DISEÑO HIDROSANITARIO

DISEÑO HIDROSANITARIO

PROYECTO:

MEJORAMIENTO Y ADECUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICO DE LOS CENTROS EDUCATIVOS UWA CALAFITAS 1 MANUEL PÉREZ, ALTO SAN MIGUEL Y SEDE TUTAKANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

PRESENTADO A:

GOBERNACIÓN DE ARAUCA

JUNIO DE 2026

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN....3
2. OBJETIVO GENERAL....4
2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS....4
3. JUSTIFICACIÓN....5
4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO....6
4.1 MUNICIPIO SARAVENA – DEPARTAMENTO DE ARAUCA....6
4.2 ECOLOGIA....7
4.3 ECONOMÍA....8
4.4 ZONA DEL PROYECTO....9
5. MARCO LEGAL....9
6. MARCO CONCEPTUAL....10
7. DISEÑO HIDROSANITARIO....13
7.1 RED DE AGUA POTABLE....13
7.1.1 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL....13
7.1.2 PRESIÓN MINIMA EN LA RED....14
7.1.3 PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA....14
7.1.4 PERDIDAS POR ACCESORIOS EN LA TUBERÍA....15
7.1.5 APARATOS DEL PROYECTO....18
7.2 RED SANITARIA....23
7.2.1 PENDIENTES MINIMAS....23
7.2.2 MATERIAL DE LAS TUBERIAS....23
7.2.3 ECUACIÓN DE MANNING....23
7.2.4 FUERZA TRACTIVA....24
7.2.5 DIMENSIÓN DE COLECTORES....25
7.2.6 VERIFICACIÓN HIDRAULICA....25
RECOMENDACIONES....27
CONCLUSIONES....28

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al **Diseño Hidrosanitario** del proyecto denominado **"Mejoramiento y Adecuación de la Infraestructura Física de los Centros Educativos U'wa Calafitas 1 Manuel Pérez, Alto San Miguel y Sede Tutakana del Municipio de Saravena, Departamento de Arauca"**, el cual tiene como propósito establecer las condiciones técnicas necesarias para garantizar un adecuado suministro de agua potable, así como la recolección, conducción y disposición de las aguas residuales y pluviales generadas por las edificaciones proyectadas.

El diseño hidrosanitario se desarrolla teniendo en cuenta las necesidades actuales y futuras de la comunidad educativa, procurando la implementación de sistemas eficientes, seguros y sostenibles que permitan asegurar la continuidad y calidad de los servicios básicos. Para ello, se consideran los parámetros de consumo de agua, la dotación requerida según el uso de las instalaciones, las características arquitectónicas del proyecto y las condiciones propias del entorno donde se ubican las sedes educativas.

Así mismo, el diseño se fundamenta en la normatividad técnica vigente aplicable en Colombia, incluyendo las disposiciones establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), la Norma Sismo Resistente NSR-10 en lo pertinente a instalaciones hidrosanitarias y la Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023 – Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias (Sexta edición), la cual establece los requisitos mínimos para el diseño, instalación, modificación, reparación y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable, desagüe, ventilación y demás componentes de las instalaciones hidrosanitarias en edificaciones, constituyendo un referente técnico fundamental para el desarrollo del presente proyecto.

El desarrollo de este estudio busca proporcionar soluciones técnicamente viables que optimicen el funcionamiento de las redes hidráulicas y sanitarias, garantizando condiciones adecuadas de salubridad, higiene y confort para estudiantes, docentes y personal administrativo, contribuyendo de esta manera al fortalecimiento de la infraestructura educativa y al mejoramiento de la calidad de vida de la población beneficiaria en el municipio de Saravena, departamento de Arauca.

2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema hidrosanitario para el proyecto "Mejoramiento y Adecuación de la Infraestructura Física de los Centros Educativos U'wa Calafitas 1 Manuel Pérez, Alto San Miguel y Sede Tutakana del Municipio de Saravena, Departamento de Arauca", garantizando el abastecimiento adecuado de agua potable y la correcta recolección, conducción y disposición de las aguas residuales, mediante criterios técnicos y de ingeniería que cumplan con la normatividad colombiana vigente, en especial el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), la Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023 (Sexta edición) y las demás disposiciones aplicables, con el fin de asegurar la funcionalidad, seguridad, salubridad y sostenibilidad de las instalaciones proyectadas

2.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la demanda de agua potable requerida para las edificaciones proyectadas, con base en la ocupación, el uso de las instalaciones y los parámetros establecidos en la normatividad técnica vigente.
- Diseñar la red de distribución de agua potable, definiendo los diámetros, materiales, accesorios y condiciones hidráulicas necesarias para garantizar un suministro eficiente y continuo a todos los puntos de consumo.
- Diseñar el sistema de evacuación de aguas residuales domésticas, estableciendo las redes de desagüe, ventilación y demás elementos requeridos para asegurar su correcto funcionamiento y disposición.
- Realizar los cálculos hidráulicos necesarios para verificar el correcto desempeño de las redes proyectadas, asegurando velocidades, presiones y capacidades acordes con los criterios de diseño establecidos.
- Definir las especificaciones técnicas de los materiales, equipos y accesorios que conforman los sistemas hidrosanitarios, procurando soluciones funcionales, durables y de fácil mantenimiento.
- Garantizar que el diseño de las instalaciones hidrosanitarias cumpla con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), la Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023 (Sexta edición) y las demás normas técnicas y reglamentarias aplicables en Colombia.
- Proporcionar la documentación técnica necesaria, incluyendo planos, memorias de cálculo y especificaciones, que sirvan de base para la

correcta ejecución, supervisión y operación de las instalaciones hidrosanitarias del proyecto.

3. JUSTIFICACIÓN

El diseño hidrosanitario para el proyecto "Mejoramiento y Adecuación de la Infraestructura Física de los Centros Educativos U'wa Calafitas 1 Manuel Pérez, Alto San Miguel y Sede Tutakana del Municipio de Saravena, Departamento de Arauca" surge de la necesidad de dotar a las nuevas edificaciones de sistemas adecuados para el abastecimiento de agua potable y la evacuación de aguas residuales, garantizando condiciones óptimas de funcionamiento, salubridad e higiene para la comunidad educativa.

Dentro del alcance del proyecto se contempla la construcción de una batería sanitaria y un comedor escolar, espacios que requieren una infraestructura hidrosanitaria técnicamente diseñada para asegurar el suministro continuo de agua a los diferentes aparatos sanitarios y puntos de consumo, tales como sanitarios, orinales, duchas, lavamanos y lavaplatos, así como la correcta recolección y disposición de las aguas servidas generadas durante su operación.

Particularmente, la instalación de lavamanos en las baterías sanitarias y en las áreas destinadas al servicio de alimentación escolar constituye un elemento fundamental para promover hábitos adecuados de higiene personal y manipulación de alimentos, contribuyendo a la prevención de enfermedades y al fortalecimiento de las condiciones sanitarias dentro de las instituciones educativas.

La implementación de un diseño hidrosanitario adecuado permitirá además optimizar el funcionamiento de las redes internas, garantizar la eficiencia hidráulica de las instalaciones, minimizar riesgos de fugas o fallas operativas y facilitar las labores futuras de mantenimiento, asegurando una vida útil prolongada de la infraestructura.

En consecuencia, el presente diseño representa una herramienta técnica indispensable para la ejecución del proyecto, al proporcionar los criterios, cálculos, especificaciones y planos necesarios para construir sistemas que cumplan con los requisitos establecidos en la normativa colombiana vigente, especialmente el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y la Norma Técnica Colombiana NTC 1500:2023 (Sexta edición), garantizando instalaciones funcionales, seguras y acordes con las necesidades de la población beneficiaria.

4. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

4.1 MUNICIPIO SARAVENA – DEPARTAMENTO DE ARAUCA

El Municipio de Saravena se encuentra localizado al noroccidente del espacio geográfico de la Orinoquia Colombiana. Y representa uno de los paisajes más complejos en términos de su biodiversidad, de su conformación fisiográfica, de sus procesos culturales y de su dinámica de poblamiento.

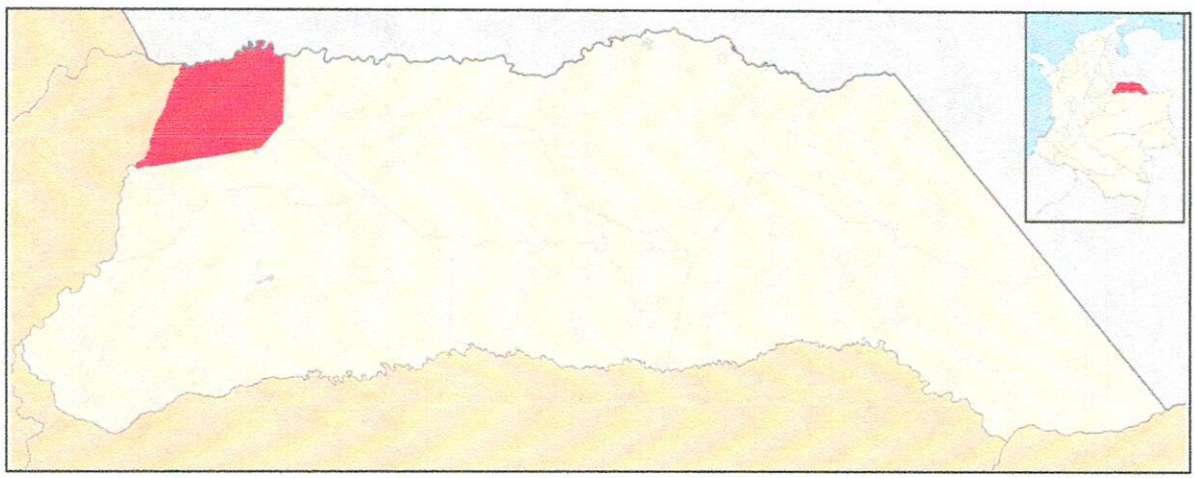


Ilustración 1 Ubicación del Municipio de Saravena a nivel Nacional - Departamental

La unidad geográfica está comprendida en la "Unidad Andina Orinocense", que comprende la vertiente de la Cordillera Oriental, que integra el Piedemonte, montañas, nieves y páramos. Donde se conservan coberturas originales de selvas en algunas zonas y nacen los principales ríos que dan origen al Arauca. Saravena hace parte, dentro de la Orinoquia araucana, del paisaje andino Orinocense el cual, desde el punto de vista paisajístico, puede dividirse de la siguiente manera:

Piedemonte andino: Está localizado en la sección baja de la cordillera y conformado por un complejo relieve de materiales acumulados y estribaciones andinas donde sobresalen bajos, áreas de explayamiento, cunas, terrazas, mesetas, mesas, colinas, lomas y serranías. Esta zona estuvo cubierta de selva y está comprendida entre los 200 y 1000 metros sobre el nivel del mar.

Vertiente cordillerana: Conformada por relieves escalonados descendientes hasta alcanzar los 1.000 mts sobre el nivel del mar.

La zona cordillerana está cubierta por completo de selva de gran biodiversidad, riqueza hídrica y de suelos. En esta zona está el Parque Nacional Natural Cocuy y la reserva indígena U´WA.

- Extensión Total (Km2): 658.7 kilómetros cuadrados
- Extensión área urbana (Km2): 17.7 kilómetros cuadrados
- Extensión área rural (Km2): 641 kilómetros cuadrados
- Altitud de la cabecera municipal (metros sobre el nivel del mar): Desde 190 a 2.600 m.s.n.m.
- Temperatura media (en grados Centigrados): 25.5 grados centígrados
- Distancia a una ciudad de referencia: 196 kilómetros hasta Arauca Capital



Ilustración 2 Ubicación Municipio de Saravena

COORDENADAS GEOGRAFICAS MUNICIPIO	
LATITUD	**LONGITUD**
6°57'17"N	71°52'36"O

4.2 ECOLOGIA

FLORA:

Hasta los años 70 el municipio poseía diferentes variedades de árboles y plantas pero a causa del proceso colonizador esta riqueza se ve menguada, aumentó considerablemente la tala indiscriminada y la explotación desmedida por parte de ambiciosos madereros. Sin embrago, todavía se pueden considerar en el inventario forestal árboles como: Flor amarillo, oloroso, pardillo, Ceiba, Tolúa, comino, balso y

otras plantas no maderables como la guadua, cañabrava, palma real, yarumo, palma seje, palma sarare y guamo

FAUNA:

Al igual que la flora era muy abundante antes de la colonización, sin embargo, se conservan algunas especies salvajes y otras relativamente domesticables como el chigüiro, el cerdo de monte o chacharo, tigrillo, lapas, picures, venados, armadillos, osos, zorros y micos además de serpientes y peces, entre las aves podemos destacar, garzas, guacamayas, pericos, guacharacas, tucanes, loros y pavas.

4.3 ECONOMÍA

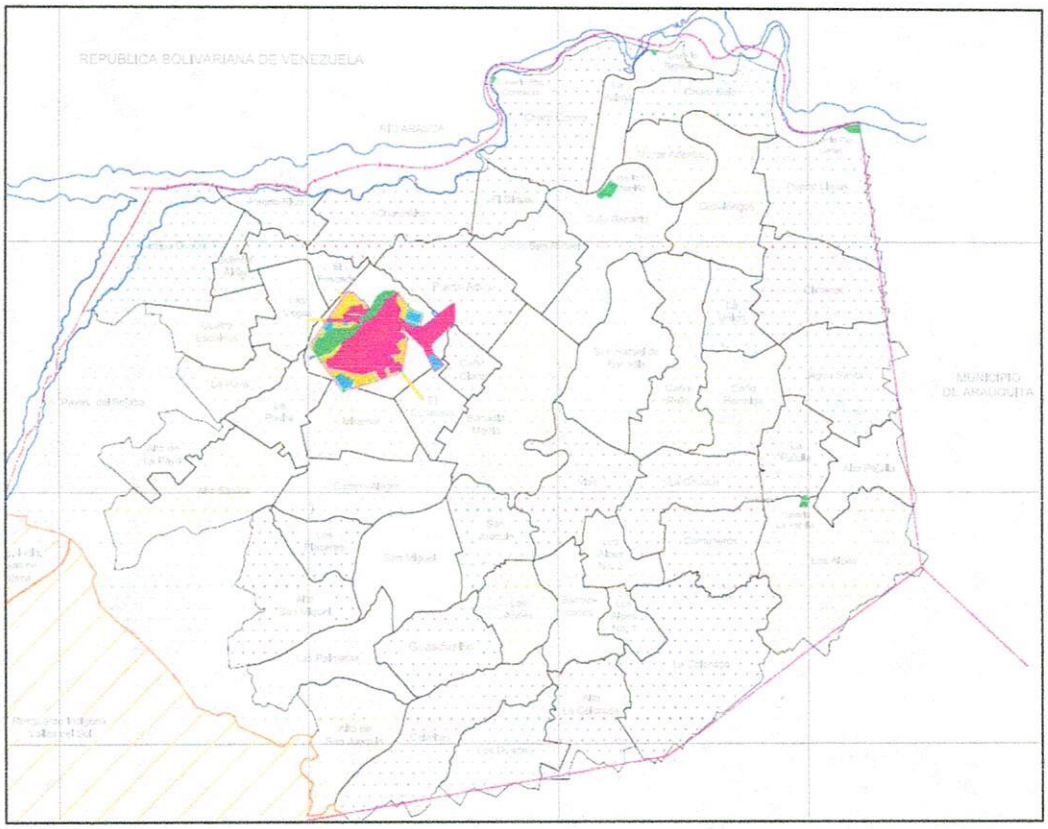
La industria aún no se ha desarrollado, sin embargo, el Instituto de Desarrollo araucano, entidad del orden departamental otorgó algunos créditos para la formación de microempresas, estableciéndose así procesadoras de leche, frutas, talleres de metalistería, ebanistería, mecánica, confecciones entre otras.

El comercio es muy activo, constantemente hay intercambio entre la parte urbana con la rural. De otro lado, la comercialización de productos es intensa con el interior del país, podemos sostener que nuestros productos observan gran demanda en los mercados de ciudades como Cúcuta, Bucaramanga y Bogotá.

La ganadería al igual que la agricultura forman un renglón básico en la economía del sarare, se practica de manera extensiva, es decir sin técnicas de cría. Entre las especies criadas están: vacunos, equinos, porcinos, ovinos calentanos (camuros), aves de corral y la piscicultura.

4.4 ZONA DEL PROYECTO

El proyecto a desarrollar se realizará en la zona rural del municipio de Saravena.



5. MARCO LEGAL

AÑO	REGLAMENTACIÓN	TITULO	RESUMEN
2018	Resolución 0844 de noviembre 8	RAS Rural	Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capitulo 1, del Titulo 7, parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015
2017	Resolución 0330 de junio 8	Modificación del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS)	La Resolución reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

2000	Resolución 1096 de noviembre 17	Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico (RAS	En esta resolución se señalan los requisitos técnicos que se deben cumplir en el diseño, obras y procedimientos, a los proyectos que involucren el consumo y deposición final del agua.
1998	Decreto 475 de marzo 10	Normas técnicas de calidad de agua potable	Decreto donde se expiden las normas técnicas de calidad de agua potable y se establecen características químicas, físicas y microbiológicas del agua potable.
1997	Ley 373 de junio 6	Uso eficiente y ahorro del agua	Ley en la cual se establece que todas las entidades encargadas de la prestación de los servicios de agua, (acueducto, alcantarillado, drenaje y demás), adopten un uso eficiente, para ahorrar agua, así mismo se presenta los consumos para los usuarios del servicio.
2023	NORMA TECNICA COLOMBIANA	NTC 1500	Instalaciones hidráulicas y sanitarias (Versión 2023)

6. MARCO CONCEPTUAL

Para la realización de este documento se detallan conceptos básicos que serán utilizadas para el desarrollo del presente informe, los cuales son presentados a continuación;

Agua potable Agua que cumple con las características físicas, químicas y microbiológicas establecidas por la normatividad vigente para ser apta para el consumo humano y utilizada en actividades domésticas e institucionales.
Acometida hidráulica Conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten la conexión entre la red pública de distribución de agua potable y la red interna de una edificación.
Red de distribución de agua potable Sistema conformado por tuberías, accesorios y equipos destinados a conducir el agua desde la acometida o fuente de abastecimiento hasta cada uno de los puntos de consumo de la edificación.

Instalación sanitaria Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras destinadas a recolectar y conducir las aguas residuales generadas por los diferentes aparatos sanitarios hasta el sistema de disposición final.

Aguas residuales domésticas Son las aguas provenientes del uso de aparatos sanitarios, lavamanos, duchas, lavaplatos y demás elementos utilizados en actividades de higiene y limpieza dentro de una edificación.

Aguas lluvias Aguas originadas por la precipitación atmosférica que son captadas por cubiertas, canales y superficies impermeables y conducidas mediante redes independientes hacia su disposición final.

Caudal Volumen de agua que atraviesa una sección determinada de una tubería o canal por unidad de tiempo. Generalmente se expresa en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Caudal de diseño Caudal calculado para dimensionar una red hidráulica o sanitaria, considerando las condiciones máximas de operación previstas y los factores de simultaneidad correspondientes.

Diámetro nominal Dimensión comercial utilizada para identificar el tamaño de una tubería o accesorio, expresada normalmente en milímetros (mm) o pulgadas (in).

Presión Fuerza ejercida por el agua sobre las paredes internas de una tubería o recipiente, generalmente expresada en metros de columna de agua (m.c.a.), kilopascales (kPa) o libras por pulgada cuadrada (psi).

Velocidad de flujo Rapidez con la que se desplaza el agua dentro de una tubería, expresada en metros por segundo (m/s), la cual debe mantenerse dentro de rangos adecuados para evitar sedimentación o erosión.

Pérdida de carga Disminución de la energía del agua durante su recorrido por una tubería debido a la fricción y a la presencia de accesorios como codos, válvulas y tees.

Aparato sanitario Elemento instalado para el uso de agua potable y evacuación de aguas residuales, como sanitarios, lavamanos, duchas, orinales, lavaplatos y pocetas.

Unidad de gasto o Unidad de descarga Valor convencional asignado a cada aparato sanitario para estimar la demanda hidráulica o sanitaria de una instalación, utilizado para el dimensionamiento de las redes.

Tubería Conducto destinado al transporte de agua potable, aguas residuales o aguas lluvias, fabricado en materiales como PVC, CPVC, PEAD, hierro dúctil u otros aprobados por la normatividad vigente.

Accesorios hidráulicos Elementos utilizados para unir, derivar o cambiar la dirección de las tuberías, tales como codos, tees, uniones, reducciones, adaptadores y acoples.

Válvula Dispositivo instalado en una red hidráulica que permite controlar, regular o interrumpir el flujo del agua.

Ventilación sanitaria Sistema de tuberías que permite la circulación de aire dentro de la red sanitaria para equilibrar presiones, proteger los sellos hidráulicos y facilitar el correcto funcionamiento de los desagües.

Bajante sanitaria Tubería vertical destinada a conducir las aguas residuales provenientes de los diferentes niveles de una edificación hacia el colector principal.

Colector sanitario Tubería principal encargada de recibir las descargas de las diferentes ramificaciones de la red sanitaria y conducirlas hasta el punto de disposición final.

Ramal sanitario Tramo de tubería que conecta uno o varios aparatos sanitarios con una bajante o colector.

Caja de inspección Estructura construida generalmente en concreto o mampostería que permite la conexión de desagües subterráneos y facilita la inspección, limpieza y mantenimiento de las redes sanitarias. Debe contar con cañuelas conformadas en mortero o concreto que garanticen el flujo continuo de las aguas y una tapa removible que permita el acceso al interior de la estructura.

Cámara de inspección Estructura de mayores dimensiones utilizada en redes sanitarias para facilitar labores de inspección, mantenimiento y cambio de dirección o pendiente de los colectores.

Cañuela Canal conformado en el fondo de una caja o cámara de inspección que guía el flujo de las aguas residuales, evitando turbulencias y sedimentación.

Sifón Accesorio sanitario diseñado para mantener un sello hidráulico permanente que impide el retorno de gases provenientes de la red de alcantarillado.

Sello hidráulico Columna permanente de agua retenida en un sifón que actúa como barrera contra los malos olores y gases del sistema sanitario.

Pendiente hidráulica Inclinación longitudinal de una tubería que permite el flujo del agua por gravedad, expresada normalmente en porcentaje (%).

Sumidero Dispositivo destinado a captar aguas superficiales o lluvias para conducirlas hacia la red de drenaje correspondiente.

Rejilla Elemento metálico o plástico ubicado sobre sumideros o desagües que permite el paso del agua y evita el ingreso de residuos sólidos de gran tamaño.

Registro de limpieza Accesorio o punto de acceso instalado en las redes sanitarias para facilitar la inspección y remoción de obstrucciones.

Trampa de grasas Dispositivo diseñado para retener aceites, grasas y sólidos flotantes provenientes principalmente de cocinas y comedores, evitando su ingreso al sistema de alcantarillado.

Tanque de almacenamiento Estructura destinada a almacenar agua potable para garantizar la continuidad del suministro cuando existan interrupciones o variaciones en la red de abastecimiento.

Red de ventilación Conjunto de tuberías que comunica la instalación sanitaria con la atmósfera para mantener el equilibrio de presiones y asegurar el adecuado funcionamiento del sistema de drenaje.

Punto de consumo Lugar donde el usuario utiliza el agua potable mediante un aparato o accesorio hidráulico, como un lavamanos, sanitario, ducha o lavaplatos.

Dotación Cantidad estimada de agua requerida por persona o por unidad de servicio durante un periodo determinado, utilizada como parámetro para el diseño hidráulico.

Factor de simultaneidad Coeficiente que considera la probabilidad de que varios aparatos sanitarios funcionen al mismo tiempo, permitiendo determinar el caudal máximo probable de diseño.

Red hidrosanitaria Conjunto integral de instalaciones hidráulicas y sanitarias que comprende las redes de abastecimiento de agua potable, evacuación de aguas residuales y, cuando aplica, el manejo de aguas lluvias, garantizando el correcto funcionamiento de una edificación bajo criterios técnicos, sanitarios y normativos.

7. DISEÑO HIDROSANITARIO

El suministro de agua se deriva de la red pública o comunitaria de acueducto y se lleva a un tanque elevado que estará localizado en el predio, desde allí y por gravedad se suministra el agua a todos los aparatos de los diferentes módulos.

7.1 RED DE AGUA POTABLE

Para la red de agua potable, se proyecta el trazado en planta y se revisa las dimensiones de los elementos de la red de agua potable. La red se plantea de acuerdo al método recomendado por la NTC 1500, de Hunter Modificado, el cual opera con gastos o caudales normales (promedios) y consiste en asignar a los aparatos las unidades de consumo correspondiente.

Las dimensiones de la tubería se obtienen de la proyección en el plano, y se revisa con las memorias de cálculo, el caudal del tramo, el número de Reynolds, la velocidad del tramo, las perdidas por longitud y por accesorios en la tubería.

7.1.1 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL

Para determinar el caudal se revisa las unidades de consumo de los aparatos conectados por cada ramal y se realiza la siguiente ecuación para obtener el caudal máximo posible. Se debe revisar el uso de los aparatos que se tienen en la edificación o el proyecto:

Caudal máximo posible:

Para unidades de consumo entre $3 < UC < 240$

- $Q = 0{,}1163(UC)^{0{,}6875}$ para aparatos comunes.
- $Q = 0{,}7243(UC)^{0{,}5381}$ para aparatos con fluxómetro.

Para unidades de consumo entre $260 < UC < 1000$

- $Q = 0{,}074(UC)^{0{,}7704}$ para aparatos comunes.
- $Q = 0{,}3356(UC)^{0{,}5281}$ para aparatos con fluxómetro.

Caudal máximo probable: Es el caudal efectivo de un tramo, tiene en cuenta que todos los aparatos no funcionan al mismo tiempo. Se calcula multiplicando el caudal máximo posible por un factor de probabilidad (Coeficiente de simultaneidad)

$$\frac{Qmáximo}{Probable} = \frac{Qmáximo}{Posible} * K1$$

Coeficiente de simultaneidad según el número de salida K1: El método considera el número de salidas de los aparatos conectados en el sistema y la probabilidad de cuantos funcionan al tiempo

$$K_1 = \frac{1}{(S-1)^{1/2}}$$

▼ Coeficiente de simultaneidad

S	K_1	S	K_1	S	K_1
1	1,00	9	0,35	17	0,25
2	1,00	10	0,33	18	0,24
3	0,71	11	0,32	19	0,24
4	0,58	12	0,30	20	0,23
5	0,50	13	0,29	21	0,22
6	0,45	14	0,28	22	0,22
7	0,40	15	0,27	23	0,21
8	0,38	16	0,26	24	0,21

7.1.2 PRESIÓN MINIMA EN LA RED

De acuerdo al artículo No. 61 de la resolución No. 0330 de 2017, la presión dinámica mínima en la red de distribución para poblaciones de más de 12.500 habitantes es de 15 m.c.a.

Se verifica en las memorias de calculo que la presión en los aparatos sea mínima de 2 m.c.a, que las velocidades en la tubería no pasan de 2.5 m/s y que sean mayores a 0.45 m/s.

7.1.3 PERDIDAS POR FRICCIÓN EN LA TUBERÍA

Las pérdidas por fricción en una tubería corresponden a la disminución de energía o presión que experimenta el agua durante su recorrido debido al rozamiento con las paredes internas del conducto y a las turbulencias generadas por los accesorios presentes en la red, como codos, tees, válvulas, reducciones y uniones. Estas pérdidas dependen de factores como el caudal transportado, el diámetro de la tubería, la longitud del tramo, la rugosidad del material y la velocidad de circulación del fluido.

En el diseño de redes hidrosanitarias, la estimación adecuada de las pérdidas por fricción constituye un aspecto fundamental, ya que permite verificar que la presión disponible en cada punto de consumo sea suficiente para garantizar el correcto funcionamiento de los aparatos sanitarios. Un cálculo inadecuado puede

ocasionar deficiencias en el suministro de agua, bajas presiones en los puntos más desfavorables o, por el contrario, un sobredimensionamiento de las tuberías que incremente innecesariamente los costos del proyecto. Por esta razón, el análisis de las pérdidas de carga forma parte esencial de los cálculos hidráulicos y contribuye a desarrollar sistemas eficientes, confiables y acordes con los criterios establecidos por la normativa técnica vigente.

Para la determinación de las pérdidas de carga por fricción en la red de distribución de agua potable del presente proyecto se emplea la metodología basada en la ecuación de Darcy-Weisbach, utilizando para el cálculo del factor de fricción la expresión explícita propuesta por el ingeniero colombiano Héctor Alfonso Rodríguez Díaz, desarrollada como una aproximación de la ecuación de Colebrook-White para tuberías hidráulicamente lisas.

La ecuación de Rodríguez Díaz está dada por:

$$f = 0{,}2131\,(NR^{-0{,}2137})$$

Donde f corresponde al factor de fricción de Darcy y NR al número de Reynolds del flujo. Esta formulación es aplicable para flujo turbulento en el rango de (4,000 < Re < 10^7) y presenta especial utilidad en el diseño de redes construidas con tuberías de PVC, permitiendo obtener resultados confiables mediante una expresión explícita que simplifica el proceso de cálculo.

Una vez determinado el factor de fricción, la pérdida de carga por longitud se calcula mediante la ecuación de Darcy-Weisbach, considerando la longitud y diámetro de la tubería, así como la velocidad del flujo, con el fin de verificar que las presiones disponibles en todos los puntos de consumo sean suficientes para garantizar el adecuado funcionamiento de la instalación hidráulica.

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

7.1.4 PERDIDAS POR ACCESORIOS EN LA TUBERÍA

Además de las pérdidas de carga ocasionadas por la fricción a lo largo de las tuberías, en una red hidráulica existen pérdidas locales o pérdidas menores generadas por la presencia de accesorios y elementos que modifican la dirección, velocidad o régimen del flujo del agua. Entre estos elementos se encuentran codos, tees, válvulas, reducciones, ampliaciones, uniones, medidores y demás dispositivos instalados en la red, los cuales producen turbulencias que incrementan la disipación de energía del sistema.

La cuantificación de estas pérdidas resulta indispensable en el diseño hidráulico, ya que su acumulación puede representar una disminución significativa de la presión disponible en los puntos de consumo, especialmente en redes con gran cantidad de accesorios o recorridos complejos. Generalmente, estas pérdidas se determinan mediante coeficientes de pérdida local (K) propios de cada accesorio o mediante su longitud equivalente, incorporándose posteriormente al cálculo de la pérdida total de carga de la instalación. Su adecuada consideración permite dimensionar correctamente las tuberías y garantizar que el sistema opere de manera eficiente, asegurando el suministro de agua con las presiones y caudales requeridos en cada aparato sanitario.

Las pérdidas de carga ocasionadas por los accesorios presentes en la red hidráulica se determinan mediante la ecuación de pérdidas localizadas, la cual relaciona la energía disipada con la velocidad del flujo y el coeficiente característico de cada elemento. Esta expresión se representa de la siguiente manera:

$$hl = K \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Donde hl corresponde a la pérdida de carga generada por el accesorio, (K) es el coeficiente de pérdida local propio de cada elemento (codos, tees, válvulas, reducciones, entre otros), (V) es la velocidad media del agua en la tubería y (g) es la aceleración de la gravedad. La suma de las pérdidas individuales producidas por todos los accesorios instalados en la red constituye un componente importante de la pérdida total de carga del sistema y debe ser considerada en el diseño hidráulico para garantizar que las presiones disponibles sean suficientes en todos los puntos de consumo y asegurar el correcto funcionamiento de la instalación.

Para la determinación de las pérdidas de carga localizadas en los diferentes accesorios que conforman la red hidráulica, se emplearán los coeficientes de pérdida local (K) correspondientes a cada elemento, tales como codos, tees, válvulas, reducciones, ampliaciones y demás accesorios presentes en el sistema. Estos coeficientes representan la resistencia adicional que cada accesorio ofrece al paso del flujo y permiten cuantificar la energía disipada al atravesarlos. Los valores de K utilizados en los cálculos se adoptarán de acuerdo con la literatura técnica especializada y las recomendaciones de diseño para instalaciones hidráulicas, según se presenta en la siguiente tabla.

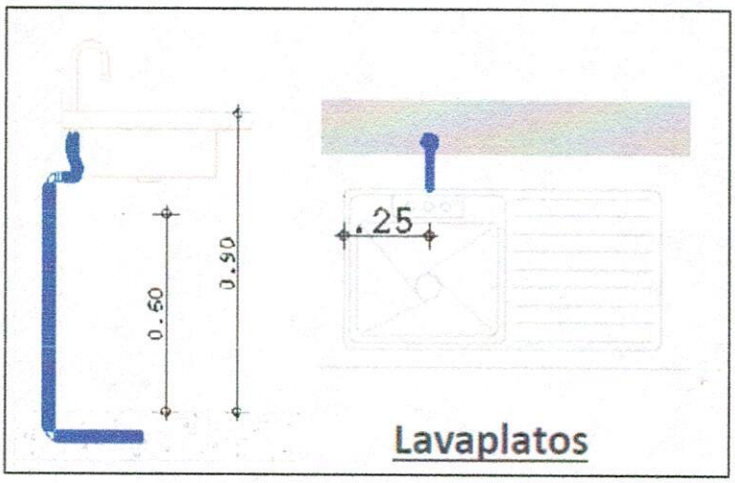
Accesorios		Pérdida media de energía
1. ENTRADA (de tanque de almacenamiento a tubería)		$0,5 \cdot \frac{V^2}{2g}$
* conexión a ras de pared		$1,00 \cdot \frac{V^2}{2g}$
* tubería entrante		
2. SALIDA (de tubería a depósito) (Entrada al tanque del inodoro)		$1,00 \cdot \frac{V^2}{2g}$
3. AMPLIACIÓN GRADUAL		$K \cdot \frac{(V_{ENTRADA} - V_{SALIDA})^2}{2g}$ K se encuentra en la tabla 3.3B.2
4. CONTRACCIÓN BRUSCA		$K \cdot \frac{V_2^2}{2g}$ K se encuentra en la tabla 3.3B.1
5. CAMBIOS DE DIRECCIÓN (estándar)		$K \cdot \frac{V^2}{2g}$
* Codo	K = 0,9	
7. BIFURCACIONES		$K \cdot \frac{V^2}{2g}$
* Tee	1,5<K<2,0	
* Tee (salida lateral)	K = 0,9	
* Tee (salida bilateral)	K = 2,0	
* Tee (paso directo)	K = 0,15	
9. VÁLVULAS		$K \cdot \frac{V^2}{2g}$
*de compuerta (abierta)	K aprox = 0,25	
*de cierre rápido	K aprox = 7,7	
*de check	K aprox = 2,5	

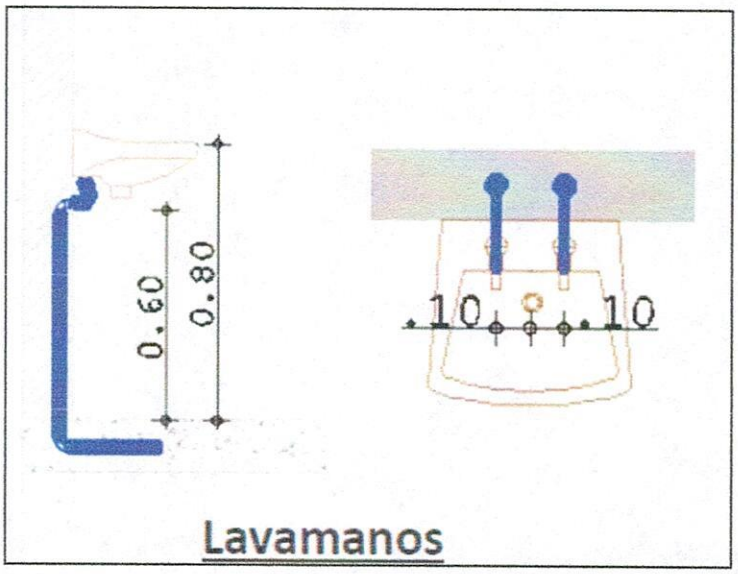
Contracción brusca		Ensanchamiento gradual para un ángulo de:						
d1/d2	K	4°	10°	15°	20°	30°	50°	60°
1,2	0,08	0,02	0,04	0,09	0,15	0,25	0,35	0,37
1,4	0,17	0,03	0,06	0,12	0,23	0,36	0,50	0,53
1,6	0,26	0,03	0,07	0,14	0,26	0,42	0,57	0,61
1,8	0,34	0,04	0,07	0,15	0,28	0,44	0,61	0,65
2,0	0,37	0,04	0,07	0,16	0,29	0,46	0,63	0,68
2,5	0,41	0,04	0,08	0,16	0,30	0,48	0,65	0,70
3,0	0,43	0,04	0,08	0,16	0,31	0,48	0,66	0,71
4,0	0,45	0,04	0,08	0,16	0,31	0,49	0,67	0,72
5,0	0,46	0,04	0,08	0,16	0,31	0,50	0,67	0,72

7.1.5 APARATOS DEL PROYECTO

De acuerdo al tipo de uso del proyecto, como uso público se realizó el cálculo del lavaplatos y lavamanos con 4 unidades de consumo. La memoria de cálculo de la red de agua potable se presenta en la tabla No. 1, del presente informe.

Detalle de conexión del lavaplatos y Lavamanos





Con base en el trazado definitivo de la red de distribución de agua potable proyectada para las edificaciones, se efectuó la verificación hidráulica de cada uno de los tramos, evaluando las velocidades de circulación del flujo, las pérdidas de carga por fricción a lo largo de las tuberías, las pérdidas localizadas ocasionadas por los accesorios instalados y la presión disponible en los puntos de suministro correspondientes a los diferentes aparatos sanitarios. El análisis realizado permitió comprobar que las condiciones de operación cumplen con los criterios de diseño establecidos, garantizando un funcionamiento adecuado del sistema y el abastecimiento eficiente de agua en todos los puntos de consumo. Los resultados obtenidos se presentan a continuación.

DISEÑO HIDRAULICO

Temperatura (°C)	15

Viscosidad cinemática (m2/s)	1.14.E-06

Presión Tanque (mca)	5.3

TRAMO		Unid HM	No Salidas	K	Q	Ø	Ø	Ø	RDE	V	Re	f	LONGITUD TUBERIA				ACCESORIOS		HF TOTAL	Cota Piezométrica		Cota aparato	Presión final
													Hor	Ver	Lt	Hf	Km	Hf		Inicial	Final		
DE	A	-	-	-	[L.p.s]	[in]	[in]	[m]	[m]	[m/seg]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]	[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]
T.E.	1	41	11	0.32	0.47	0.69	1	0.0254	21	0.93	20774.96	0.0263	13.46	5.30	18.76	0.86	3.35	0.148	1.01	5.30	4.29		
1	2	16	4	0.58	0.45	0.67	1	0.0254	21	0.89	19862.01	0.0266	0.76		0.76	0.03	0.15	0.006	0.04	4.29	4.25		
2	3	16	4	0.58	0.45	0.67	1	0.0254	21	0.89	19862.01	0.0266	1.34	0.60	1.94	0.08	4.75	0.192	0.27	4.25	3.98		
3	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250	0.11	0.60	0.71	0.40	2.17	0.627	1.03	3.98	2.95	0.60	2.35
3	4	12	3	0.71	0.45	0.67	1	0.0254	21	0.90	19960.59	0.0265	0.37		0.37	0.02	0.15	0.006	0.02	3.98	3.96		
4	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250	0.11	0.60	0.71	0.40	2.17	0.627	1.03	3.96	2.92	0.60	2.32
4	5	8	2	1.00	0.49	0.70	1	0.0254	21	0.96	21361.20	0.0262	0.36		0.36	0.02	0.15	0.007	0.02	3.96	3.93		
5	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250	0.11	0.60	0.71	0.40	2.17	0.627	1.03	3.93	2.90	0.60	2.30
5	6	4	1	1.00	0.30	0.55	1	0.0254	21	0.60	13263.79	0.0289	0.49		0.49	0.01	1.27	0.023	0.03	3.93	3.90		
6	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250		0.60	0.60	0.34	1.80	0.520	0.86	3.90	3.04	0.60	2.44
2	7	16	4	0.58	0.45	0.67	1	0.0254	21	0.89	19862.01	0.0266	3.95		3.95	0.17	0.90	0.036	0.20	4.25	4.05		
7	8	16	4	0.58	0.45	0.67	1	0.0254	21	0.89	19862.01	0.0266	0.98	0.60	1.58	0.07	4.75	0.192	0.26	4.05	3.79		
8	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250	0.11	0.60	0.71	0.40	2.17	0.627	1.03	3.79	2.76	0.60	2.16
8	9	12	3	0.71	0.45	0.67	1	0.0254	21	0.90	19960.59	0.0265	0.37		0.37	0.02	0.15	0.006	0.02	3.79	3.77		
9	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250	0.13	0.60	0.73	0.42	2.17	0.627	1.04	3.77	2.72	0.60	2.12
9	10	8	2	1.00	0.49	0.70	1	0.0254	21	0.96	21361.20	0.0262	0.36		0.36	0.02	0.15	0.007	0.02	3.77	3.74		
10	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250	0.13	0.60	0.73	0.42	2.17	0.627	1.04	3.74	2.70	0.60	2.10
10	11	4	1	1.00	0.30	0.55	1	0.0254	21	0.60	13263.79	0.0289	0.35		0.35	0.01	1.27	0.023	0.03	3.74	3.71	0.60	3.11
11	Lav	4	1	1.00	0.30	0.55	1/2	0.0127	13.5	2.38	26527.57	0.0250		0.60	0.60	0.34	1.80	0.520	0.86	3.71	2.85	0.60	2.25
1	12	9	3	0.71	0.37	0.61	1	0.0254	21	0.74	16378.65	0.0277	12.48		12.48	0.37	0.00	0.000	0.37	4.29	3.92		

DISEÑO HIDRAULICO

Temperatura (°C)	15

Viscosidad cinemática (m2/s)	1.14.E-06

Presión Tanque (mca)	5.3

TRAMO		Unid HM	No Salidas	K	Q	Ø	Ø	Ø	RDE	V	Re	f	LONGITUD TUBERIA				ACCESORIOS		HF TOTAL	Cota Piezométrica		Cota aparato	Presión final
													Hor	Ver	Lt	Hf	Km	Hf		Inicial	Final		
DE	A	-	-	-	[L.p.s]	[in]	[in]	[m]	[m]	[m/seg]	[-]	[-]	[m]	[m]	[m]	[m.c.a]	[-]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m.c.a]	[m]	[m]
12	Llv	3	1	1.00	0.25	0.50	1/2	0.0127	13.5	1.95	21767.18	0.0261	1.53	0.30	1.83	0.73	2.17	0.422	1.15	3.92	2.76	0.30	2.46
12	13	6	2	1.00	0.40	0.63	1	0.0254	21	0.79	17527.91	0.0273	1.17		1.17	0.04	0.15	0.005	0.04	3.92	3.87		
13	13*	3	1	1.00	0.25	0.50	3/4	0.0191	21	0.87	14511.45	0.0284	1.97		1.97	0.11	0.36	0.014	0.13	3.87	3.75		
13*	Lvp	3	1	1.00	0.25	0.50	1/2	0.0127	13.5	1.95	21767.18	0.0261	0.03	0.60	0.63	0.25	0.00	0.000	0.25	3.75	3.49	0.60	2.89
13	14	3	1	1.00	0.25	0.50	3/4	0.0191	21	0.87	14511.45	0.0284	7.24		7.24	0.41	1.94	0.075	0.49	3.87	3.38		
14	Lvp	3	1	1.00	0.25	0.50	1/2	0.0127	13.5	1.95	21767.18	0.0261	0.22	0.60	0.82	0.33	2.02	0.393	0.72	3.38	2.66	0.60	2.06

PERDIDAS POR ACCESORIOS EN LA RED

TRAMO		ACCESORIO 1				ACCESORIO 2				ACCESORIO 3				ACCESORIO 4				KM TOTAL
		Descripción	Cant	Km	Km parcial	Descripción	Cant	Km	Km parcial	Descripción	Cant	Km	Km parcial	Descripción	Cant	Km	Km parcial	
DE	A		[UND]	[-]			[UND]	[-]			[UND]	[-]			[UND]	[-]		[-]
-	-																	
T.E.	1	ENTRADA Ø 1"	1	0.50	0.50	C90 RC Ø11/4"	3	0.90	2.70	TPD Ø 1"	1	0.15	0.15					3.35
1	2	TPD Ø 1"	1	0.15	0.15													0.15
2	3					C90 RC Ø1"	5	0.90	4.50	VALV COMP AB Ø1"	1	0.25	0.25					4.75
3	Lav	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37					C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					2.17
3	4					TPD Ø 1"	1	0.15	0.15									0.15
4	Lav	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37					C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					2.17
4	5					TPD Ø 1"	1	0.15	0.15									0.15
5	Lav	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37					C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					2.17
5	6	C90 RC Ø1"	1	0.90	0.90	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37									1.27

PERDIDAS POR ACCESORIOS EN LA RED																			
TRAMO		ACCESORIO 1				ACCESORIO 2				ACCESORIO 3				ACCESORIO 4				KM TOTAL
DE	A	Descripción	Cant [UND]	Km [-]	Km parcial	Descripción	Cant [UND]	Km [-]	Km parcial	Descripción	Cant [UND]	Km [-]	Km parcial	Descripción	Cant [UND]	Km [-]	Km parcial	[-]
6	Lav									C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					1.80
2	7	C90 RC Ø1"	1	0.90	0.90													0.90
7	8					C90 RC Ø1"	5	0.90	4.50	VALV COMP AB Ø1"	1	0.25	0.25					4.75
8	Lav	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37					C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					2.17
8	9					TPD Ø 1"	1	0.15	0.15									0.15
9	Lav	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37					C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					2.17
9	10					TPD Ø 1"	1	0.15	0.15									0.15
10	Lav	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37					C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					2.17
10	11	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.37	0.37	C90 RC Ø1"	1	0.90	0.90									1.27
11	Lav									C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					1.80
1	12																	0.00
12	Liv	REDUC Ø1"XØ1/2"	1	0.4	0.37					C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80					2.17
12	13					TPD Ø1"	1	0.15	0.15									0.15
13	13*	REDUC Ø1"XØ3/4"	1	0.14	0.14	REDUC Ø3/4XØ1/2"	1	0.22	0.22									0.36
13*	Lvp									C90 RC Ø1/2"	3	0.90	2.70					
13	14	REDUC Ø1"XØ3/4"	1	0.14	0.14	C90 RC Ø3/4"	2	0.90	1.80									1.94
14	Lvp	REDUC Ø3/4XØ1/2"	1	0.2	0.22	C90 RC Ø1/2"	2	0.90	1.80									2.02

7.2 RED SANITARIA

Para el diseño de la red sanitaria de aguas negras se empleó el método de las Unidades de Hunter Modificado (UHM), mediante el cual se estimó el caudal probable de diseño para cada uno de los ramales y colectores del sistema. A partir de estos caudales se realizó el dimensionamiento hidráulico de las tuberías, verificando su capacidad de conducción y garantizando condiciones adecuadas de funcionamiento bajo régimen de flujo a superficie libre.

El cálculo hidráulico se desarrolló utilizando la ecuación de Manning, considerando tubería de PVC sanitario con un coeficiente de rugosidad n = 0.010, y verificando para cada tramo la velocidad de circulación, la relación de llenado, la fuerza tractiva y el régimen de flujo.

Para asegurar el correcto funcionamiento de la red, se verificó que la relación entre la profundidad del flujo y el diámetro interno de la tubería cumpliera la siguiente condición:

$$0.12 \leq {}^{Y}/_{d_0} \leq 0.85.$$

El cumplimiento de este criterio garantiza que la conducción opere en condiciones de flujo parcialmente lleno, permitiendo una adecuada ventilación del sistema y evitando el funcionamiento a presión.

7.2.1 PENDIENTES MINIMAS

Las pendientes de diseño fueron definidas considerando las condiciones topográficas del proyecto y verificando que permitieran desarrollar velocidades de autolimpieza y fuerzas tractivas suficientes para evitar depósitos de sólidos.

7.2.2 MATERIAL DE LAS TUBERIAS

La red sanitaria se proyectó utilizando tubería PVC Sanitaria Serie correspondiente, cuyas características hidráulicas presentan un coeficiente de rugosidad de Manning de n=0.01, valor empleado en los cálculos hidráulicos.

7.2.3 ECUACIÓN DE MANNING

El dimensionamiento hidráulico de los ramales y colectores de la red sanitaria se realizó mediante la ecuación de Manning, la cual permite determinar la capacidad de conducción de las tuberías que operan en régimen de flujo a superficie libre.

La ecuación general de Manning está dada por:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

(Q): Caudal de diseño (m^3/s).
(n): Coeficiente de rugosidad de Manning.
(A): Área hidráulica de flujo (m^2).
(R_h): Radio hidráulico (m).
(S): Pendiente hidráulica o pendiente longitudinal del colector (m/m).

Para el presente proyecto se adoptó un coeficiente de rugosidad de Manning (n = 0.010), correspondiente a tuberías de PVC sanitario, debido a las características de su superficie interior lisa, la cual favorece el flujo y reduce las pérdidas por fricción.

Mediante la aplicación de esta ecuación se verificó que cada uno de los ramales y colectores proyectados posee la capacidad suficiente para transportar los caudales de diseño obtenidos a partir del método de las Unidades de Hunter Modificado, garantizando el adecuado funcionamiento hidráulico del sistema.

7.2.4 FUERZA TRACTIVA

La fuerza tractiva es el esfuerzo tangencial unitario ejercido por el líquido sobre el colector y el material en él depositado. El criterio de fuerza tractiva para fines de cálculo de colectores busca establecer una pendiente para el tramo que sea capaz de provocar una tensión para arrastrar el material que se deposita en el fondo.

La fuerza tractiva es la componente tangencial del peso líquido que se desplaza en un plano inclinado.

$$Luego\ T = W \cdot R_h \cdot S$$

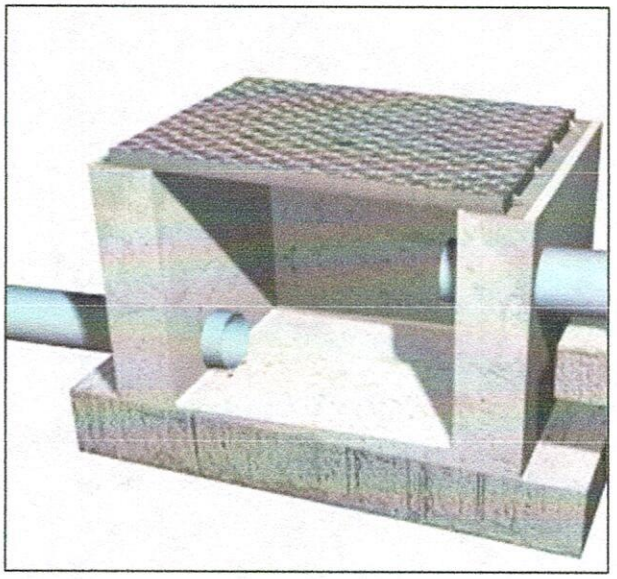
Donde:

T = Fuerza Tractiva en Kg/m3
W = Peso específico del líquido en Kg/m3
Rh = Radio hidráulico en m
S = Pendiente del colector en m/m

Como criterio de diseño, se adoptó una fuerza tractiva mínima de 0.15 kg/m^2, garantizando condiciones de autolimpieza en la red sanitaria y reduciendo la posibilidad de acumulación de sedimentos.

7.2.5 DIMENSIÓN DE COLECTORES

Para el dimensionamiento de los colectores, se contempla las aguas recibidas de los ramales de aguas grises y el caudal de las aguas lluvias. Se plantea la memoria de cálculo en la siguiente tabla No. 3 del presente informe.



Las cajas de inspección serán de sección 0.70 m x 0.70 m bordes libres internos. La altura de caja de inspección varía según el tramo. La evacuación de estas aguas, se dirigirá al alcantarillado combinado de 8", que está cerca al predio de la villa olímpica.

A continuación, se presenta una Imagen de referencia de la caja de inspección de 0.80 m x 0.80 m, la cual tiene borde libre de 0.70 m

7.2.6 VERIFICACIÓN HIDRAULICA

Con base en los resultados obtenidos para los ramales y colectores de aguas negras, se verificó que los diámetros y pendientes seleccionados permiten transportar adecuadamente los caudales de diseño calculados mediante el método de las Unidades de Hunter Modificado.

Asimismo, se comprobó que la relación de llenado de las tuberías se mantiene dentro de los límites establecidos para flujo a superficie libre y que la fuerza tractiva desarrollada en cada tramo supera el valor mínimo de diseño, asegurando condiciones favorables de autolimpieza.

De igual forma, se verificaron las velocidades de circulación y el régimen de flujo mediante el número de Froude, confirmando que los parámetros hidráulicos obtenidos cumplen con los criterios adoptados para el diseño del sistema sanitario.

Los resultados detallados del dimensionamiento hidráulico de los ramales, colectores y las respectivas verificaciones se presentan en las tablas siguientes.

DISEÑO DE RAMALES DE AGUAS NEGRAS

Material	PVC

n Manning	0.01

γ del agua (kg/m3)	1000

Gravedad (m/s2)	9.80

Ramal		Unid HM	No Salidas	K	Q	Ø	Ø	Sw	Vo	Ao	Qo	Q/Qo	Y/Ø	V/Vo	Dh/Ø	Yn	V	Dh	ζ	θ	R	τ	FROUD	VERIFICACION
[-]	[-]	-	-	[-]	[L.p.s]	[in]	[m]	[%]	[m/seg]	[m2]	[L.p.s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m/seg]	[m]	[Rad]	[Rad]	[m]	[Kg/m2]	[-]	[-]
R1	-	1	1	1.00	0.12	3	0.08	5.5%	1.67	0.005	7.63	0.015	0.06	0.27	0.04	0.005	0.46	0.003	2.642	0.998	0.003	0.17	2.60	CUMPLE
R2	-	1	1	1.00	0.12	3	0.08	5.5%	1.67	0.005	7.63	0.015	0.06	0.27	0.04	0.005	0.46	0.003	2.642	0.998	0.003	0.17	2.60	CUMPLE
R3	-	8	4	0.58	0.28	3	0.08	2.5%	1.13	0.005	5.14	0.055	0.17	0.43	0.12	0.013	0.48	0.009	2.297	1.689	0.008	0.20	1.63	CUMPLE
R4	-	8	4	0.58	0.28	3	0.08	2.5%	1.13	0.005	5.14	0.055	0.17	0.43	0.12	0.013	0.48	0.009	2.297	1.689	0.008	0.20	1.63	CUMPLE

DISEÑO DE COLECTORES DE AGUAS NEGRAS

Material	PVC

n Manning	0.01

γ del agua (kg/m3)	1000

Gravedad (m/s2)	9.80

Colector			Unid HM	No Salidas	K	Q	Ø	Ø	Sw	Vo	Ao	Qo	Q/Qo	Y/Ø	V/Vo	Dh/Ø	Yn	V	Dh	θ	R	τ	FROUD	VERIFICACION
ID	De	A																						
[-]	[-]	[-]	-	-	[-]	[L.p.s]	[in]	[m]	[%]	[m/seg]	[m2]	[L.p.s]	[-]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m/seg]	[m]	[Rad]	[m]	[Kg/m2]	[-]	[-]
1	CIAN#1	CIAN#2	1	1	1.00	0.12	4	0.1	4.0%	1.73	0.01	14.01	0.010	0.06	0.27	0.04	0.01	0.47	0.004	0.9983	0.004	0.16	2.33	CUMPLE
2	CIAN#2	CIAN#3	2	2	1.00	0.19	4	0.1	4.0%	1.73	0.01	14.01	0.013	0.06	0.27	0.04	0.01	0.47	0.004	0.9983	0.004	0.16	2.33	CUMPLE
3	CIAN#3	POZO	18	10	0.33	0.28	6	0.15	3.0%	1.96	0.02	35.77	0.010	0.06	0.27	0.04	0.01	0.53	0.006	0.998	0.006	0.18	2.16	CUMPLE

RECOMENDACIONES

Con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento de las redes hidráulica y sanitaria proyectadas, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones durante la etapa de construcción, operación y mantenimiento del sistema:

1. La instalación de las tuberías deberá ejecutarse de conformidad con los planos de diseño, especificaciones técnicas del proyecto y recomendaciones del fabricante, verificando la correcta alineación, pendiente y profundidad de instalación.
2. Antes de la puesta en funcionamiento de la red hidráulica, se deberá realizar una prueba hidrostática para comprobar la hermeticidad de las tuberías, accesorios y uniones, corrigiendo cualquier fuga que pueda presentarse.
3. En la red sanitaria se deberá verificar el cumplimiento de las pendientes de diseño durante la construcción, con el fin de garantizar la evacuación gravitacional de las aguas residuales y evitar problemas de sedimentación o estancamiento.
4. Las excavaciones para la instalación de las tuberías deberán contar con una adecuada preparación de la cama de apoyo y relleno, utilizando materiales apropiados y realizando la compactación por capas para evitar asentamientos diferenciales que puedan afectar el sistema.
5. Durante la ejecución de la obra se recomienda evitar modificaciones en los diámetros, pendientes o trazados establecidos en el diseño sin la correspondiente evaluación y aprobación por parte del profesional responsable.
6. Se deberá proteger la red hidráulica y sanitaria de cargas excesivas o impactos durante la construcción, especialmente en zonas de tránsito vehicular, garantizando el recubrimiento mínimo requerido y las condiciones estructurales necesarias.
7. Antes de la entrega de la obra, se recomienda efectuar la limpieza integral de las tuberías y cajas de inspección, retirando residuos de construcción que puedan obstruir el funcionamiento del sistema.
8. Se deberá implementar un programa de inspección y mantenimiento preventivo de las cajas de inspección, registros y demás elementos de la red sanitaria, con el fin de preservar su capacidad hidráulica y prolongar su vida útil.
9. Cualquier ampliación futura de las redes deberá ser objeto de una nueva evaluación hidráulica que verifique la capacidad de las tuberías existentes frente al incremento de la demanda o de los caudales generados.
10. El funcionamiento adecuado del sistema dependerá del cumplimiento de las condiciones de diseño establecidas en la presente memoria de cálculo, por lo que cualquier modificación durante la ejecución deberá ser previamente analizada y justificada técnicamente.

CONCLUSIONES

- El diseño de las redes hidráulica y sanitaria del proyecto fue desarrollado de acuerdo con los criterios técnicos establecidos en la normativa vigente, considerando las condiciones particulares de la edificación y los requerimientos de abastecimiento y evacuación de las instalaciones sanitarias proyectadas.
- Para la red hidráulica se determinaron los caudales de diseño y se seleccionaron los diámetros de tubería adecuados, verificando las pérdidas de carga por longitud y por accesorios, así como las velocidades de flujo y las presiones disponibles en los diferentes puntos del sistema, garantizando un suministro eficiente a todos los aparatos sanitarios.
- El dimensionamiento de la red sanitaria se realizó mediante el método de las Unidades de Hunter Modificado y la aplicación de la ecuación de Manning, obteniendo diámetros y pendientes que permiten transportar los caudales de diseño bajo condiciones de flujo a superficie libre.
- Las verificaciones hidráulicas efectuadas sobre la red sanitaria evidencian que las relaciones de llenado, velocidades de circulación y fuerzas tractivas cumplen con los criterios de diseño adoptados, favoreciendo las condiciones de autolimpieza y minimizando el riesgo de sedimentación en las tuberías.
- El trazado propuesto para ambas redes se adapta a la distribución arquitectónica del proyecto y a las condiciones topográficas del terreno, permitiendo una instalación funcional y técnicamente viable.
- Con base en los cálculos realizados y las verificaciones efectuadas, se concluye que las redes hidráulica y sanitaria diseñadas cuentan con la capacidad suficiente para atender la demanda prevista del proyecto, garantizando condiciones adecuadas de operación, confiabilidad y eficiencia durante su vida útil, siempre que su construcción y mantenimiento se ejecuten conforme a las especificaciones técnicas y a los planos aprobados.

FABIAN QUIROGA MOSQUERA
ING CIVIL
ESP. ING HIDRAULICA Y AMBIENTAL
MP No. 68202 – 333412 STD

MEMORIAL DE CESION DE DERECHOS

Yo, **FABIAN QUIROGA MOSQUERA**, identificado con CC. 1.098.722.490 de Bucaramanga con Matricula Profesional No. 68202–333412 STD del CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA, en mi condición de **INGENIERA CIVIL** declaro por medio del presente memorial, que realicé el DISEÑO HIDRAULICO Y SANITARIO, del proyecto de inversión que tiene por objeto **"MEJORAMIENTO Y ADECUACION DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA DE LOS CENTROS EDUCATIVOS INDIGENAS U'WA CALAFITAS I, ALTO SAN MIGUEL Y SEDE TUTUKANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".**

Manifiesto ceder plenamente los derechos de los mismos a la GOBERNANCIÓN DE ARAUCA, por término indefinido a partir de la fecha de la firma del presente memorial de cesión de derechos.

Anexo copia de mi matricula profesional, certificado de vigencia de la misma y cedula de ciudadanía.

Se expide la presente en el Municipio de Arauca a los doce (12) días del mes de junio de 2026.

FABIAN QUIROGA MOSQUERA
INGENIERA CIVIL
Matricula Profesional No. 68202–333412 STD

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **FABIAN QUIROGA MOSQUERA**, identificado con CC. 1.098.722.490 de Bucaramanga con Matricula Profesional No. 68202–333412 STD del CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA, en mi condición de **INGENIERA CIVIL** declaro por medio del presente memorial, que realicé el DISEÑO HIDRAULICO Y SANITARIO, del proyecto de inversión que tiene por objeto **"MEJORAMIENTO Y ADECUACION DE LA INFRAESTRUCTURA FISICA DE LOS CENTROS EDUCATIVOS INDIGENAS U'WA CALAFITAS I, ALTO SAN MIGUEL Y SEDE TUTUKANA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**, de acuerdo a la normatividad aplicable vigente y mi idoneidad profesional.

puedan deducirse a causa de estos documentos y exonero a la GOBERNACIÓN DE ARAUCA ante terceros de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa por cualquier falta u omisión sobre los mismos.

Anexo copia de mi matricula profesional, certificado de vigencia de la misma y cedula de ciudadanía.

Se expide la presente en el Municipio de Arauca a los doce (12) días del mes de junio de 2026.

FABIAN QUIROGA MOSQUERA
INGENIERA CIVIL
Matricula Profesional No. 68202–333412 STD

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **1.098.722.490**

QUIROGA MOSQUERA

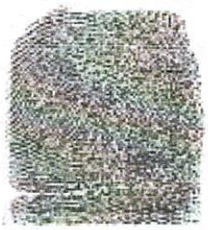
APELLIDOS

FABIAN

NOMBRES

FIRMA





INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO **27-ABR-1992**

SARAVENA
(ARAUCA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.73	**A+**	**M**
ESTATURA	G.S. RH	SEXO

11-JUN-2010 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

P-2700100-00244528-M-1098722490-20100713 **0022**7064874 1 33718019

FABIAN QUIROGA MOSQUERA
ING. CIVIL

Universidad Pontificia Bolivariana

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
68202-333412 STD
Fecha de Expedición: **17/06/2016**

Nombre:
FABIAN
QUIROGA MOSQUERA
Cédula:
C.C. 1098722490
Profesión:
INGENIERO CIVIL

Institución:
UNIVERSIDAD PONTIFICIA
BOLIVARIANA SEC. BUCARAMANGA



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2026-4569814

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que FABIAN QUIROGA MOSQUERA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1098722490, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-333412 desde el 17 de Junio de 2016, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 749.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los seis (06) días del mes de Julio del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.