



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

**EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO
ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS ESP**

***DISEÑO HIDRAULICO DE REDES DE
ALCANTARILLADO SANITARIO***

***OBJETO DEL PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN Y/O
OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y
ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO
LIBERTADORES DEL MUNICIPIO DE SARAVENA,
DEPARTAMENTO DE ARAUCA"***

**Diseñado Por: Oscar Alejandro Jiménez Sánchez
Entregado a: Alcaldía Municipal**

**SARAVENA - ARAUCA
JULIO 2026**

**ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"
Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense
Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058**



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

TABLA DE CONTENIDO

1.	ALCANCE DEL DISEÑO	6
2.	GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO	6
2.1.	LOCALIZACION DEL PROYECTO	6
2.2.	RESEÑA HISTORICA	8
2.3.	GEOGRAFIA	8
2.4.	ESTUDIOS EXISTENTES	9
2.5.	USUARIOS ACTUALES	9
2.6.	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS	9
3.	PARAMETROS DE DISEÑO EN REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO	10
3.1.	CONTRIBUCIÓN DE AGUAS RESIDUALES	10
3.1.1.	Caudal de Aguas residuales domésticas. (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	10
3.1.2.	Dotación Neta	10
3.1.3.	Coeficiente de Retorno	11
3.1.4.	Densidad Poblacional	11
3.1.4.1.	Periodo de Diseño (Resolución 0330 de junio del 2017)	11
3.1.4.2.	Población Futura	11
3.1.4.3.	Densidad de Saturación	12
3.1.5.	Caudal Medio Diario de Aguas Residuales (Qmd) (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	13
3.1.6.	Caudal máximo Horario (QMH). (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	13
3.1.7.	Caudal de Conexión Errada (Qce) (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	13
3.1.8.	Caudal de Infiltración (Qinf) (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	14
3.1.9.	Caudal de Diseño (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	14
3.1.10.	Diámetro Interno Real Mínimo en los Alcantarillados Sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	14
3.1.11.	Criterios de auto limpieza en los alcantarillados sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	14
3.1.12.	Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	14
3.1.13.	Relación Máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	15
3.1.14.	Profundidad de Instalación de Tuberías de Alcantarillados (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)	15

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA **ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

4.	DESARROLLO DE DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO	16
4.1.	DEDUCCIÓN DE LA ECUACIÓN MATEMÁTICA UTILIZADA EN EL ESTUDIO.....	16
4.2.	DATOS DE ENTRADA PARA EL CALCULO DE PARAMETROS HIDRAULICO DE LAS TUBERÍAS.....	19
4.3.	PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.....	19
4.3.1.	Descripción del Sistema y trazado de la red.....	20
4.3.2.	Determinación de Áreas Aferentes (AA).....	21
4.3.3.	Cálculo del Caudal de Diseño Total (QDT).....	23
4.3.4.	Determinación de Pendientes y Profundidades.....	24
4.3.1.	Determinación de Diámetros de Tubería	25
5.	MODELACION.....	26
6.	ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN.....	32
6.1.	UBICACIÓN.....	32
6.2.	PARAMETROS DE DISEÑO	32
6.2.1.	Diámetro	32
6.2.2.	Diámetro de Acceso.....	33
7.	CANTIDADES DE OBRA.....	34
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
	BIBLIOGRAFIA.....	40

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Localización Municipio de Saravena	6
Ilustración 2.	Ubicación del Proyecto.....	7
Ilustración 3.	Ubicación del predio a Urbanizar dentro del Área de expansión N°2 del PBOT.	7
Ilustración 4.	Distribución Urbanística Proyectada	9
Ilustración 5.	Perímetro urbano y Área de expansión urbana municipio de Saravena.	12
Ilustración 6.	Plano de trazado preliminar de tramos de tubería.....	21
Ilustración 7.	Áreas Aferentes.....	21
Ilustración 8.	Trazado de redes en SWMM 5.2.....	26
Ilustración 9.	Caracterización de tramos y Estructuras de conexión en SWMM 5.2.	27
Ilustración 10.	Modelación Exitosa.....	28
Ilustración 11.	Resultados de la modelación en nodos.....	28
Ilustración 12.	Resultados de la modelación en tramos.....	29
Ilustración 13.	Modelación hidráulica: Caudales y pendientes.....	29
Ilustración 14.	Modelación hidráulica: Caudales y velocidades	30
Ilustración 15.	Perfiles de Modelación Redes De alcantarillado Sanitario	31

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.....	11
Tabla 2.	Datos de Población municipio de Saravena.....	12
Tabla 3.	Áreas Urbanas	13
Tabla 4.	Profundidad a las cotas claves del colector.....	15
Tabla 5.	Parámetros de Diseño Principales	19
Tabla 6.	Áreas Aferentes del proyecto	22
Tabla 7.	Cálculo de Caudal doméstico.....	23
Tabla 8.	Cálculo de Caudal de Diseño.....	23
Tabla 9.	Cálculo de Pendientes y Profundidades por tramo	24
Tabla 10.	Cálculos Hidráulicos de cada tramo y Asignación de diámetro	25
Tabla 11.	Diámetro interno de estructuras de conexión	33
Tabla 12.	Profundidades de Excavación Pozos de Inspección	33
Tabla 13.	Actividades de Obra.....	34
Tabla 14.	Cálculo de Cantidades de Obra de Tramos Principales	35
Tabla 15.	Cálculo de Cantidades de Obra de Acometidas	35
Tabla 16.	Cálculo de Cantidades de Obra de Pozos de Inspección.....	36
Tabla 17.	Resumen de Cantidades de Obra	37

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N° 15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

INTRODUCCIÓN

El municipio de Saravena cuenta con más de 50 años de historia, y desde hace más de 31 años la Empresa de Servicios Públicos ECAAAS ESP ha sido responsable de la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado. A lo largo de este tiempo, se han instalado redes que, en la actualidad, han superado su vida útil, generando fallas recurrentes y afectaciones a la comunidad debido al deterioro de las tuberías.

Tanto el Departamento de Arauca como el Municipio de Saravena, en articulación con la Empresa ECAAAS ESP, tienen la responsabilidad de garantizar el acceso al agua potable y la adecuada disposición de las aguas residuales para la población.

Con el propósito de mejorar la calidad de vida de los habitantes, el Municipio de Saravena ha formulado un proyecto orientado a la optimización de las redes de alcantarillado sanitario del barrio Libertadores, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento y mitigar los impactos derivados del envejecimiento de la infraestructura existente.

El presente documento contiene el diseño hidráulico de la red de alcantarillado sanitario para el proyecto denominado: **"CONSTRUCCIÓN Y/O OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO LIBERTADORES DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**, el cual se localiza dentro del perímetro urbano de dicho municipio.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVERA **ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

1. ALCANCE DEL DISEÑO

El presente proyecto corresponde al diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el proyecto denominado: **“CONSTRUCCIÓN Y/O OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO LIBERTADORES DEL MUNICIPIO DE SARAVERA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”**, localizada en el municipio de Saravena, Arauca. Este diseño se formula tomando como base la infraestructura existente a la cual se contempla conectar las redes que se pretenden construir.

Este documento se centra exclusivamente en el diseño, dimensionamiento y trazado de la red de alcantarillado sanitario dentro de los límites establecidos del proyecto, sin incluir intervenciones ni análisis sobre el comportamiento hidráulico de las redes externas existentes en el municipio.

Las vías, correspondientes al área de influencia del proyecto son:

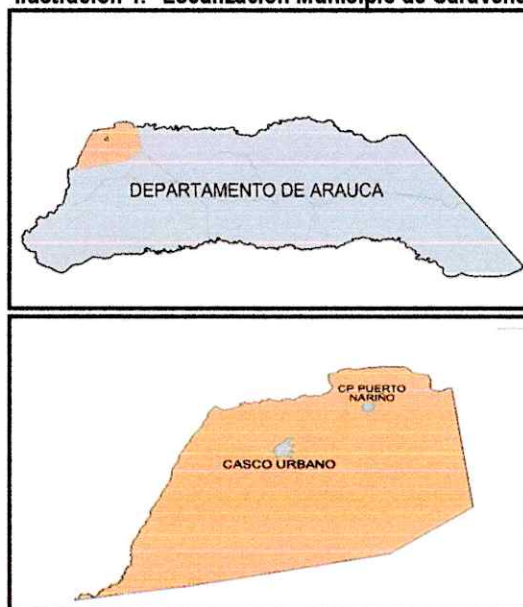
- Calle 30a entre carreras 16 y 19ª
- Carreras 17, 18, 19 y 19ª entre calle 30ª y 30

2. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

2.1. LOCALIZACION DEL PROYECO

El proyecto se encuentra localizado en el barrio Libertadores, que se encuentra en el municipio de Saravena, Departamento de Arauca. El municipio de Saravena se halla localizado en la Orinoquia colombiana, noroccidente del departamento de Arauca. Sus coordenadas geográficas son: Latitud norte entre 6 grados 46' y 7 grados 00' y en la Longitud este entre 71 grados 41' y 72 grados 06'.

Ilustración 1. Localización Municipio de Saravena



Fuente: Google

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena”

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

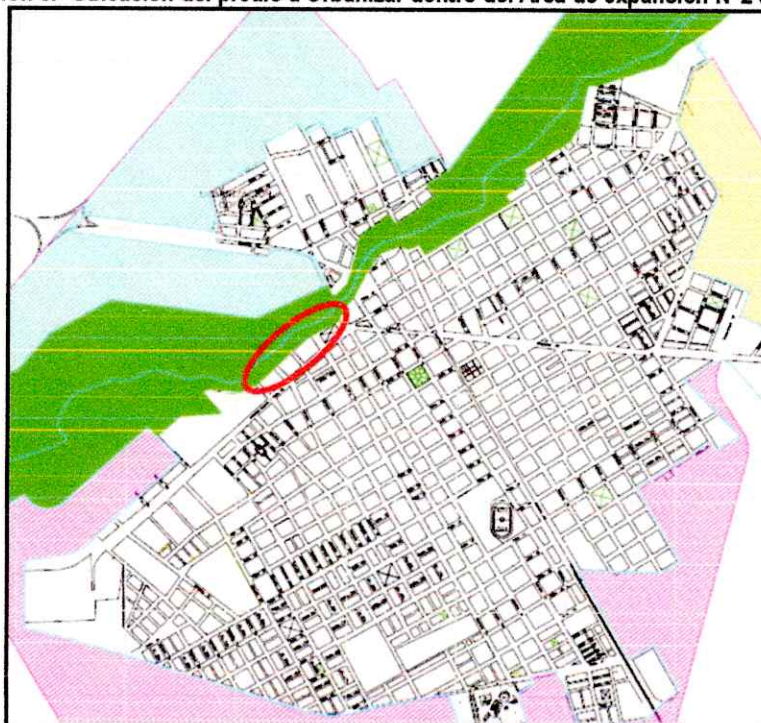
Ilustración 2. Ubicación del Proyecto



**Zona de Influencia del Proyecto
(Barrio Libertadores)**

Fuente: Google Earth Pro

Ilustración 3. Ubicación del predio a Urbanizar dentro del Área de expansión N°2 del PBOT.



ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

Fuente: Plano 07 "Áreas de expansión urbana"- PBOT Municipio de Saravena

2.2. RESEÑA HISTORICA

Los pobladores originarios de la región fueron los indígenas u'wa, betoye y guahibo. Saravena fue fundada por un grupo de colonos provenientes principalmente del departamento de Santander y de otros departamentos del interior del país. En 1972 el INCORA tomó las riendas del proyecto de colonización y debido a la gran distancia que los campesinos debían recorrer para su aprovisionamiento decide construir a orillas de la quebrada La Pava una cooperativa agraria alrededor de la cual empiezan a asentarse los colonizadores hasta formar una especie de caserío llamado Las Pavas.

La pista o campo de aterrizaje construida junto a la Cooperativa fue ampliada. Por aquellos mismos días el nombre de Las Pavas cambió por el de Saravena.

Saravena formaba parte del municipio de Tame, pero al llegar la colonización fue ascendido a Inspección de policía, al poco tiempo fue corregimiento y según decreto 2004 del 3 de febrero de 1976 fue erigido como municipio.

2.3. GEOGRAFIA

El municipio de Saravena se encuentra localizado en la Orinoquia colombiana, al noroccidente del departamento de Arauca. Sus coordenadas geográficas son: Latitud norte entre 6 grados 46' y 7 grados 00' y en la Longitud este entre 71 grados 41' y 72 grados 06'.

El paisaje de Saravena representa uno de los más complejos en términos de su biodiversidad, de su conformación fisiográfica, de sus procesos culturales y de su dinámica de poblamiento. 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 del 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 m s. n. m.

• **Vertiente cordillerana:** Está conformada por relieves escalonados descendientes hasta alcanzar los 1000 m s. n. m. La zona cordillerana está cubierta por completo de selva de gran biodiversidad, riqueza hídrica y de suelos. En esta zona se encuentra el Parque nacional natural El Cocuy y la reserva indígena U'wa.

- **Límites**

- Norte: República de Venezuela desde la desembocadura del río Bojabá en el río Arauca, hasta la inspección de Puerto Lleras.
- Sur: Municipio de Fortul.
- Este: Municipios de Arauquita y Fortul.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

➤ Oeste: Departamento de Boyacá, sobre la cuenca del río Bojabá.

2.4. ESTUDIOS EXISTENTES

- El municipio cuenta con un Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, desde el año 2007.
- El municipio cuenta con el PBOT desde el día 2010.
- Se tiene como información base un estudio topográfico que contempla un levantamiento altimétrico y planimétrico del predio, con sus debidas carteras topográficas.

2.5. USUARIOS ACTUALES

El área de influencia del proyecto contempla está conformado actualmente 106 usuarios conectados a las redes existentes del Alcantarillado Sanitario.

Ilustración 4. Distribución Urbanística Proyectada



Fuente: Usuarios Georreferenciados - ECAAAS ESP

2.6. PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS

Los servicios de Acueducto, Alcantarillado, Aseo y Gas en el municipio de Saravena son prestados por la empresa ECAAAS ESP, y el servicio de Energía Eléctrica por la empresa ENELAR ESP.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena”

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

3. PARAMETROS DE DISEÑO EN REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Los parámetros de diseño constituyen los elementos básicos para el desarrollo del diseño de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

3.1. CONTRIBUCIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Los aportes de aguas residuales deben determinarse con base en información de consumos y/o mediciones recientes registrados en la localidad, y considerando las densidades previstas para el periodo de diseño con base en el POT o PBOT o EOT y Plan de Desarrollo del municipio a través de zonificación del uso de la tierra. Se justificará los valores adoptados y deben ser aprobados por la persona prestadora del servicio. Se deben estimar los caudales para las condiciones iniciales y finales de periodo de diseño, en cada uno de los tramos de la red. Los caudales que se requieren calcular son los siguientes:

3.1.1. Caudal de Aguas residuales domésticas. (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable, se debe calcular con la siguiente ecuación.

$$Q_d = Cr \times D_{netap} \times A$$

Donde (D_{netap}) es la demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s.Ha) y (A) es el área tributaria de drenaje (Ha).

Cuando se cuente con proyección de demanda de agua potable por suscriptor, se debe calcular con la siguiente ecuación.

El aporte doméstico (Q_D) está dado por la expresión:

$$Q_D = \frac{Cr \cdot D_{netas} \cdot Ps}{30}$$

Donde (Ps) es el número de suscriptores proyectados al periodo de diseño y (D_{netas}) es la demanda neta de agua potable proyectada por suscriptor (m³/suscriptor-mes).

Cuando se utilice proyección de población, se debe calcular con la siguiente ecuación:

$$Q_d = \frac{Cr \times P \times D_{neta}}{86400}$$

Donde (D_{neta}) es la dotación neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab-día) y (P) es el número de habitantes proyectados al periodo de diseño.

3.1.2. Dotación Neta

Es la dotación neta proyectada por habitantes (L/Hab-día), de acuerdo a la resolución 0330 de junio del 2017 la dotación está dada por la siguiente tabla:

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

Tabla 1. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida.

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACION NETA MAXIMA (L/HAB*DÍA)
>2000 msnm	120
1000-2000 msnm	130
<1000 msnm	140

Fuente: Resolución 0330 de 2017

Para el presente proyecto por estar localizado a una altura menor a 1000 msnm se trabajará una dotación neta de 140 L/Hab-día.

3.1.3. Coeficiente de Retorno

El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.

De acuerdo con la resolución 0330 del 2017, en lugares donde no se encuentra con datos de análisis para el cálculo del coeficiente se debe tomar un valor de 0.85.

3.1.4. Densidad Poblacional

3.1.4.1. Periodo de Diseño (Resol Resolución 0330 de junio del 2017)

Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta como periodo de diseño 25 años.

3.1.4.2. Población Futura

Se analizó la proyección de la población de Saravena, de acuerdo con los datos del último censo del DANE, así como de las proyecciones realizadas por la misma entidad. Se empleó el método geométrico para determinar la población futura al periodo de diseño.

En el método geométrico la ecuación a emplear es:

$$Pf = P_{UC}(1 + r)^{Tf - T_{UC}}$$

Donde:

r = Tasa de crecimiento anual en forma decimal

Pf = Población correspondiente al año para el que se quiere realizar la proyección (habitantes)

PUC = Población correspondiente a la proyección del DANE (habitantes)

Pci = Población correspondiente al censo inicial con información (habitantes)

TUC = Año correspondiente al último año proyectado por el DANE

Tf = Año al cual se quiere proyectar la información.

La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

$$r = \left(\frac{P_{UC}}{P_{ci}} \right)^{\frac{1}{T_{UC}-T_{ci}}} - 1$$

Tabla 2. Datos de Población municipio de Saravena

MUNICIPIO SARAVENA	AÑO	CABECERA	RURAL
CENSO DANE	1985	13.369	11.048
CENSO DANE	1993	18.995	7.054
CENSO DANE	2005	28.544	14.222
CENSO DANE	2018	42.415	13.139

Fuente: DANE

La tasa de crecimiento del municipio de Saravena:

r 1985-1993	0.0449
r 1993-2005	0.0345
r 2005-2018	0.0309
r Promedio	0.0368

Año actual = 2025

Año de diseño = 2025+25 = 2050

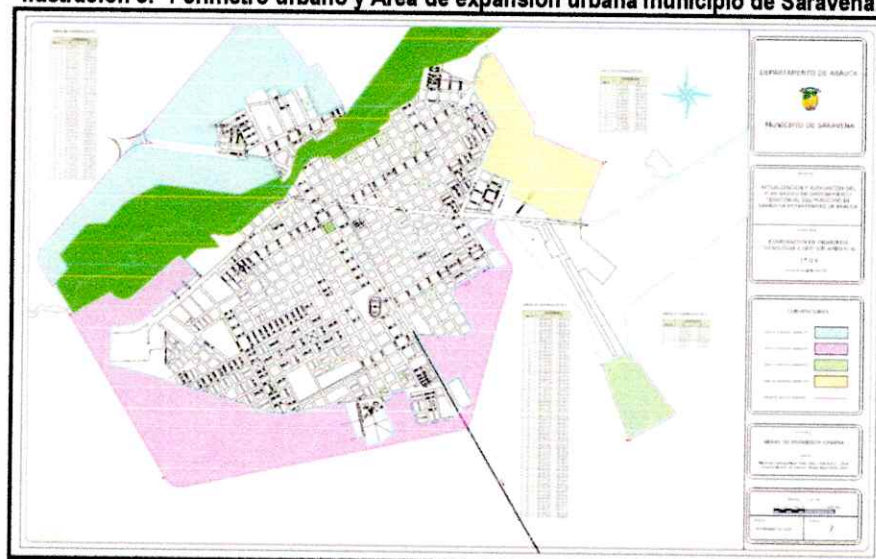
Por lo tanto, la población de diseño sería:

$$P_f = 42415(1 + 0.0368)^{2050-2018} = 134737 \text{ hab}$$

3.1.4.3. Densidad de Saturación

El área urbana utilizada para el cálculo de la densidad de saturación se tomó de acuerdo con los planos de uso del suelo del municipio de Saravena, que incluye la actual área urbana y las expansiones proyectadas.

Ilustración 5. Perímetro urbano y Área de expansión urbana municipio de Saravena.



Fuente: PBOT Saravena 2010

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

Tabla 3. Áreas Urbanas

CUADRO DE AREAS URBANAS	
Perímetro Urbano	8.841.221,08
Área de Expansión 1	1.959.200,74
Área de Expansión 2	1.310.353,80
Área de Expansión 3	646.710,90
Área de Expansión 4	222.713,49
	12.980.200 m ²
	1.298,02 Ha

Área perímetro urbano= 880.48 Ha

Área zona de expansión urbana = 417.54 Ha

Por lo tanto, el área urbana total de diseño es 1,298.02 Ha

$$Densidad\ saturación = \frac{134737\ Hab}{1298.02} = 103.80\ Hab/Ha$$

La densidad de saturación empleada en el presente proyecto es de 103.80 Hab/Ha.

3.1.5. Caudal Medio Diario de Aguas Residuales (Qmd) (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

Se debe calcular el caudal medio diario de aguas residuales como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e institucionales.

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{IN}$$

3.1.6. Caudal máximo Horario (QMH). (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

El factor de mayoración utilizado en la estimación del caudal máximo horario debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo, en los cuales se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población. En ausencia de datos de campo, se debe estimar con las ecuaciones aproximadas, teniendo en cuenta las limitaciones que puedan presentarse en su aplicabilidad, este valor deberá estar entre 1,4 y 3,8.

3.1.7. Caudal de Conexión Errada (Qce) (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

Los aportes por conexiones erradas deben estimarse a partir de la información existente en la localidad. En ausencia de esta información deberá utilizar un valor máximo de 0,2 L/s -Ha.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

3.1.8. Caudal de Infiltración (Qinf) (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

El caudal de infiltración debe estimarse a partir de aforos en el sistema y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de estructuras de conexión y demás estructuras, y su calidad constructiva.

Ante la ausencia de información se acepta que la infiltración se calcule con base en un factor de 0,10 L/s ha, aplicado al área de aferencia de infiltración del alcantarillado, entendida esta como el área de las calles del sector beneficiado con el sistema.

3.1.9. Caudal de Diseño (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

El caudal de diseño debe obtenerse sumando el caudal máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1.5 L/S, debe adoptarse este último valor como caudal de diseño para el tramo.

3.1.10. Diámetro Interno Real Mínimo en los Alcantarillados Sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

Según el artículo 140 de la resolución 0330 del 2017, el diámetro interno real mínimo permitido en redes de alcantarillado sanitario es 170 mm. Para poblaciones menores de 2500 habitantes el diámetro interno real permitido es de 140 mm.

3.1.11. Criterios de auto limpieza en los alcantarillados sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1 Pa. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño en las condiciones iniciales y finales del periodo de diseño.

3.1.12. Velocidad máxima en los alcantarillados sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)

La velocidad máxima real en un colector por gravedad no debe sobrepasar 5.0 m/s determinada para el caudal de diseño. En condiciones hidráulicas especiales y complejas como es el caso de topografías con pendientes superiores al 30%, colectores de gran diámetro iguales o superiores a 600 mm o caudales de

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

flujo superiores a 500 l/s, se permitirán velocidades de flujo superiores a 5 m/s; sin embargo, la velocidad máxima no deberá sobrepasar los límites de velocidad recomendados para el material del ducto y/o de los accesorios a emplear y no deberá superar los 10 m/s. Las tuberías con velocidad de flujo superior a 5 m/s deben seleccionarse con revestimientos internos especiales que permitan soportar el fenómeno de abrasión a largo plazo.

**3.1.13. Relación Máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los
alcantarillados sanitarios (Resolución 0330 de junio del 2017, la resolución 0799 de
diciembre de 2021 y la resolución 0908 de diciembre de 2021)**

Para permitir la aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 85% del diámetro interno real de este.

**3.1.14. Profundidad de Instalación de Tuberías de Alcantarillados (Resolución 0330 de
junio del 2017, la resolución 0799 de diciembre de 2021 y la resolución 0908 de
diciembre de 2021)**

Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no requieren protección a cargas vivas, con relación a la rasante definitiva, se definen en la siguiente Tabla:

Tabla 4. Profundidad a las cotas claves del colector

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75 m
Vías Vehiculares	1.20 m

Fuente: Res 0330 del 2017, artículo 139



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

4. DESARROLLO DE DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO

En general, cada uno de los tramos que forman parte del sistema de alcantarillado debe diseñarse como un conducto a flujo libre por gravedad. El flujo de aguas residuales o de aguas lluvias en una red de alcantarillado para su recolección y evacuación no es permanente. Sin embargo, el dimensionamiento hidráulico de la sección transversal de cada tramo puede hacerse suponiendo que el flujo es uniforme, debido a que siempre va a existir una tendencia a establecer este tipo de flujo. Esto es particularmente válido para los tramos de diámetro pequeño.

En ingeniería existen diferentes ecuaciones de flujo uniforme apropiadas para este tipo de cálculo, dentro de las cuales se destacan la ecuación de Darcy-Weisbach, en conjunto con la ecuación de Colebrook-White y la ecuación de Manning. La ecuación de Darcy-Weisbach es la ecuación físicamente basada para representar el flujo uniforme en diferentes tipos de ducto, y cubre todo el rango del flujo turbulento desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso. En la práctica, la ecuación de Manning es la más utilizada; sin embargo, esta ecuación es aplicable únicamente para el caso de flujo turbulento hidráulicamente rugoso.

4.1. DEDUCCIÓN DE LA ECUACIÓN MATEMÁTICA UTILIZADA EN EL ESTUDIO

Las ecuaciones de Manning (ecuación empírica) y Chezy, la cual en conjunto con Darcy-Weisbach y Colebrook-White constituyen una expresión físicamente basada que en la actualidad se considera como la fórmula de cálculo más apropiada para los alcantarillados. Además de lo ya explicado, es conveniente tener en cuenta lo siguiente: En el medio colombiano, la ecuación más usada de diseño para calcular velocidad es la ecuación de Manning, propuesta por Robert Manning en 1889; esta ecuación da una solución rápida a la velocidad del ducto si se tiene el valor de n el cual se ha considerado que es un coeficiente que depende del tipo de material que se tenga para la tubería. Sin embargo, hay que ser cauteloso al usar esta ecuación ya que esta fue determinada para canales rectangulares de alta rugosidad, con los materiales modernos como el PVC el régimen de flujo que se desarrolla en sistemas de alcantarillado es flujo turbulento hidráulicamente rugoso (FTHR). Hoy en día con los materiales modernos como el PVC el régimen de flujo que se desarrolla en sistemas de alcantarillado es flujo turbulento hidráulicamente liso (FTHL) haciendo que la ecuación se invalide. No obstante, esa ecuación sigue siendo usada indiscriminadamente sin tener en cuenta las condiciones anteriormente descritas. Adicionalmente se sabe que el coeficiente n no es constante y cambia con la profundidad de flujo que se tenga en el momento, por lo tanto, se tendría otra razón para no usar esta ecuación en el diseño del sistema de alcantarillado. Se ha encontrado también que la variación de n con la profundidad es mucho más marcada en conductos que se cierran sobre sí mismos como es el caso de los utilizados en alcantarillado sanitario (por lo general de sección circular).

Lo anterior me permite determinar las siguientes ecuaciones:

$$V = -2\sqrt{8gRS} \left[\log_{10} \left(\frac{Ks}{14.8R} + \frac{2.51v}{4R\sqrt{8gRS}} \right) \right]$$

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

$$Q = -2A\sqrt{8gRS} \left[\log_{10} \left(\frac{Ks}{14.8R} + \frac{2.51v}{4R\sqrt{8gRS}} \right) \right]$$

Estas ecuaciones son las más adecuadas para implementar en sistemas de alcantarillado ya que sirven para cualquier régimen de flujo que se tenga y además son físicamente basadas, describiendo de una mejor manera el comportamiento real del flujo.

El uso de las ecuaciones consiste en partir de un diámetro propuesto tentativamente, luego se calcula el caudal para después compararlo con el caudal de diseño establecido, evaluando si con el diámetro elegido se transporta efectivamente lo requerido.

Partiendo de las ecuaciones:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[\frac{Ks}{3.7d} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}} \right] \text{ Ecuación de Colebrook White} \quad \text{Ec (1)}$$

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} \text{ Ecuación de Numero de Reynolds} \quad \text{Ec (2)}$$

$$h_f = f \frac{L V^2}{d 2g} \text{ Ecuación de Darcy Weishbach} \quad \text{Ec (3)}$$

Donde:

- hf = Pérdida de cabeza a lo largo del tramo (m)
- f = Factor de fricción de Darcy (Adimensional)
- L = Longitud del tramo de tubería (m)
- d = Diámetro interior de la tubería (m)
- V = Velocidad media del flujo (m/s)
- g = Aceleración de la gravedad (m/s²)
- Ks = Rugosidad absoluta de la tubería (m). Para PVC = 1.5*10⁻⁶m
- Re = Número de Reynolds = Vd/ν (Adimensional)
- ν = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s)

De la Ec (3) despejamos la velocidad:

$$V^2 = \frac{h_f}{L} \times \frac{d}{f} \times 2g$$

Como $d = 4R$ (R=Radio hidráulico) y $\frac{h_f}{L} = S_f$

$$V^2 = S_f \times \frac{4R}{f} \times 2g = S_f \times \frac{8R}{f} g \rightarrow V = \frac{\sqrt{S_f \times 8R \times g}}{\sqrt{f}}$$

En función de caudal

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

$$V = \frac{\sqrt{S_f \times 8R \times g}}{\sqrt{f}} \rightarrow Q = \frac{\sqrt{S_f \times 8R \times g}}{\sqrt{f}} \times A \rightarrow \frac{1}{\sqrt{f}} = \frac{Q}{\sqrt{S_f \times 8R \times g} \times A}$$

De la Ec (2)

$$Re = \frac{V \times d}{\nu} = \frac{V \times 4R}{\nu}$$

Reemplazando lo anterior en la Ec (1).

$$\frac{Q}{\sqrt{S_f \times 8R \times g} \times A} = -2 \log_{10} \left[\frac{Ks}{3.7 \times 4R} + \frac{2.51 \times \nu}{V \times 4R \sqrt{f}} \right]$$

Sustituyendo para la velocidad

$$\frac{Q}{\sqrt{S_f \times 8R \times g} \times A} = -2 \log_{10} \left[\frac{Ks}{14.8R} + \frac{2.51 \times \nu}{\frac{\sqrt{S_f \times 8R \times g}}{\sqrt{f}} \times 4R \sqrt{f}} \right]$$

Aclarando que en flujo uniforme

Despejando y cancelando, llegamos a la ecuación utilizada en el diseño:

$$Q = -2A\sqrt{8gRS} \log \left(\frac{Ks}{14.8R} + \frac{2.51\nu}{4R\sqrt{8gRS}} \right)$$

Donde:

- Q = Caudal (m3/s)
- A = Área mojada de la tubería. (m2)
- R = Radio hidráulico. (m)
- S = Pendiente hidráulica.

Como los colectores de aguas lluvias no trabajan a presión, para hacer los cálculos se analiza la tubería para tubo parcialmente lleno y de acuerdo con el caudal de diseño se define el diámetro y la lámina de agua para tubo parcialmente lleno, por lo tanto, el área a considerar es la de un segmento de círculo con ángulo central θ (Teta), o sea:

$$A = \frac{r^2}{2} (\theta - \sin \theta) = \frac{d_o^2}{8} (\theta - \sin \theta)$$

Para realizar el diseño, es fundamental determinar las propiedades hidráulicas del flujo según el tipo de conducto utilizado. Por ello, se aplican las siguientes ecuaciones que permiten definir la geometría de la tubería y calcular el diámetro requerido para garantizar el caudal de diseño previsto.

$$a = \arcsin \frac{2x}{d_o} = \arcsin \left(\frac{2y}{d_o} - 1 \right)$$

$$\theta = \pi + 2\alpha = \pi + 2 \arcsin \left(\frac{2y}{d_o} - 1 \right) = 2 \arccos \left(1 - \frac{2y}{d_o} \right)$$

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.
NIT. 800.163.392-3**

$$A = (\theta - \sin \theta) \frac{d_o^2}{8}$$

$$P = \theta \frac{d_o}{2}$$

$$R = \left(1 - \frac{\sin \theta}{\theta}\right) \frac{d_o}{4}$$

$$T = d_o \cos \alpha = d_o \cos \left(\arcsin \left(\frac{2y}{d_o} - 1 \right) \right) = d_o \sin \frac{\theta}{2} = 2\sqrt{y(d_o - y)}$$

$$D = \left(\frac{\theta - \sin \theta}{\sin \frac{\theta}{2}} \right) \frac{d_o}{8}$$

Esfuerzo cortante en la pared: $\tau = \gamma RS$

Número de Reynolds: $N_R = \frac{\rho V(4R)}{\mu} = \frac{4RV}{\nu}$

Número de Froude: $N_F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$

4.2. DATOS DE ENTRADA PARA EL CALCULO DE PARAMETROS HIDRAULICO DE LAS TUBERÍAS

De acuerdo con el marco teórico anteriormente mencionado, los parámetros de diseño a considerar son los siguientes:

Tabla 5. Parámetros de Diseño Principales

DATOS DE ENTRADA			
Población de diseño:	P=	134737	hab
Temperatura de trabajo:	T°	20	C°
Área residencial bruta:	A _{rb} =	1298,020	ha
Contribución doméstica (calculada):	q _D =	0,143	L/s.ha
Contribución comercial	q _C =	0,500	L/s.ha
Cálculo del factor de mayoración por Flores	F=3.5/P ^{0.1}		
Se supondrá infiltración baja	0,1	L/s.ha	
Altura sobre el nivel del mar:	223	msnm	
Dotación Neta:	C =	140	L/hab.día
Densidad de población:	D =	103,8	hab/ha
Contribución industrial	q _I =	0	L/s.ha
Contribución institucional	q _{IN} =	Asumido	L/s.ha
Coefficiente de retorno:	R =	0,85	
Aporte por conexiones erradas		0,2	L/s.ha
k _s =	1,50E-06	m	(PVC)
ν =	1,02E-06	m²/s	
g	9810	N/m3	
La profundidad normal de flujo (Y _n) puede ser como máximo el 85% del diámetro interno.			
Debe verificarse que t sea mayor de 1.0 N/m²			
Debe evitarse el flujo crítico, por tanto, el N _F no deberá estar entre 0.90 y 1.10			

Fuente: Elaboración propia

4.3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

A continuación, se explicará el procedimiento utilizado para el diseño de tuberías, información básica con la cual se elaboran los cuadros de cálculo presentados y relacionados en este documento.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

- Se definen los puntos de control o nodos en sitios estratégicos y a criterio del diseñador, considerando especialmente los sitios al recibo de nuevas cargas de agua residual, cambios bruscos de dirección y pendiente, con el objeto de diseñar las secciones acordes a las necesidades.
- En cada punto y utilizando el levantamiento topográfico se determina longitud y diferencia de nivel.
- Para la evaluación de los caudales, se emplea el procedimiento descrito anteriormente
- Se predimensiona el diámetro y la pendiente, siguiendo el siguiente proceso:
- Se nombra el tramo, se indica el abscisado, se determina la longitud del tramo.
- Usando la ecuación de Colebrook White se despeja el diámetro requerido y luego se aproxima al diámetro interno comercial (dreal), con este diámetro a partir de la misma ecuación se determina la relación (yn/dreal), siendo "yn" la profundidad de la lámina de agua en la tubería.
- Se calculan los siguientes parámetros: Velocidad, Número de Froude, Esfuerzo cortante, verificando las siguientes condiciones: (Resolución 0330 del 2017)

Esfuerzo cortante: $\tau > 1.0 \text{ Pa}$

Numero de Freud: $0.90 > Nf > 1.1$ (Si el Yn es mayor a 0.75)

El procedimiento de cálculo se realiza en Excel, aplicando macros para mayor precisión en todos sus parámetros.

4.3.1. Descripción del Sistema y trazado de la red

La red de alcantarillado tendrá como objetivo la recolección de las aguas servidas de los habitantes del del área de influencia del proyecto **"OPTIMIZACIÓN DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO LIBERTADORES EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**, el cual contempla las siguientes vías:

- Calle 30a entre carreras 16 y 19ª
- Carreras 17, 18, 19 y 19ª entre calle 30ª y 30

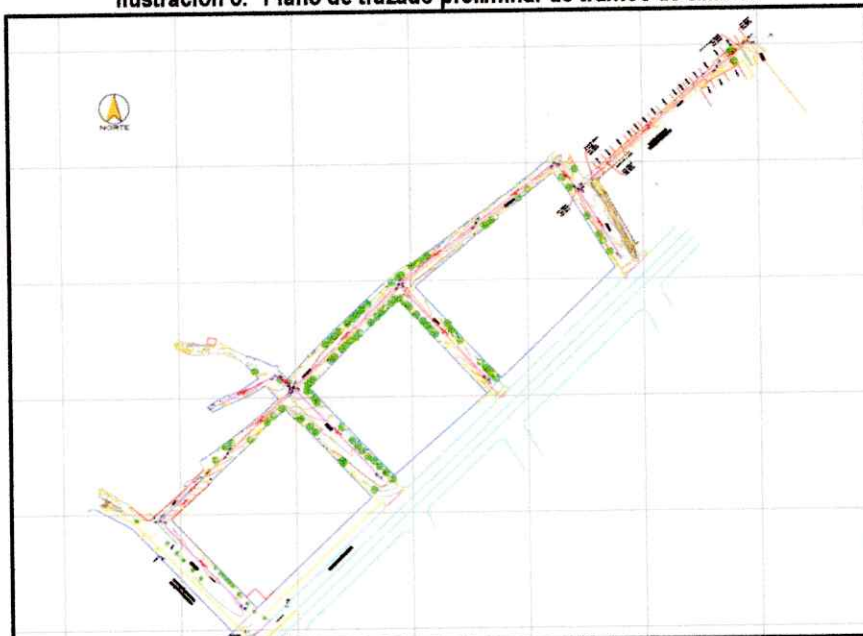
Para elaborar el trazado de la red de colectores principales y secundarios se utilizó el plano proporcionado por la comisión de Topografía entregado anteriormente, y se realizó el trazado por interceptores.



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA **ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

Ilustración 6. Plano de trazado preliminar de tramos de tubería



Fuente: Elaboración Propia-Plano de Diseño Hidráulico del Sistema de Alcantarillado

4.3.2. Determinación de Áreas Aferentes (AA)

Para calcular el área tributaria residencial se dividió el área del proyecto en Áreas Aferentes teniendo en cuenta el sentido del flujo, tal como se muestra en la siguiente ilustración:

Ilustración 7. Áreas Aferentes



Fuente: Elaboración Propia-Plano de Diseño Hidráulico del Sistema de Alcantarillado

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

A continuación, se muestran el área de cada una de las Áreas Aferentes (AA):

Tabla 6. Áreas Aferentes del proyecto

AREAS AFERENTES			
Nº	NOMBRE AREA	AREA EN M²	AREA EN HA
1	A1	2,712.59	0.27
2	A2	1,722.12	0.17
3	A3	474.83	0.05
4	A4	404.86	0.04
5	A5	1,250.72	0.13
6	A6	2,674.68	0.27
7	A7	3,144.38	0.31
8	A8	2,690.18	0.27
9	A9	2,094.95	0.21
10	A10	2,079.24	0.21
11	A11	2,618.97	0.26
12	A12	2,092.78	0.21
13	A13	3,060.67	0.31
14	A14	167.70	0.02
15	A15	459.12	0.05
16	A16	341.81	0.03
17	A17	606.65	0.06
18	A18	1,009.31	0.10
19	A19	1,759.36	0.18
20	A20	1,229.16	0.12
21	A21	2,269.87	0.23
22	A22	32,658.82	3.27

Fuente: Elaboración Propia



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3



4.3.3. Cálculo del Caudal de Diseño Total (QDT)

Se calcula el caudal Domestico de cada tramo de acuerdo con las áreas determinadas anteriormente.

Tabla 7. Cálculo de Caudal domestico

N°	TRAMO	TIPO DE TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	AREA AFERENTE DIRECTA (HA)	AREA AFERENTE QUE ANTERIOR (HA)	AREA TOTAL (HA)	DENSIDAD DE SATURACION (HAB/HA)	# HAB. (AREA * DENSIDAD DE SATURACION)	# HAB. (AREA * DENSIDAD DE SATURACION)	# (MILES)	DOTACION NETA (L/HAB-DIA)	COEFICIENTE DE RETORNO #	Q _d L/s
1	P1-P5	Via Vehicular	P1	P5	0.23	0.00	0.23	103.8	23.56	23.56	0.02	140	0.85	0.03
2	P5-P6	Zona Verde o Peatonal	P5	P6	0.30	0.23	0.53	103.8	54.58	54.58	0.05	140	0.85	0.08
3	P6-P9	Zona Verde o Peatonal	P6	P9	0.16	0.53	0.69	103.8	71.36	71.36	0.07	140	0.85	0.10
4	P7-P8	Zona Verde o Peatonal	P7	P8	0.08	0.00	0.08	103.8	8.31	8.31	0.01	140	0.85	0.01
5	P8-P9	Zona Verde o Peatonal	P8	P9	0.02	0.08	0.10	103.8	10.05	10.05	0.01	140	0.85	0.01
6	P2-P9	Via Vehicular	P2	P9	0.52	0.00	0.52	103.8	53.49	53.49	0.05	140	0.85	0.07
7	P9-P10	Zona Verde o Peatonal	P9	P10	0.47	1.30	1.77	103.8	183.67	183.67	0.18	140	0.85	0.25
8	P3-P10	Via Vehicular	P3	P10	0.48	0.00	0.48	103.8	49.67	49.67	0.05	140	0.85	0.07
9	P10-P11A	Zona Verde o Peatonal	P10	P11A	0.29	2.25	2.54	103.8	263.54	263.54	0.26	140	0.85	0.36
10	P11A-P11	Zona Verde o Peatonal	P11A	P11	0.29	2.54	2.83	103.8	293.74	293.74	0.29	140	0.85	0.40
11	P11-P12	Zona Verde o Peatonal	P11	P12	0.09	2.83	2.92	103.8	302.87	302.87	0.30	140	0.85	0.42
12	P4-P12	Via Vehicular	P4	P12	0.13	0.00	0.13	103.8	12.98	12.98	0.01	140	0.85	0.02
13	P12-PF	Zona Verde o Peatonal	P12	PF	0.44	3.04	3.49	103.8	361.89	361.89	0.36	140	0.85	0.50
14	PF-PF	Zona Verde o Peatonal	PF	PF	0.00	3.49	3.49	103.8	361.89	361.89	0.36	140	0.85	0.50

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla podemos observar los resultados del cálculo del Caudal de Diseño de cada tramo:

Tabla 8. Cálculo de Caudal de Diseño

N°	TRAMO	TIPO DE TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	Q _b L/s	Q _i L/s	Q _c L/s	Q _{IN} L/s	Q _{IND} L/s	F L/s	Q _{MH} L/s	Q _{INF} L/s	Q _{CE} L/s	Q _{DT} L/s	Q _{DT} (Ajustado) L/s
1	P1-P5	Via Vehicular	P1	P5	0.03	0.00	0.00	1.31	1.31	3.80	5.08	0.02	0.05	5.15	5.15
2	P5-P6	Zona Verde o Peatonal	P5	P6	0.08	0.00	0.00	1.31	1.38	3.80	5.25	0.05	0.11	5.40	5.40
3	P6-P9	Zona Verde o Peatonal	P6	P9	0.10	0.00	0.00	1.31	1.40	3.80	5.33	0.07	0.14	5.54	5.54
4	P7-P8	Zona Verde o Peatonal	P7	P8	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	3.80	0.04	0.01	0.02	0.07	1.50
5	P8-P9	Zona Verde o Peatonal	P8	P9	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	3.80	0.05	0.01	0.02	0.08	1.50
6	P2-P9	Via Vehicular	P2	P9	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	3.80	0.28	0.05	0.10	0.43	1.50
7	P9-P10	Zona Verde o Peatonal	P9	P10	0.25	0.00	0.00	1.31	1.56	3.80	5.92	0.18	0.35	6.45	6.45
8	P3-P10	Via Vehicular	P3	P10	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	3.80	0.26	0.05	0.10	0.40	1.50
9	P10-P11A	Zona Verde o Peatonal	P10	P11A	0.36	0.00	0.00	1.31	1.67	3.80	6.34	0.25	0.51	7.10	7.10
10	P11A-P11	Zona Verde o Peatonal	P11A	P11	0.40	0.00	0.00	1.31	1.71	3.80	6.50	0.28	0.57	7.35	7.35

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena”

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N° 15-30- Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3



N°	TRAMO	TIPO DE TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	Qc				Q _{IN}				Q _{MD}	F	Q _{MH}	Q _{INF}	Q _{CE}	Q _{DT}	QDT (Ajustado)
					L/s	Q _i	L/s	Q _c	L/s	L/s	L/s	L/s							
11	P11-P12	Zona Verde o Peatonal	P11	P12	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	1.31	1.72	3.80	6.54	0.29	0.58	7.42	7.42	7.42
12	P4-P12	Via Vehicular	P4	P12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	3.80	0.07	0.01	0.03	0.11	1.50	1.50
13	P12-PF	Zona Verde o Peatonal	P12	PF	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	1.31	1.80	3.80	6.85	0.35	0.70	7.90	7.90	7.90
14	PF-PE	Zona Verde o Peatonal	PF	PE	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	1.31	1.80	3.80	6.85	0.35	0.70	7.90	7.90	7.90

Fuente: Elaboración propia

El caudal institucional del tramo 1, se tiene en cuenta debido la conexión del Hospital de Sarare, y se calcula teniendo como base el consumo de agua potable promedio de los últimos 6 meses el cual es 3.395.52 m³/mes. Para los tramos en los que el QDT fue menor a 1.5 L/S, se tomó 1.5 L/S como caudal de diseño, de acuerdo con lo establecido en el numeral 7 del artículo 134 de la resolución 0330 del 2017.

4.3.4. Determinación de Pendientes y Profundidades

Como se mencionó anteriormente en el numeral 3.1.11 del presente documento, la pendiente mínima de un tramo es aquella pueda garantizar la auto limpieza del sistema, es decir, que su fuerza tractiva sea mayor o igual a 1 Pa; y la pendiente máxima es aquella que garantice que la velocidad del flujo no supere los 5 m/s. Por otra parte, las profundidades mínimas de recubrimiento son, como se mencionó anteriormente, 1,2 m en vías vehiculares y 0,75 m en peatonales y zonas verdes, como lo establece a tabla 18 del artículo 139 del IAS en su resolución 0330 del 2017.

La siguiente tabla permite observar los resultados del cálculo de Pendientes y Profundidades:

Tabla 9. Cálculo de Pendientes y Profundidades por tramo

N°	TRAMO	TIPO DE TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	L (Tub) (m)	Cotas rasantes		S _i %	Cotas Batea		S _w (Tub) %	Recubrimiento	
						inicial	final		inicial	final		inicial	final
1	P1-P5	Via Vehicular	P1	P5	78.67	227.620	227.483	0.17	225.490	224.900	0.75%	1.95	2.40
2	P5-P6	Zona Verde o Peatonal	P5	P6	61.41	227.483	225.600	3.07	224.850	224.481	0.60%	2.45	0.94
3	P6-P9	Zona Verde o Peatonal	P6	P9	60.23	225.600	225.200	0.66	223.894	223.533	0.60%	1.52	1.49
4	P7-P8	Zona Verde o Peatonal	P7	P8	47.30	225.310	225.104	0.44	224.102	223.818	0.60%	1.03	1.10
5	P8-P9	Zona Verde o Peatonal	P8	P9	14.17	225.104	225.200	-0.68	223.418	223.333	0.60%	1.50	1.68
6	P2-P9	Via Vehicular	P2	P9	80.93	226.030	225.200	1.03	224.390	223.783	0.75%	1.46	1.24
7	P9-P10	Zona Verde o Peatonal	P9	P10	94.85	225.200	224.200	1.05	223.283	222.714	0.60%	1.74	1.30
8	P3-P10	Via Vehicular	P3	P10	84.72	225.000	224.200	0.94	223.439	222.804	0.75%	1.38	1.21
9	P10-P11A	Zona Verde o Peatonal	P10	P11A	63.78	224.200	223.477	1.13	222.314	221.995	0.50%	1.70	1.30
10	P11A-P11	Zona Verde o Peatonal	P11A	P11	63.84	223.477	223.139	0.53	221.945	221.658	0.45%	1.35	1.30
11	P11-P12	Zona Verde o Peatonal	P11	P12	23.11	223.139	223.600	-1.99	221.608	221.504	0.45%	1.35	1.91

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena”

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N° 15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

ECAAAS

N°	TRAMO	TIPO DE TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	L (Tub) (m)		S _t %	Cotas rasantes		Cotas Batea		S _w (Tub) %	Recubrimiento		
					inicial	final		inicial	final	inicial	final		inicial	final	Promedio
12	P4-P12	Via Vehicular	P4	P12	51.05	223.897	223.600	0.58	222.387	222.004	0.75%	0.75%	1.33	1.41	1.37
13	P12-PF	Zona Verde o Peatonal	P12	PF	119.23	223.600	222.175	1.20	221.454	220.917	0.45%	0.45%	1.96	1.08	1.52
14	PF-PF	Zona Verde o Peatonal	PF	PF	26.11	222.175	222.550	-1.44	220.867	220.750	0.45%	0.45%	1.13	1.62	1.37

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Determinación de Diámetros de Tubería

Para poder determinar el Diámetro de la tubería, se asume inicialmente un diámetro y se verifica que las consideraciones anteriormente mencionadas se cumplan, tales como Velocidad mínima y Máxima, Numero de Froude, Fuerza Tractiva, Recubrimiento mínimo, profundidad hidráulica máxima y Caudal de Diseño.

En la siguiente tabla se pueden observar los resultados del cálculo que permite elegir con seguridad el diámetro de la tubería que garantizara el óptimo funcionamiento hidráulico de las redes, teniendo en cuenta el criterio de autolimpieza.

Tabla 10. Cálculos Hidráulicos de cada tramo y Asignación de diámetro

Tabla 10. Cálculos Hidráulicos de cada tramo y Asignación de diámetro																							
N°	TRAMO	TIPO DE TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	L (Tub)		d	d	Y _{nd}	Y _n	θ	A	P	R	Q	V	D	N _e	t	NUMERO DE FROUD	FUERZA TRACTIVA	RECUBRIMIENTO > 1.2 m	
					(m)	(")																(m)	(m)
1	P1-P5	Vía Vehicular	P1	P5	78.67	8	0.182	0.261	0.0475	2.1450	0.0054	0.1952	0.0277	5.15	0.95	0.03	1.65	2.04		OK	OK	OK	OK
2	P5-P6	Zona Verde o Peatonal	P5	P6	61.41	8	0.182	0.285	0.0518	2.2508	0.0061	0.2048	0.0298	5.40	0.89	0.04	1.47	1.76		OK	OK	OK	OK
3	P6-P9	Zona Verde o Peatonal	P6	P9	60.23	8	0.182	0.289	0.0525	2.2383	0.0062	0.2064	0.0301	5.54	0.89	0.04	1.46	1.77		OK	OK	OK	OK
4	P7-P8	Zona Verde o Peatonal	P7	P8	47.30	8	0.182	0.151	0.0275	1.5978	0.0025	0.1454	0.0170	1.50	0.61	0.02	1.40	1.00		OK	OK	OK	OK
5	P8-P9	Zona Verde o Peatonal	P8	P9	14.17	8	0.182	0.152	0.0276	1.5397	0.0025	0.1456	0.0171	1.50	0.60	0.02	1.40	1.00		OK	OK	OK	OK
6	P2-P9	Vía Vehicular	P2	P9	80.93	8	0.182	0.143	0.0260	1.5499	0.0023	0.1410	0.0161	1.50	0.66	0.02	1.57	1.19		OK	OK	OK	OK
7	P9-P10	Zona Verde o Peatonal	P9	P10	94.85	8	0.182	0.312	0.0568	2.3710	0.0069	0.2158	0.0321	6.45	0.93	0.04	1.46	1.89		OK	OK	OK	OK
8	P3-P10	Vía Vehicular	P3	P10	84.72	8	0.182	0.143	0.0259	1.5486	0.0023	0.1409	0.0161	1.50	0.66	0.02	1.58	1.19		OK	OK	OK	OK
9	P10-P11A	Zona Verde o Peatonal	P10	P11A	63.78	8	0.182	0.346	0.0630	2.5155	0.0080	0.2289	0.0349	7.10	0.89	0.05	1.32	1.71		OK	OK	OK	OK
10	P11A-P11	Zona Verde o Peatonal	P11A	P11	63.84	8	0.182	0.364	0.0662	2.5986	0.0086	0.2357	0.0363	7.35	0.86	0.05	1.24	1.60		OK	OK	OK	OK
11	P11-P12	Zona Verde o Peatonal	P11	P12	23.11	8	0.182	0.365	0.0665	2.5362	0.0086	0.2363	0.0364	7.42	0.86	0.05	1.24	1.61		OK	OK	OK	OK
12	P4-P12	Vía Vehicular	P4	P12	51.05	8	0.182	0.142	0.0259	1.5479	0.0023	0.1409	0.0161	1.50	0.66	0.02	1.58	1.19		OK	OK	OK	OK
13	P12-PF	Zona Verde o Peatonal	P12	PF	119.23	8	0.182	0.378	0.0688	2.6479	0.0090	0.2410	0.0374	7.90	0.88	0.05	1.24	1.65		OK	OK	OK	OK
14	PF-PF	Zona Verde o Peatonal	PF	PF	26.11	8	0.182	0.378	0.0689	2.6500	0.0090	0.2412	0.0374	7.90	0.88	0.05	1.24	1.64		OK	OK	OK	OK

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla anterior, los diámetros establecidos para los tramos principales cumplen con los parámetros anteriormente mencionados. Para las acometidas domiciliarias se determina un diámetro de 6" con una pendiente mínima de 2%.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"
Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense
Calle 30 N° 15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

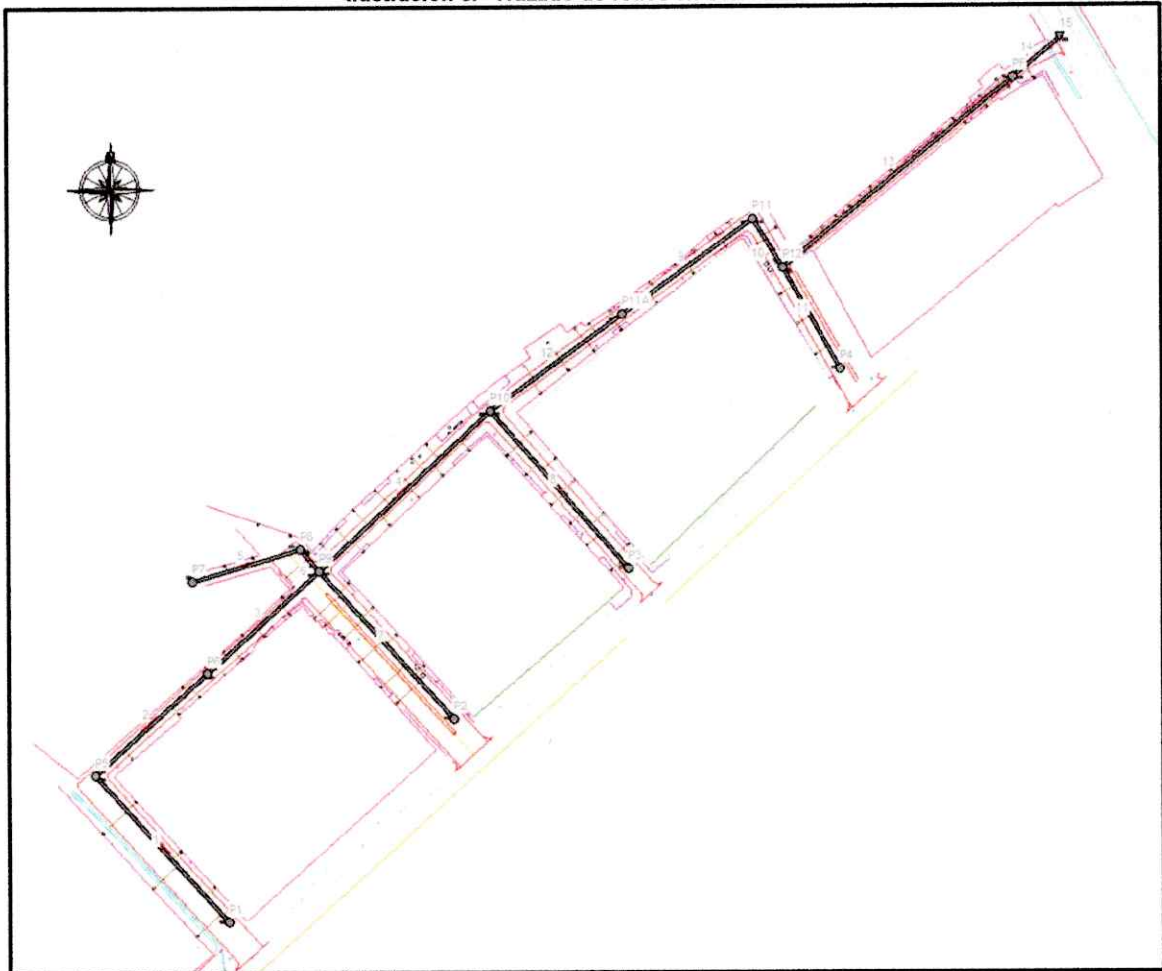
NIT. 800.163.392-3

5. MODELACION

Teniendo en cuenta los cálculos hidráulicos, se procede con la modelación del diseño, con el fin de verificar la información obtenida. Para esto se utiliza el programa SWMM 5.2.

Inicialmente se procede a dibujar los Tramos, Estructuras de Conexión y Estructuras de vertimiento.

Ilustración 8. Trazado de redes en SWMM 5.2



Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

Paso siguiente se procede a caracterizar cada estructura de conexión y cada tramo, en donde se agrega información como profundidades, longitudes, pendientes, diámetros, caudales, etc.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

Ilustración 9. Caracterización de tramos y Estructuras de conexión en SWMM 5.2

Junction P1		Conduit 1	
Property	Value	Property	Value
Name	P1	Name	1
X-Coordinate	1659.529	Inlet Node	P1
Y-Coordinate	3214.624	Outlet Node	P5
Description		Description	
Tag		Tag	
Inflows	NO ...	Shape	CIRCULAR
Treatment	NO	Max. Depth	1
Invert El.	225.490	Length	78.67
Max. Depth	2.130	Roughness	0.0096
Initial Depth	0	Inlet Offset	0
Surcharge Depth	0	Outlet Offset	0.05
Ponded Area	0	Initial Flow	0
		Maximum Flow	0
		Entry Loss Coeff.	0
		Exit Loss Coeff.	0
		Avg. Loss Coeff.	0
		Seepage Loss Rate	0
		Flap Gate	NO
		Culvert Code	
		Inlets	NO
Click to specify any external inflows received at the junction		User-assigned name of Conduit	

Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

De acuerdo con el Manual Técnico de Tubería para sistemas de Alcantarillado NOVAFORT - NOVALOC, en el Capítulo 4: Óptimo Comportamiento Hidráulico, se establece que el coeficiente de rugosidad de Manning (n) recomendado para tuberías NOVAFORT es de 0.0096. Por esta razón, dicho coeficiente fue utilizado y cargado en el modelo hidráulico desarrollado para este proyecto.

Una vez cargada la información en el programa se procede con la modelación, en la cual se identifican los siguientes resultados:

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

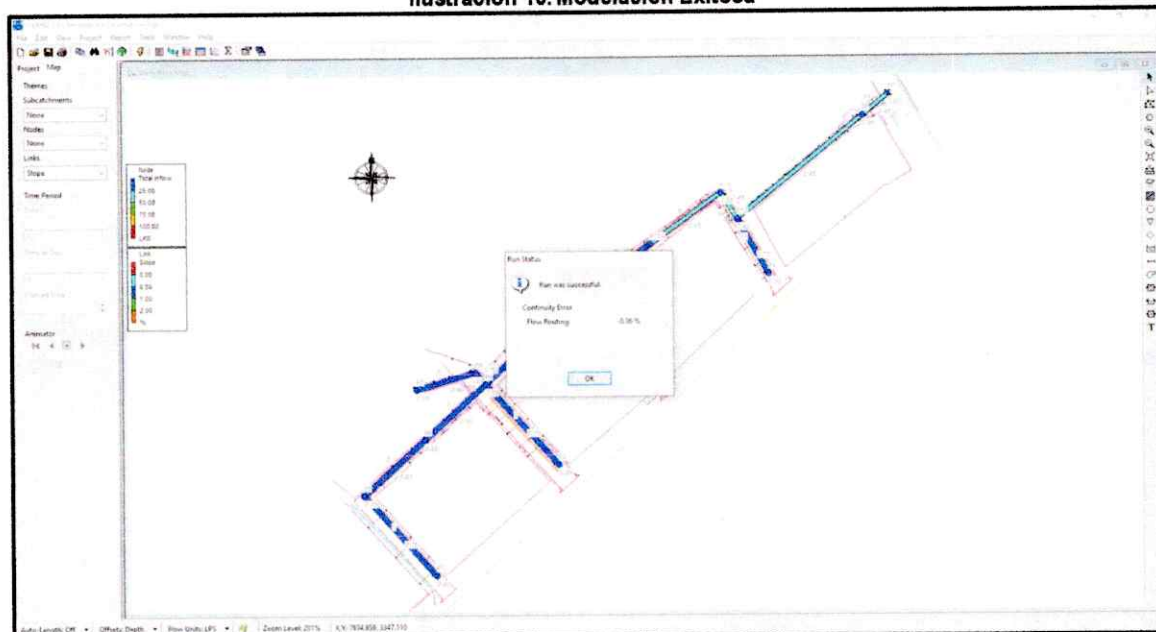
Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA **ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

Ilustración 10. Modelación Exitosa



Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

Ilustración 11. Resultados de la modelación en nodos

Summary Results								
Topic: Node Inflow								
Click a column header to sort the column.								
Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Day of Maximum Inflow	Hour of Maximum Inflow	Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Flow Balance Error %
P1	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0	0	0.000
P2	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0	0	0.000
P3	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0	0	0.000
P4	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0	0	0.000
P5	JUNCTION	5.15	5.15	0	00:00	0.111	0.111	0.420
P6	JUNCTION	0.25	5.40	0	00:38	0.0054	0.116	0.372
P7	JUNCTION	0.00	0.00	0	00:00	0	0	0.000
P8	JUNCTION	0.07	0.07	0	00:00	0.00151	0.00151	0.270
P9	JUNCTION	0.07	5.54	0	00:58	0.00151	0.119	0.578
P10	JUNCTION	0.91	6.45	0	03:43	0.0197	0.138	0.415
P11	JUNCTION	0.27	7.38	0	04:26	0.00583	0.157	0.150
P12	JUNCTION	0.07	7.45	0	04:26	0.00151	0.158	0.769
P11A	JUNCTION	0.66	7.11	0	02:14	0.0143	0.151	0.419
PF	JUNCTION	0.81	8.26	0	05:00	0.0175	0.174	0.169
15	OUTFALL	0.09	8.35	0	04:30	0.00194	0.176	0.000

Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.
NIT. 800.163.392-3**

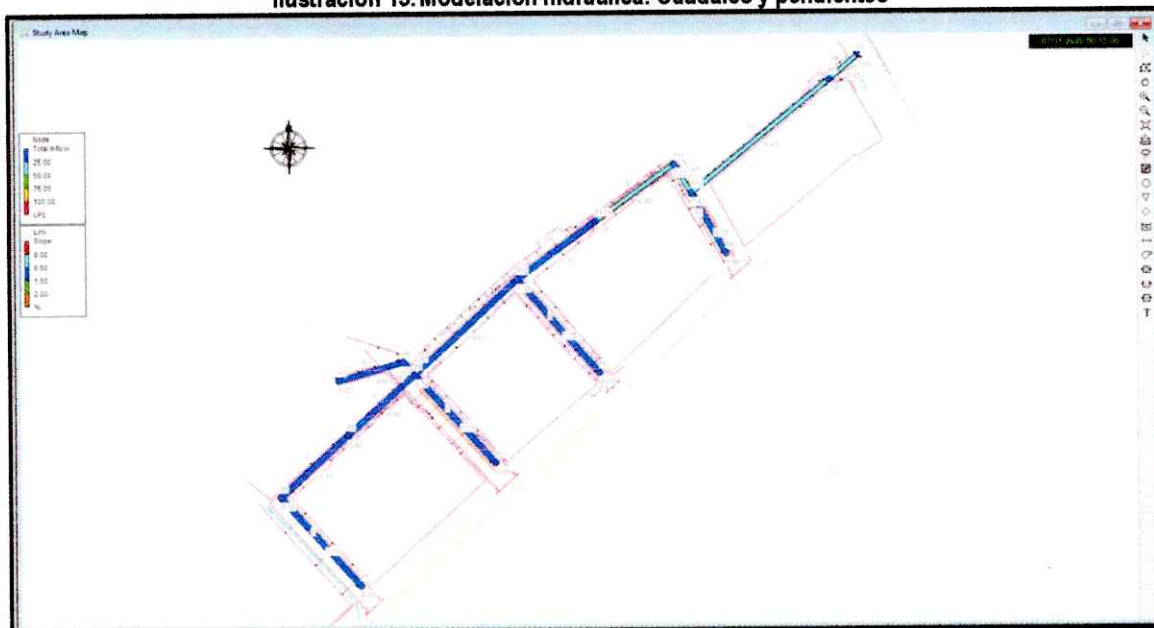
Ilustración 12. Resultados de la modelación en tramos.

Summary Results							
Topic: Link Flow							
Click a column header to sort the column.							
Link	Type	Maximum [Flow] LPS	Day of Maximum Flow	Hour of Maximum Flow	Maximum [Velocity] m/sec	Max / Full Flow	Max / Full Depth
1	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
2	CONDUIT	5.15	0	00:38	0.64	0.00	0.03
3	CONDUIT	5.40	0	00:58	0.64	0.00	0.03
4	CONDUIT	5.54	0	03:43	0.65	0.00	0.03
5	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
6	CONDUIT	0.07	0	00:17	0.00	0.00	0.00
7	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
8	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
9	CONDUIT	7.11	0	04:26	0.63	0.00	0.04
10	CONDUIT	7.38	0	04:26	0.64	0.00	0.04
11	CONDUIT	0.00	0	00:00	0.00	0.00	0.00
12	CONDUIT	6.45	0	02:14	0.64	0.00	0.04
13	CONDUIT	7.45	0	05:00	0.64	0.00	0.04
14	CONDUIT	8.26	0	04:30	0.66	0.00	0.04

Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

A continuación, se presentan las modelaciones realizadas para el sistema de alcantarillado, en las cuales se incluyen los caudales en los nodos, la pendiente de las tuberías y las velocidades del flujo obtenidas en cada tramo. Esta información permite analizar el comportamiento hidráulico de la red, verificar el cumplimiento de los criterios de diseño y validar la eficiencia del sistema propuesto.

Ilustración 13. Modelación hidráulica: Caudales y pendientes



ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"
Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense
Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058

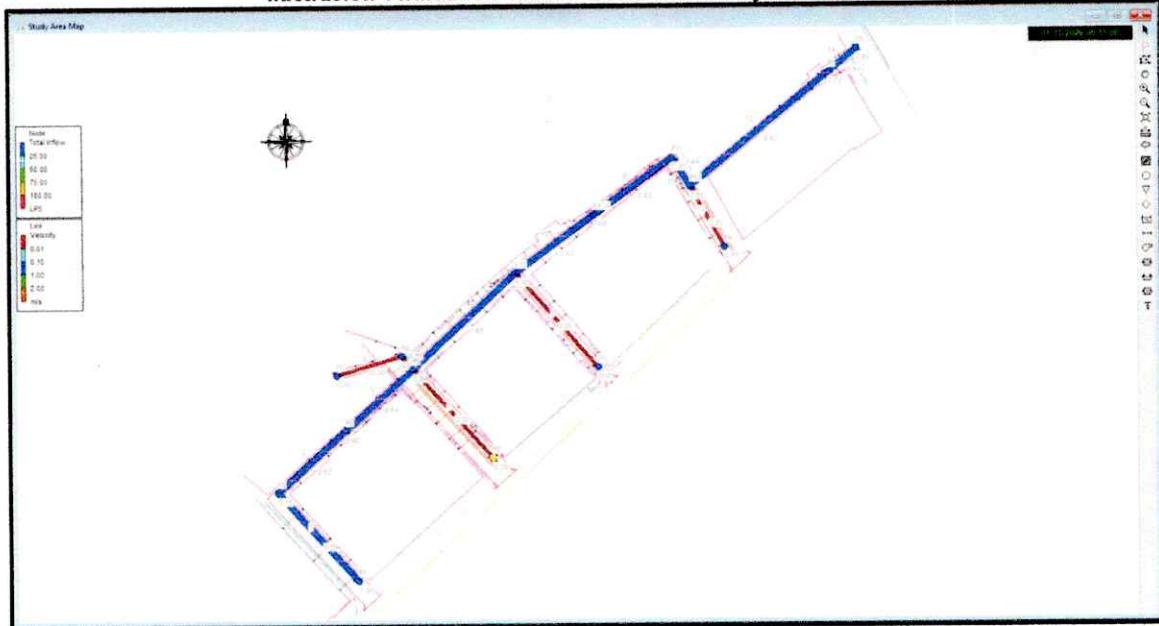


**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVERA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

Ilustración 14. Modelación hidráulica: Caudales y velocidades



Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

Se observa que las velocidades generadas por el software de modelación no coinciden con las obtenidas en la memoria de cálculos manuales específicamente en los tramos iniciales. Esta diferencia se debe a que, según lo establecido en la Resolución 0330 de junio de 2017, cuando el caudal de diseño para un tramo resulte inferior a 1.5 L/s, debe adoptarse este mismo valor como mínimo para el dimensionamiento hidráulico.

Por tal motivo, en los cálculos manuales se utiliza dicho valor normativo, mientras que en el programa de modelación se deben ingresar los caudales reales, lo cual explica la discrepancia entre ambos resultados. Todo esto con el fin de verificar el caudal total en pozo de vertimiento.

A continuación, se muestran los perfiles de los tramos principales obtenidos de la modelación:

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058

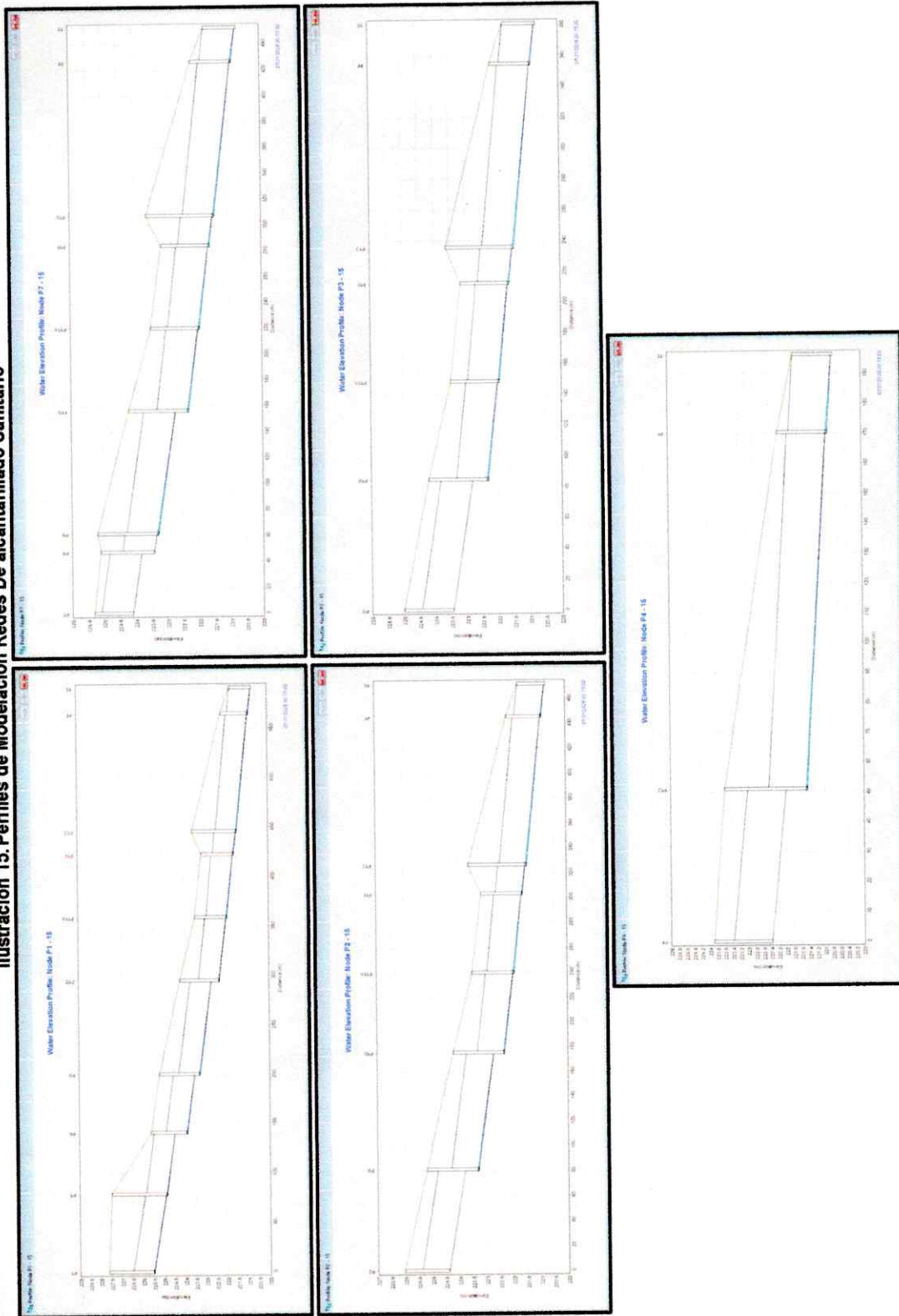


EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA **ECAAAS-E.S.P.**



NIT. 800.163.392-3

Ilustración 15. Perfiles de Modelación Redes De alcantarillado Sanitario



Fuente: Elaboración Propia - Modelación SWMM 5.2

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena”
Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense
Calle 30 N° 15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

6. ESTRUCTURAS DE CONEXIÓN

La unión o conexión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas, denominadas estructuras de conexión. Usualmente, estas estructuras son pozos de unión o conexión o estructuras-pozo. Estas estructuras están comunicadas con la superficie mediante pozos de inspección, los cuales permiten el acceso para la revisión y mantenimiento de la red. El término pozo de inspección usualmente hace referencia al conjunto estructura de conexión-pozo de inspección.

Por lo general, la forma de la estructura-pozo es cilíndrica en su parte inferior y de cono truncado en su parte superior. Sus dimensiones deben ser suficientemente amplias para que el personal de operación y mantenimiento pueda ingresar y maniobrar en su interior. Para esto debe ser provista una escalera de acceso con pasos de hierro y los elementos mínimos de seguridad industrial para los operarios. La cañuela o piso de la estructura es una plataforma en la cual se hacen canales que prolongan los conductos y encauzan sus flujos, cuando esto se requiera. La parte superior remata en una protección de su desembocadura a la superficie donde se coloca la correspondiente tapa. Deben hacerse consideraciones sobre la ventilación de los pozos.

Las estructuras de conexión deben cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

6.1. UBICACIÓN

Las estructuras de conexión deben ubicarse como mínimo en los siguientes puntos de la red de alcantarillado

- Al inicio de la red
- Cambios de dirección de flujo
- Cambios de diámetro
- Cambios de material
- Cambios de pendiente
- En la confluencia de más de dos tuberías
- A distancia máxima entre colectores de 120 m para tramos con aportes de caudal
- A distancia máxima entre colectores de 300 m en interceptores y emisarios finales sin aportes de caudal.

6.2. PARAMETROS DE DISEÑO

6.2.1. Diámetro

El diámetro interno de la estructura debe definirse con las condiciones hidráulicas y geométricas del empalme de las tuberías, garantizando en las tuberías que se conecten a estructura caben sin cruzarse entre sí y que las pérdidas hidráulicas debido al radio de curvatura de conexión sean mínimas.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

Adicionamiento, se debe considerar la disponibilidad de equipos de mantenimiento. Las estructuras de conexión para inspección, limpieza e ingreso del personal de mantenimiento deben diseñarse con los diámetros mínimos estipulados en la tabla.

Tabla 11. Diámetro interno de estructuras de conexión

MAYOR DIAMETRO DE LAS TUBERIAS CONECTADAS (mm)	DIAMETRO INTERNO DE LA ESTRUCTURA (m)
De 200 a 500	1.20
Mayor de 500 hasta 750	1.50
Mayor de 750 hasta 900	1.80

Fuente: Resolución 0330 del 2017

6.2.2. Diámetro de Acceso

El diámetro mínimo de acceso es de 0.80 m y debe contar con tapa. Deberá proveer escalera de acceso anticorrosiva la cual podrá ser permanente o móvil.

Se sugiere la construcción de pozos de inspección en concreto reforzado de 3000 PSI, con las siguientes características: Diámetro externo 1,60 m de diámetro externo y 1,20 m de diámetro interno.

Su altura que oscila entre 1.42 m y 3.07 m se determina según el tramo.

Tabla 12. Profundidades de Excavación Pozos de Inspección

Nº	POZO DE INSPECCION	COTA RAZANTE	COTA BATEA MAS BAJA	PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)	ALTURA DEL ANILLO (m)
1	P1	235.70	234.30	1.66	1.21
2	P2	234.43	232.84	1.85	1.40
3	P3	233.30	231.90	1.65	1.20
4	P4	232.00	230.60	1.65	1.20
5	P5	235.90	233.08	3.07	2.62
6	P6	233.89	232.42	1.72	1.27
7	P7	233.80	232.63	1.42	0.97
8	P8	233.66	232.29	1.62	1.17
9	P9	233.69	231.57	2.37	1.92
10	P10	232.60	230.61	2.24	1.79
11	P11	231.53	229.86	1.92	1.47
12	P11A	231.80	230.18	1.87	1.42
13	P12	231.90	229.73	2.42	1.97
14	PF	230.40	229.16	1.49	1.04
					20.65 m

Fuente: Elaboración Propia

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3



7. CANTIDADES DE OBRA

Para la construcción de las redes de alcantarillado sanitario propuestas en este documento, se recomiendan considerar las siguientes actividades de obra:

Tabla 13. Actividades de Obra

CANTIDADES DE OBRA		
Nº	ACTIVIDADES DE OBRA	CANTIDAD
1	Localización y Replanteo de Pozos de Inspección	Und 14.00
2	Localización, Replanteo y Control de Topográfico para Instalación de Tubería	M 1557.70
3	Excavación Mecánica	M³ 3617.33
4	Excavación Manual	M³ 1828.46
5	Arena Para Cama y Protección de Tubería	M³ 840.32
6	Relleno Compactado con material de la misma excavación	M³ 4458.73
7	Suministro E Instalación de tubería de 8"	M 869.40
8	Suministro E Instalación de tubería de 6"	M 688.30
9	Suministro E Instalación de Acometidas	Und 106.00
10	Construcción de Solado en Concreto de 3000 PSI	Und 14.00
11	Construcción de Placa de Pozo en concreto de 3000 PSI	Und 14.00
12	Construcción de Anillo de Pozo en Concreto de 3000 PSI	M 20.65
13	Construcción de Tapa de Pozo en concreto de 3000 PSI	Und 14.00
14	Construcción de Cañuela en concreto de 3000	Und 14.00
15	Emboquillado de Tubería de 8"	Und 28.00
16	Construcción de Cajas de Inspección	Und 106.00

A continuación, se presentan los cálculos de cada una de las actividades de obra anteriormente mencionadas:

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"
Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N° 15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

Tabla 14. Cálculo de Cantidades de Obra de Tramos Principales

Tabla 14. Cálculo de Cantidades de Cota de Trazos Principales																	
N°	TRAMO	TIPO DE TRAMO	NODO INICIAL	NODO FINAL	L (Tub)	Recubrimiento			Altura de Excavación	Ø Tub	EXCAVACION MECANICA EN TRAMOS PRINCIPALES			RELLENOS			
						inicia	final	Promedio			ANCHO INFERIOR (m)	ANCHO SUPERIOR (m)	VOLUMEN TOTAL (m³)	DESCUENTO DE TUBERIA (m³)	ARENA (m³)	RELLENO CON MATERIAL DE LA MISMA EXCAVACION (m³)	
1	P1-P5	Via Vehicular	P1	P5	78.67	1.948	2.40	2.17	2.52	8	0.8	2.97	374.37	2.55	35.41	336.41	
2	P5-P6	Zona Verde o Peatonal	P5	P6	61.41	2.451	0.94	1.69	2.04	8	0.8	2.49	206.48	1.99	27.64	176.85	
3	P6-P9	Zona Verde o Peatonal	P6	P9	60.23	1.524	1.49	1.50	1.85	8	0.8	2.30	173.13	1.95	27.11	144.07	
4	P7-P8	Zona Verde o Peatonal	P7	P8	47.30	1.026	1.10	1.07	1.42	8	0.8	1.87	89.35	1.53	21.3	66.52	
5	P8-P9	Zona Verde o Peatonal	P8	P9	14.17	1.504	1.68	1.59	1.94	8	0.8	2.39	43.95	0.46	6.38	37.11	
6	P2-P9	Via Vehicular	P2	P9	80.93	1.458	1.24	1.35	1.70	8	0.8	2.15	202.51	2.62	36.43	163.46	
7	P9-P10	Zona Verde o Peatonal	P9	P10	94.85	1.735	1.30	1.52	1.87	8	0.8	2.32	276.62	3.08	42.69	230.85	
8	P3-P10	Via Vehicular	P3	P10	84.72	1.379	1.21	1.30	1.65	8	0.8	2.10	202.26	2.75	38.13	161.38	
9	P10-P11A	Zona Verde o Peatonal	P10	P11A	63.78	1.704	1.30	1.50	1.85	8	0.8	2.30	183.09	2.07	28.71	152.31	
10	P11A-P11	Zona Verde o Peatonal	P11A	P11	63.84	1.350	1.30	1.32	1.67	8	0.8	2.12	156.07	2.07	28.74	125.26	
11	P11-P12	Zona Verde o Peatonal	P11	P12	23.11	1.349	1.91	1.63	1.98	8	0.8	2.43	73.95	0.75	10.4	62.80	
12	P4-P12	Via Vehicular	P4	P12	51.05	1.328	1.41	1.37	1.72	8	0.8	2.17	130.47	1.66	22.97	105.84	
13	P12-PF	Zona Verde o Peatonal	P12	PF	119.23	1.964	1.08	1.52	1.87	8	0.8	2.32	347.82	3.87	53.67	290.28	
14	PF-PE	Zona Verde o Peatonal	PF	PE	26.11	1.126	1.62	1.37	1.72	8	0.8	2.17	66.77	0.85	11.75	54.17	
					869.40 m							2,526.85 m³			391.33 m³		2,107.32 m³



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3



	CORTAS (m)		LARGAS (m)	DE INSPECCION	DE ACOMETIDA	TUBERIA (m³)		EXCAVACION N (m³)
1	3	4	13.00	1.00	2.52	6	0.60	11.14
6	0	6	30.00	1.00	2.04	6	0.60	7.59
10	0	0	50.00	1.00	1.85	6	0.60	12.66
3	0	3	9.00	1.00	1.42	6	0.60	2.28
1	1	2	13.00	1.00	1.94	6	0.60	3.29
3	7	0	113.90	1.00	1.70	6	0.60	28.84
18	0	1	135.00	1.00	1.87	6	0.60	34.18
11	0	1	72.60	1.00	1.65	6	0.60	18.39
8	0	8	60.00	1.00	1.85	6	1.60	42.34
9	0	9	67.50	1.00	1.67	6	2.60	78.17
3	0	3	18.00	1.00	1.98	6	3.60	28.99
3	0	3	18.30	1.00	1.72	6	4.60	37.75
19	0	9	57.00	1.00	1.87	6	5.60	143.37
0	0	0	0.00	1.00	1.72	6	6.60	0.00
95 usuarios	11 usuarios		888.30 m					1,260.93 m³

Tabla 16. Cálculo de Cantidades de Obra de Pozos de Inspección

N°	POZO DE INSPECCION	COTA RAZANTE	COTA BATEA MAS BAJA	PROFUNDIDAD DE EXCAVACION (m)	ALTURA DEL ANILLO (m)	ANCHO INFERIOR (m)	ANCHO SUPERIOR (m)	VOLUMEN DE EXCAVACION (m³)	DESCUENTO POR POZO (m³)	VOLUMEN DE RELLENO (m³)
1	P1	235.70	234.30	1.66	1.21	3.00	4.11	66.44	4.22	62.22
2	P2	234.43	232.84	1.85	1.40	3.00	4.23	76.68	4.71	71.97
3	P3	233.30	231.90	1.65	1.20	3.00	4.10	65.85	4.20	61.65
4	P4	232.00	230.60	1.65	1.20	3.00	4.10	65.85	4.20	61.65
5	P5	235.90	233.08	3.07	2.62	3.00	5.05	159.63	7.81	151.82
6	P6	233.89	232.42	1.72	1.27	3.00	4.15	69.66	4.38	65.28
7	P7	233.80	232.63	1.42	0.97	3.00	3.95	54.21	3.61	50.60
8	P8	233.66	232.29	1.62	1.17	3.00	4.08	64.27	4.12	60.15
9	P9	233.69	231.57	2.37	1.92	3.00	4.58	108.50	6.03	102.47
10	P10	232.60	230.61	2.24	1.79	3.00	4.49	100.00	5.70	94.30
11	P11	231.53	229.86	1.92	1.47	3.00	4.28	80.74	4.89	75.85
12	P11A	231.80	230.18	1.87	1.42	3.00	4.25	77.96	4.76	73.20
13	P12	231.90	229.73	2.42	1.97	3.00	4.61	111.71	6.16	105.55
14	PF	230.40	229.16	1.49	1.04	3.00	3.99	57.56	3.79	53.77
1,159.06 m³									1,722.46 m³	1,090.48 m³

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N° 15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**
ECAAAAS-E.S.P.
NIT. 800.163.392-3



Tabla 17. Resumen de Cantidades de Obra

CANTIDADES DE OBRA			
Nº	ACTIVIDADES DE OBRA	UND	CANTIDAD
1	Localización y Replanteo de Pozos de Inspección	Und	14.00
2	Localización, Replanteo y Control de Topográfico para Instalación de Tubería	M	1557.70
3	Excavación Mecánica	M³	3617.33
4	Excavación Manual	M³	1828.46
5	Arena Para Cama y Protección de Tubería	M³	840.32
6	Relleno Compactado con material de la misma excavación	M³	4458.73
7	Suministro E Instalación de tubería de 8"	M	869.40
8	Suministro E Instalación de tubería de 6"	M	688.30
9	Suministro E Instalación de Acometidas	Und	106.00
10	Construcción de Solado en Concreto de 3000 PSI	Und	14.00
11	Construcción de Placa de Pozo en concreto de 3000 PSI	Und	14.00
12	Construcción de Anillo de Pozo en Concreto de 3000 PSI	M	20.65
13	Construcción de Tapa de Pozo en concreto de 3000 PSI	Und	14.00
14	Construcción de Cañuela en concreto de 3000	Und	14.00
15	Emboquillado de Tubería de 8"	Und	28.00
16	Construcción de Cajas de Inspección	Und	106.00

ECAAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"
Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño hidráulico desarrollado permite establecer las condiciones de funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario proyectada para el barrio Libertadores del municipio de Saravena, tomando como base el levantamiento topográfico, las áreas aferentes, las condiciones de población y los parámetros de diseño establecidos para el sistema. El alcance del estudio comprende exclusivamente las redes ubicadas dentro del área de intervención y su conexión con la infraestructura existente, sin incluir el análisis hidráulico de las redes externas del municipio.

Para el dimensionamiento hidráulico se adoptó un **periodo de diseño de 25 años**, una **dotación neta de 140 L/hab-día**, un **coeficiente de retorno de 0,85** y una **densidad de saturación de 103,80 hab/ha**, de acuerdo con los criterios establecidos en el documento y las disposiciones normativas aplicables. El área urbana total considerada para la determinación de la densidad de saturación corresponde a **1.298,02 ha**.

El cálculo de los caudales de diseño consideró los aportes domésticos, institucionales, las conexiones erradas y la infiltración. Para los tramos en los cuales el caudal calculado fue inferior a **1,5 L/s**, se adoptó este valor como caudal mínimo de diseño, conforme al criterio indicado en el informe. El tramo inicial considera adicionalmente el aporte institucional correspondiente a la conexión del **Hospital del Sarare**, calculado a partir de su consumo promedio de agua potable.

El diseño hidráulico contempla una red conformada por **14 tramos principales**, para los cuales se seleccionó tubería de **8 pulgadas**, mientras que para las acometidas domiciliarias se estableció tubería de **6 pulgadas**, con una pendiente mínima del 2 %. La selección de los diámetros se realizó verificando caudal de diseño, velocidad, número de Froude, fuerza tractiva, recubrimiento y profundidad hidráulica. De acuerdo con la Tabla 10, los tramos principales cumplen los parámetros hidráulicos considerados en el diseño.

Los resultados de los cálculos hidráulicos muestran que los parámetros de **número de Froude, fuerza tractiva y recubrimiento** presentan condición de cumplimiento para los tramos evaluados. Asimismo, las velocidades obtenidas se mantienen dentro de los criterios establecidos para el dimensionamiento de colectores por gravedad.

La red fue posteriormente modelada mediante el programa **SWMM 5.2**, incorporando las longitudes, pendientes, diámetros, profundidades y caudales correspondientes a los diferentes tramos y estructuras. La modelación permitió verificar el comportamiento hidráulico de la red y contrastar los resultados obtenidos mediante los cálculos hidráulicos desarrollados en el informe.

En la modelación se utilizó un coeficiente de rugosidad de Manning de **$n = 0,0096$** , correspondiente al valor recomendado en el manual técnico de las tuberías NOVAFORT-NOVALOC. Los resultados obtenidos en SWMM muestran que los caudales y velocidades de los tramos se encuentran dentro de las condiciones consideradas en el diseño.

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA
ECAAAS-E.S.P.**

NIT. 800.163.392-3

Se identificó una diferencia entre las velocidades obtenidas mediante los cálculos manuales y las determinadas por SWMM en algunos tramos iniciales. Esta diferencia se encuentra asociada al tratamiento del **caudal mínimo de diseño de 1,5 L/s**: en los cálculos manuales se utiliza dicho valor mínimo conforme al criterio normativo, mientras que en la modelación se ingresan los caudales reales calculados para cada tramo. Esta condición explica la diferencia observada y no representa una inconsistencia en el dimensionamiento hidráulico.

Las estructuras de conexión fueron definidas considerando los puntos de inicio de la red, cambios de dirección, diámetro o pendiente, confluencias y condiciones de mantenimiento. Se proyectan **14 pozos de inspección**, con diámetros y características geométricas acordes con las condiciones de conexión y operación establecidas en el diseño.

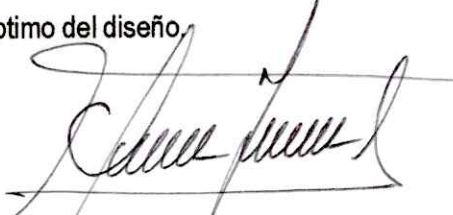
De acuerdo con las cantidades de obra calculadas, el proyecto contempla aproximadamente **869,40 m de tubería de 8 pulgadas, 688,30 m de tubería de 6 pulgadas para acometidas y 106 acometidas domiciliarias**, además de las estructuras de conexión y demás actividades necesarias para la construcción de la red.

Se recomienda que durante la construcción se mantenga un **control topográfico permanente**, especialmente para verificar las cotas de batea, pendientes y recubrimientos definidos en el diseño, dado que el sistema funciona por gravedad y su adecuado comportamiento depende directamente de la correcta ejecución de las cotas proyectadas.

Se recomienda que durante la ejecución de las obras se mantengan las condiciones de diseño establecidas en este documento y se verifique en campo la correspondencia entre los elementos construidos y los planos, memorias de cálculo y especificaciones técnicas. Cualquier modificación que pueda alterar las condiciones hidráulicas, geométricas o de operación de la red deberá ser revisada y técnicamente sustentada antes de su ejecución.

Se recomienda realizar buen uso del sistema del alcantarillado al no conectar las aguas lluvias a las cajas domiciliarias de las redes de alcantarillado sanitario.

Se recomienda en la construcción del sistema de alcantarillado acogerse estrictamente al diseño, teniendo en cuenta las cotas de instalación de tubería, ya que de esto depende el funcionamiento óptimo del diseño.


OSCAR ALEJANDRO JIMENEZ SANCHEZ
 Ingeniero Civil
 Profesional De Apoyo – ECAAAS ESP

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058



**EMPRESA COMUNITARIA ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO
Y ASEO DE SARAVENA**

ECAAAS-E.S.P.

NIT. 800.163.392-3

BIBLIOGRAFIA

- REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS – 2000
- JUAN G SALDARRIAGA V. Hidráulica de tuberías.
- RESOLUCION 0799 DE DICIEMBRE DEL 2021. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO.
- RESOLUCION 0330 DE JUNIO DEL 2017. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO.
- GILBERTO SOTELO ÁVILA. Hidráulica general, volumen 1, fundamentos
- ARTURO ROCHA FELICES. Hidráulica de tuberías y canales.
- RICARDO ALFREDO LÓPEZ CUALLA. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados, 2da Edición.
- JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño.
- MANUAL TÉCNICO TUBERÍA NOVAFORT - PAVCO

ECAAAS-ESP, orgullo de sus fundadores...el pueblo de Saravena"

Nuestra mayor satisfacción: Servirle a la Comunidad Saravenense

Calle 30 N°.15-30-Teléfono (097) 8892028 Fax 8892058

CARTA DE CESION DE DERECHOS

Yo, **OSCAR ALEJANDRO JIMENEZ SANCHEZ**, identificado con C.C 1.090.482.879 de la ciudad de Cucuta – Norte de Santander en calidad de INGENIERA CIVIL con matrícula profesional No. 54202-403126 NTS, certifico que realicé el componente DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO del proyecto cuyo objeto es: **CONSTRUCCIÓN Y/O OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO LIBERTADORES DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**

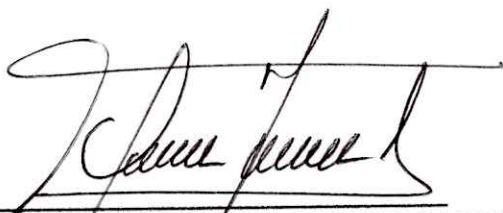
Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al municipio de Saravena.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo: Copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional, Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios (profesionales) y copia de la cedula de ciudadanía.

Se expide a los catorce (14) días del mes de agosto de 2026.

Atentamente,



OSCAR ALEJANDRO JIMENEZ SANCHEZ
C.C 1.090.482.879 - M.P. 54202-403126 NTS
Ing. Civil – Profesional de Apoyo Técnico Operativo
Y Planeación – ECAAAS ESP

MEMORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **OSCAR ALEJANDRO JIMENEZ SANCHEZ**, identificado con C.C 1.090.482.879 de la ciudad de Cucuta – Norte de Santander en calidad de INGENIERA CIVIL con matrícula profesional No. 54202-403126 NTS, certifico que realicé el componente DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO del proyecto cuyo objeto es: **CONSTRUCCIÓN Y/O OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO LIBERTADORES DEL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.**

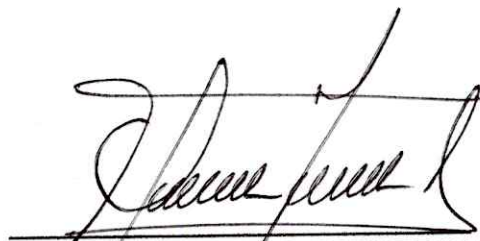
En consecuencia, asumo toda la responsabilidad referente al DISEÑO HIDRAULICO DE LAS REDES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO SANITARIO realizados para el proyecto en mención y exonero al municipio de Saravena, de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente estudio y/o diseño.

Declaro así mismo, que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ellos pueda deducirse, exonerando al municipio de Saravena de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por el municipio no constituye una aprobación al estudio y/o diseño, sino una verificación del cumplimiento de las normas aplicables.

Se expide a los catorce (14) días del mes de agosto de 2026.

Atentamente,



OSCAR ALEJANDRO JIMENEZ SANCHEZ
C.C 1.090.482.879 - M.P. 54202-403126 NTS
Ing. Civil – Profesional de Apoyo Técnico Operativo
Y Planeación – ECAAAS ESP

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO **1.090.482.879**

JIMENEZ SANCHEZ

APELLIDOS

OSCAR ALEJANDRO

NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO **05-NOV-1994**

BOGOTA D.C
(CUNDINAMARCA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.65 **A+** **M**

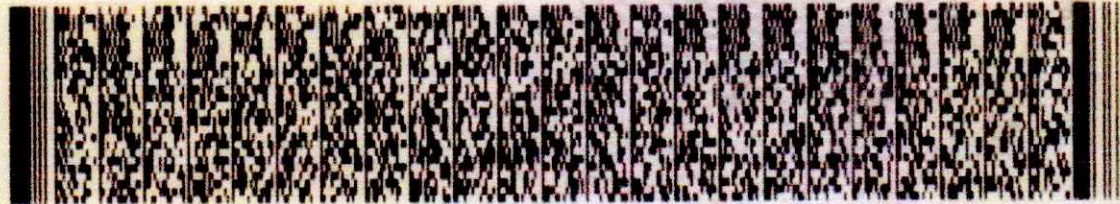
ESTATURA G.S. RH SEXO

29-NOV-2012 CUCUTA

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES



P-2500100-00427740-M-1090482879-20130308 0032500526A 2 39514404



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
54202-403126 NTS
Fecha de Expedición: **11/10/2018**

Nombre:

**OSCAR ALEJANDRO
JIMENEZ SANCHEZ**

Identificación:

C.C. 1090482879

Profesión:

INGENIERO CIVIL

Institución:

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER**



162044/0118

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003,
que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.

DIRECTOR GENERAL

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590



**CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA**

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que OSCAR ALEJANDRO JIMENEZ SANCHEZ, identificado(a) con Cedula de Ciudadanía 1090482879, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-403126 desde el 11 de Octubre de 2018, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1457.
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 catorce (14) días del mes de Agosto del año dos mil veintiseis (2026).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firma 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.