Trampa Grasas, Tanque Septico, Filtro Anaerobio y Campo de Infiltracion)						RESTAURACION Y ABANDONO	
			IMPACTOS / ASPECTOS	Contratación de personal, bienes y servicios		Replanteo y localización , excavaciones manuales y transporte de material		Formaletas, Amarre e instalacion de acero, instalación de tuberias hidrosanitarias y electricas		Elaboracion de morteros, concretos y Establecimiento de muros y pañete y alistado de pisos		Instalacion cubierta, enchapes y /u obra blanca		Replanteo y localización , excavaciones manuales, compactacion y transporte de material		Formaletas, Amarre e instalacion de acero, instalación de tuberia		Elaboracion de morteros, concretos, Establecimiento de muros, alistado de placas e impermeabilizacion		Nivelacion de terreno y paisajismo de areas intervenidas	
				CA	I	CA	I	CA	I	CA	I	CA	I	CA	I	CA	I	CA	I	CA	I
FÍSICO	GEOSFERICO	SUELO	Alteración de las caracteristicas fisicoquimicas y biológicas del suelo			-	-39	-	-38	-	-41			-	-38	-	-25	-	-41	-	-20
		PAISAJE	Disminución de la calidad estructural y funcional del entorno			-	-43	-	-28	-	-40			-	-28	-	-20	-	-40	-	-12
		GEOFORMAS	Modificación de la forma del terreno			-	-33	-	-28	-	-41			-	-28	-	-38	-	-41	-	-16
	ATMOSFERICO	AIRE	Contaminacion atmosférica			-	-35	-	-12	-	-25	-	-20	-	-12	-	-23	-	-25	-	-19
			Alteración en los niveles de presión sonora			-	-27	-	-24	-	-25	-	-25	-	-24	-	-20	-	-25		
	HIDRICO	AGUA SUPERFICIAL	Afectación sobre la calidad del agua							-	-24							-	-24		
BIÓTICO	ECOSISTEMA TERRESTRE	FAUNA	Afectación a la fauna silvestre			-	-21							-	-20						
			Alteración del habitat			-	-27					-	-25								
		COBERTURA VEGETAL	Modificacion/disminucion de la cobertura vegetal			-	-30		-22	-	-30			-	-22			-	-30	-	-24
SOCIO-ECONÓMICO	DIMENSION ESPACIAL	CALIDAD DE VIDA	Generación de empleo	+	30																
			Aumento del flujo vehicular			-	-21							-	-12						
			Alteración calidad de la infraestructura vial			-	-21							-	-21						
			Emisiones de material particulado			-	-12	-	-22	-	-41	-	-25	-	-12	-	-22	-	-41	-	-31
			Generación de ruido			-	-12	-	-24	-	-28	-	-34	-	-21	-	-28	-	-28		
	DIMENSION CULTURAL	ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS	Generación de expectativas	+	30	+	30	+	27	+	30	+	15	+	30	+	15	+	15	+	15
		PATRIMONIO ARQUEOLOGICO	Intervención de áreas con potencial arqueologico																		

Elaboró:

JORGE ELIECER CASTELLANOS
M.P. 25202-126752 CND

		PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE"												
COMPONENTE AMBIENTAL	SUB-COMPONENTE AMBIENTAL	ELEMENTO	ETAPA	PRECONSTRUCTIVA	CONSTRUCTIVA								POST-CONSTRUCTIVA
			ACTIVIDADES	PRECONTRACTUAL	CONSTRUCCION UNIDAD SANITARIA				CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE TRATAMIENTO (Trampa Grasas, Tanque Septico, Filtro Anaerobio y Campo de Infiltracion)				RESTAURACION Y ABANDONO
			ASPECTOS / IMPACTOS	Contratación de personal, bienes y servicios	Replanteo y localización , excavaciones manuales y transporte de material	Formaletas, Armare e instalacion de acero, instalación de tuberias hidrosanitarias y electricas	Elaboracion de morteros, cocnretos y Establecimiento de muros y pañete y alistado de pisos	Instalacion cubierta, enchapes y /u obra blanca	Replanteo y localización , excavaciones manuales, compactacion y transporte de material	Formaletas, Armare e instalacion de acero, instalación de tuberia	Elaboracion de morteros, cocnretos, Establecimiento de muros, alistado de placas e impermeabilizacion	Nivelacion de terreno y paisajismo de areas intervenidas	
FÍSICO	GEOSFERICO	SUELO	Alteración de las características fisicoquímicas y biológicas del suelo		-	-	-		-	-	-	-	
		PAISAJE	Disminución de la calidad estructural y funcional del entorno		-	-	-		-	-	-	-	
		GEOFORMAS	Modificación de la forma del terreno		-	-	-		-	-	-	-	
	ATMOSFÉRICO	AIRE	Contaminación atmosférica		-	-	-	-	-	-	-	-	
			Alteración en los niveles de presión sonora		-	-	-	-	-	-	-	-	
	HÍDRICO	AGUA SUPERFICIAL	Afectación sobre la calidad del agua				-				-		
BIÓTICO	ECOSISTEMA TERRESTRE	FAUNA	Afectación a la fauna silvestre		-	-		-	-				
			Alteracion del habitat		-	-		-	-				
		COBERTURA VEGETAL	Modificación/disminucion de la cobertura vegetal		-	-	-		-		-	-	
SOCIO-ECONÓMICO	DIMENSIÓN ESPACIAL	CALIDAD DE VIDA	Generacion de empleo	+									
			Aumento del flujo vehicular		-				-				
			Alteración calidad de la infraestructura vial		-				-				
			Emisiones de material particulado		-	-	-	-	-	-	-	-	
			Generación de ruido		-	-	-	-	-	-	-	-	
	DIMENSIÓN CULTURAL	ESTRATEGIAS ADAPTATIVAS	Generacion de expectativas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
		PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	Intervención de áreas con potencial arqueológico										

Elaboró:

JORGE ELIECER CASTELLANOS
M.P. 25202-126752 CND

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS EN EL MUNICIPIO DE HATO COROZAL, CASANARE"						
AMENAZA			VULNERABILIDAD		RIESGO	
TIPO	IDENTIFICACION	PROBABILIDAD	IDENTIFICACION	GRAVEDAD		
EXOGENAS	Sismicidad	2	Social	2	4	ACEPTABLE
			Fisico/Biotico	2	4	ACEPTABLE
			Proyecto	1	2	ACEPTABLE
	Deslizamiento	2	Social	1	2	ACEPTABLE
			Fisico/Biotico	2	4	ACEPTABLE
			Proyecto	2	4	ACEPTABLE
	Accion de protesta social	2	Social	5	10	TOLERABLE
			Fisico/Biotico	2	4	ACEPTABLE
			Proyecto	5	10	TOLERABLE
	Accidentes por terceros	1	Social	1	1	ACEPTABLE
			Fisico/Biotico	1	1	ACEPTABLE
			Proyecto	2	2	ACEPTABLE
ENDOGENAS	Accidentes Laborales	1	Social	1	1	ACEPTABLE
			Fisico/Biotico	1	1	ACEPTABLE
			Proyecto	2	2	ACEPTABLE
	Derrame de Combustibles y Lubricantes	3	Social	2	6	TOLERABLE
			Fisico/Biotico	2	6	TOLERABLE
			Proyecto	5	15	TOLERABLE
	Incendios	3	Social	1	3	ACEPTABLE
			Fisico/Biotico	1	3	ACEPTABLE
			Proyecto	2	6	TOLERABLE
	Accidentes de Vehiculos	2	Social	1	2	ACEPTABLE
			Fisico/Biotico	1	2	ACEPTABLE
			Proyecto	5	10	TOLERABLE
	Derrumbes	2	Social	1	2	ACEPTABLE
			Fisico/Biotico	1	2	ACEPTABLE
			Proyecto	5	10	TOLERABLE

Elaboró:
JORGE ELIECER CASTELLANOS
M.P. 25202-126752 CND