ESTUDIO HIDRAULICO

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL. ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

"AMPLIACION Y OPTIMIZACION DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA CAÑO HORMIGA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

ALCALDÍA DE SARAVENA

ESTUDIO HIDRÁULICO

SARAVENA MAYO 2025

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL. ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

CONTROL DEL DOCUMENTO

CONTIENE:	"AMPLIACION Y OPTIMIZACION DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA CAÑO HORMIGA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

VERSIÓN	FECHA DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN
V1	05 - 2025	ESTUDIO HIDRÁULICO

ELABORÓ:

Yurainni Cruz V.

NOMBRE: NIDIA YURAINNI CRUZ

CARGO: ING CIVIL. ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.

MP. 54202-356552 NTS

APROBÓ:

NOMBRE: WILSON HERNANDO ROA GAMBOA.

CARGO: SECRETARIO DE PLANECION E INFRAESTRUCTURA

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1. ALCANCE 6

2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 6

2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO 6

3. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO 7

3.1 LOCALIZACIÓN: 7

4. PARAMETROS DE DISEÑO 8

4.1 PERIODO DE DISEÑO 8

4.2 PROYECCION DE LA POBLACIÓN 8

4.2.1 POBLACIÓN ACTUAL 8

4.2.2 POBLACIÓN FLOTANTE 9

4.2.3 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN 9

4.2.4 PROYECCIÓN DE POBLACIÓN POR EL MÉTODO GEOMÉTRICO 10

5. CALCULO DE CAUDAL 11

5.1 DOTACIÓN NETA MÁXIMA 11

5.2 DOTACIÓN BRUTA 12

5.3 CAUDAL MEDIO DIARIO 13

5.4 CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD) 13

5.5 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH) 13

5.6 CAUDAL DE DISEÑO 13

6. PARAMETROS DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN 14

6.1 CAUDAL DE DISEÑO 14

6.2 PRESIONES MÍNIMAS EN LA RED 15

6.4 PRESIONES MÁXIMAS EN LA RED 15

6.5 DIÁMETRO INTERNO REAL MÍNIMO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN. 15

6.5 VELOCIDADES EN LAS TUBERÍAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN 16

6.6. PENDIENTES EN LAS TUBEN'AS DE LA RED DE DISTRÍBUCIÓN. RAS TITULO 8 ..16

6.7. PROFUNDIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS ENTERRADAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN. 16

6.8. SELECCIÓN MATERIAL DE LAS TUBERÍAS. 17

6.8.1. TUBERÍAS DE POLICLORURO DE VINILO. 17

7.0. ANALISIS DE LA RED DE DISTRIBUCI0N 20

7.1. MODELACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA 20

7.2. PERDIDAS DE CARGA 20

7.3 PRESIÓN ESTÁTICA 21

7.4 PRESIÓN DINÁMICA 21

7.5 CURVA DEMANDA HORARIA 22

7.6 ASIGNACIÓN DEL CAUDAL EN LOS NODOS 22

7.7 SIMULACIÓN HIDRÁULICA 22

7.8 EVALUACIÓN DE PRESIONES DEL SISTEMA 23

7.9 ESTADO DE LAS TUBERÍAS 24

7.9.1 GOLPE DE ARIETE *24*

7.9.2 RDE DE LA TUBERÍA *24*

7.10 PROTECCIÓN A LA TUBERIA *25*

8. CONCLUSIONES **31**

LISTA DE TABLAS

TABLA 1: CLIMA 8
TABLA 2 PROYECCIÓN POBLACIÓN 9
TABLA 3 PROYECCION DE LA POBLACION 11
TABLA 4 . DOTACIÓN NETA MÁXIMA POR HABITANTE SEGÚN LA ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA 12
TABLA 5: CÁLCULO DEL CAUDAL PARA LA POBLACIÓN PROYECTADA A 25 AÑOS ... 14
TABLA 6 CALCULO DE DISEÑO 14
TABLA 7 VELOCIDADES MAXIMAS 16
TABLA 8 PROFUNDIDADES MÍNIMAS A COTA CLAVE DE LA TUBERÍA 17
TABLA 9 REGISTRO DE PRESIONES 22

LISTA DE ILUSTRACIONES.

ILUSTRACIÓN 1 LOCALIZACIÓN. 7
ILUSTRACIÓN 2: POBLACIÓN ACTUAL 9
ILUSTRACIÓN 3 RED DE DISTRIBUCIÓN PROYECTADA 23
ILUSTRACIÓN 4: VÁLVULA DE PURGA 26
ILUSTRACIÓN 5 AIRE EN TUBERÍAS 27
ILUSTRACIÓN 6 . EFECTO DE PRESIONES SUB- ATMOSFÉRICAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN 28
ILUSTRACIÓN 7 LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE DEBEN INSTALARSE 28
ILUSTRACIÓN 8 VÁLVULA DE VENTOSA EN SALIDA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO 29
ILUSTRACIÓN 9 VALVULA DE VENTOSA EN CAMBIO DE PENDIENTE 29
ILUSTRACIÓN 10 VALVULA DE AIRE VENTOSA 30
ILUSTRACIÓN 11DETALLE TÍPICO CAJA DE VALVULA DE VENTOSA 30

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento expone los resultados obtenidos en el diseño hidráulico de la red de distribución de agua potable correspondiente al proyecto "AMPLIACION Y OPTIMIZACION DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA CAÑO HORMIGA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Para el desarrollo del diseño, se consideraron los lineamientos técnicos establecidos en las siguientes normas: **Resolución 0844 de noviembre de 2018, Resolución 0330 de junio de 2017, Resolución 0799 de diciembre de 2021 y Resolución 0908 de diciembre de 2021, emitidas por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.**

1.1. ALCANCE

El diseño hidráulico desarrollado en el presente informe abarca la planificación, cálculo y dimensionamiento de la red de acueducto para la Vereda Caño Hormiga, garantizando el suministro de agua potable de acuerdo con los parámetros de calidad, continuidad y presión establecidos en la normativa vigente.

Incluye el análisis de la demanda proyectada, la selección de materiales adecuados, la definición de diámetros de tubería, la ubicación de válvulas y accesorios, y la modelación hidráulica de la red.

Adicionalmente, se contemplan las recomendaciones para la correcta ejecución de la obra, asegurando la eficiencia del sistema y su sostenibilidad a largo plazo.

2.0 METODOLOGIA

2.1 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

- Recopilación de datos sobre las características del terreno, incluyendo topografía, tipos de suelo y patrones de escurrimiento superficial.

2.2 ANÁLISIS HIDRÁULICO

- Modelación hidráulica del tramo de red a diseñar, por medio de EPANET, garantizando el cumplimiento de los parámetros mínimos de diseño.

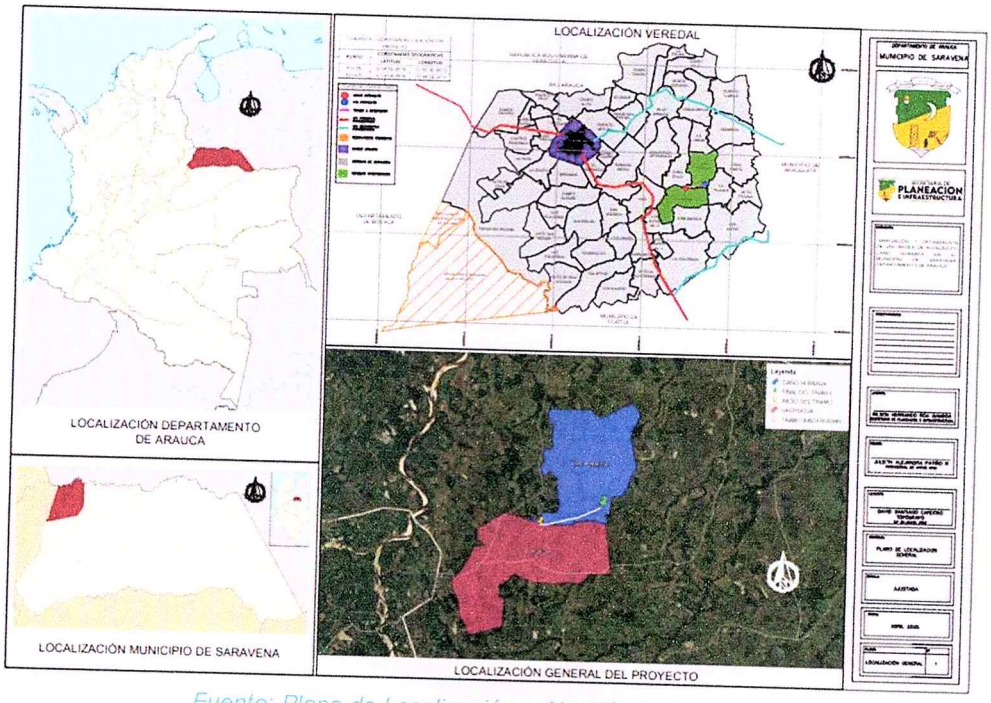
NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

3. GENERALIDADES DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1 LOCALIZACIÓN:

La ejecución del proyecto se llevará a cabo en la vereda Caño Hormiga, en el municipio de Saravena, Departamento de Arauca.

Ilustración 1 Localización.



Fuente: Plano de Localización – Alcaldía de Saravena

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.

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

Clima

Tabla 1: CLIMA

Parámetros climáticos promedio de Saravena, Arauca, Colombia

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	35.4	35.6	36.0	37.0	34.6	35.0	34.3	36.4	36.4	37.8	37.0	37.0	**37.8**
Temp. máx. media (°C)	30.7	31.1	31.2	30.7	30.7	29.5	29.6	30.1	30.7	31.1	31.0	30.7	**30.6**
Temp. media (°C)	25.4	25.9	26.0	25.8	25.6	24.6	24.7	25.0	25.4	25.6	25.6	25.3	**25.4**
Temp. mín. media (°C)	20.0	20.8	20.7	21.1	20.7	20.4	20.1	19.9	20.0	20.2	20.0	19.9	**20.3**
Temp. mín. abs. (°C)	13.0	15.2	15.0	15.0	15.0	16.0	15.0	15.0	13.0	10.8	15.0	13.3	**10.8**
Lluvias (mm)	42	82	121	266	362	416	323	346	315	310	189	102	**2874**
Días de lluvias (≥)	6	8	11	16	20	23	23	22	19	18	16	10	**192**
Horas de sol	147	112	85	78	102	86	108	127	139	148	152	142	**1426**
Humedad relativa (%)	80	80	80	83	85	87	86	86	85	85	83	82	**83.5**

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

4. PARAMETROS DE DISEÑO

4.1 PERIODO DE DISEÑO

En cumplimiento de la Resolución 0330 de junio de 2017, se establece un periodo de diseño de 25 años para los componentes de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

4.2 PROYECCION DE LA POBLACIÓN

De acuerdo al título 8 del Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento Básico - RAS, en su capítulo 82 se estipulan 3 formas por las cuales se puede realizar la proyección de la población:

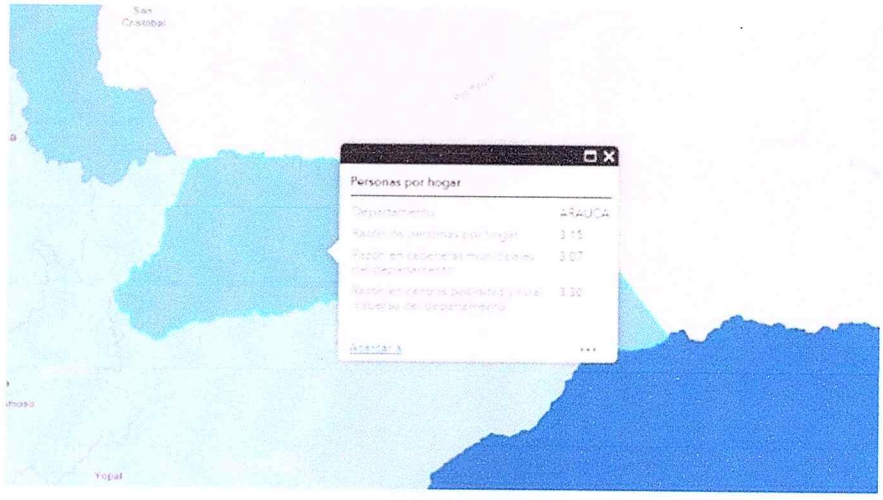
- Por métodos matemáticos de proyección de la población de acuerdo a las proyecciones de población del DANE acorde a los censos.
- Por número de suscriptores, en donde se emplean los datos históricos existentes de los consumos por suscriptores registrados por la empresa de servicios.
- Por densidad poblacional, de acuerdo a los datos registrados en el POT o el EOT del municipio sobre densidades de población, o el dato histórico de densidades de Hab por vivienda elaborada por el DANE.

4.2.1 Población Actual

La población a beneficiar localizada en la vereda Caño Hormiga está conformada por 53 usuarios, en donde para la estimación de la población se empelará el valor de densidad de Hab/vivienda de acuerdo a los resultados del el último Censo Nacional Agropecuario

(DANE, 2018) realizado en el año 2018 que presenta un valor de 3.30 personas por hogar. Por lo tanto, la población a beneficiar en el proyecto es:

Ilustración 2: Población actual



Fuente: DANE-CENSO 2018

$$53 * 3{,}30 \ \frac{hab}{vivienda} = \ 174{,}9$$

4.2.2 Población Flotante

Se realiza el ajuste de la población calculado con relación a la población flotante o migratoria del proyecto. Para efectos de diseño se estima esta población como 10% de la población actual de uso doméstico.

4.2.3 Proyección de Población

Evaluando las estadísticas de los últimos censos registrados por la oficina del DANE, para el municipio de Saravena se presentan los siguientes resultados:

Tabla 2 proyección población

Año	Total (hab)	Cabecera (hab)	Resto (hab)
1973	12.040	3.884	8.156
1985	24.417	13.369	11.048
1993	26.049	18.995	7.054
2005	42.766	28.544	14.222
2018	55.554	42.415	13.139

Fuente DANE

En la Tabla 1 se observa que la tendencia de los dos últimos censos registrados (2005 y 2018) es de decrecimiento según los datos disponibles para la población del Resto del municipio, por lo tanto, para la proyección de la población se empleará una tasa de crecimiento de 0.5%, de

acuerdo a lo establecido en el artículo 5 de la Resolución 844 de 2018: *"Artículo 5. Por excepción,* cuando se evidencie una tendencia de crecimiento de la población en la zona de actuación, el proyecto deberá diseñarse con una tasa de crecimiento anual de 0.5% en un horizonte de veinticinco (25) años"

4.2.4 Proyección de Población por el método Geométrico

El método geométrico de proyección poblacional se basa en el principio de crecimiento compuesto, donde la población aumenta a una tasa constante cada año. Este método supone que el crecimiento es proporcional al tamaño de la población existente, es decir, que cada año la población crece en un porcentaje fijo respecto al año anterior.

Matemáticamente, se expresa mediante la fórmula:

$$P_f = P_i \times (1 + r)^t$$

donde:

- P_f = Población futura (proyectada)
- P_i = Población inicial (conocida)
- r = Tasa de crecimiento anual (en forma decimal; por ejemplo, 0,005 si es 0,5%)
- t = Número de años del período de proyección

Cálculo de la tasa de crecimiento anual (r):

Cuando se conoce la población en dos momentos distintos, Pi(inicial) y Pf (final), y el tiempo t transcurrido entre ambas mediciones, la tasa de crecimiento anual se calcula usando la siguiente fórmula:

$$r = \left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Esta fórmula deriva del despeje de la ecuación del crecimiento geométrico.

- Si el valor de r se expresa como porcentaje, se multiplica por 100.
- Si el crecimiento anual ya es establecido por norma (por ejemplo, 0,5% anual), simplemente se utiliza r=0,005.

Cálculo de la población proyectada a 25 años:

Tabla 3 PROYECCION DE LA POBLACION

AÑO	POBLACION RURAL	POBLACION FLOTANTE	POBLACION DE DISEÑO
2024	175	31	206
2025	176	32	208
2026	177	32	209
2027	178	32	210
2028	179	32	211
2029	180	32	212
2030	181	32	213
2031	182	33	215
2032	183	33	216
2033	184	33	217
2034	184	33	217
2035	185	33	218
2036	186	33	219
2037	187	34	221
2038	188	34	222
2039	189	34	223
2040	190	34	224
2041	191	34	225
2042	192	34	226
2043	193	35	228
2044	194	35	229
2045	195	35	230
2046	196	35	231
2047	197	35	232
2048	198	35	233
2049	199	36	**235**

FUENTE PROPIA

5. CALCULO DE CAUDAL

5.1 Dotación Neta Máxima

De acuerdo a la resolución 0330 de junio de 2017 "la dotación neta debe determinarse haciendo uso de información histórica de los consumos de agua potable de los suscriptores, disponible

por parte de la persona prestadora del servicio de acueducto o, en su defecto recopilada en el sistema único de información (SUI), de la superintendencia de servicios públicos domiciliarios (SSPD), siempre y cuando los datos sean consistentes. En todos los casos se deberá utilizar un valor de dotación que supere los máximos establecidos en la siguiente Tabla.

Tabla 4 . Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendido.

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB-DIA)
>2000 msnm	120
1000 – 2000 msnm	130
<1000 msnm	140

Fuente. Resolución 0330 de 2017

Como en la zona del proyecto no se cuenta con datos de información histórica para el cálculo de la dotación neta se utilizará un valor de 140 x 1/Hab- día dado que Saravena se encuentra a una altura menor a 1000 msnm.

5.2 Dotación Bruta

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman un sistema de acueducto se debe calcular conforme a la siguiente ecuación:

$$Dbruta = \frac{Dneta}{1 - \%P}$$

La resolución 0330 de junio de 2017, establece que el porcentaje de las pérdidas técnicas máximas en la ecuación engloba el total de perdidas esperadas en todos los componentes del sistema, así como las necesidades de la planta de tratamiento de agua potable y no deberá superar el 25%.

$$Dbruta = \frac{140}{1 - 25\%} = 186.67 \frac{L}{seg}$$

$$Dotacón\ Bruta\ Institucional = \frac{25}{1 - 25\%} = 33.33 \frac{L}{seg}$$

5.3 Caudal medio diario

El caudal medio diario, Qmd, es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Qmd = \frac{Ps * dbruta}{86400}$$

Qmd = Caudal medio diario (L/s).
Ps = Población servida (habitantes).
d_{bruta} = Dotación bruta (L/hab./día).

5.4 Caudal Máximo Diario (QMD)

$$QMD = Qmd * K1$$

KI Se denomina coeficiente de consumo máximo diario y se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, como no existen registros históricos, y de acuerdo a lo establecido en la resolución 0330 de junio de 2017 para poblaciones menores o iguales 12500 habitantes en ningún caso el factor kl será superior a 1.3 y para poblaciones mayores de 12500 habitantes, al periodo de diseño en ningún caso el factor Kl será superior a 1.2.

5.5 Caudal Máximo Horario (QMH)

$$QMH = QMD * K2$$

En donde el coeficiente K2 se denomina coeficiente de consumo máximo horario y acorde a lo establecido en la resolución 0330 de junio de 2017 para poblaciones menores a 12500 habitantes en ningún caso el factor kl será superior a 1.6 y para poblaciones mayores a 12500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso el factor K2 será superior a 1.5.

5.6 Caudal de diseño

A continuación, se presenta el cálculo del caudal para la población proyectada a 25 años.

Tabla 5: cálculo del caudal para la población proyectada a 25 años.

DATOS	VALOR	UNIDAD
Pob	235	hab
Dneta	140	L/hab/dia
Perdidas	25%	%
Dbruta	186,67	L/hab/dia
Qmd	0,51	L/s
K1	1,2	-
QMD	0,61	L/s
K2	1,5	-
QMH	0,91	L/s
Factor Max. Consumo	1,8	-
Caudal diseño	**1,645**	**L/s**

FUENTE PROPIA

6. PARAMETROS DE DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

6.1 Caudal de diseño

De acuerdo a la resolución 0330 de junio de 2017, establece que los caudales de diseño de cada uno de los componentes del sistema de acueducto según las variaciones diarias y horarias que se pueden presentar se establecen en la siguiente Tabla:

Tabla 6 CALCULO DE DISEÑO

COMPONENTES	CAUDAL DE DISEÑO
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación Fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de distribución	QMH

Fuente. Resolución 0330 de 2017

De acuerdo al artículo 47 de la resolución 0330 de 2017 el caudal de diseño de la red de distribución es el Caudal Máximo Horario (QMH).

Caudal de diseño = 1,645 Lps

La modelación de la red de distribución se realizará con la totalidad del QMH, en donde los valores de caudal correspondientes a los usuarios abastecidos en la conducción, fueron cargados en diferentes nodos, para simular la red con el caudal total de diseño correspondiente.

6.2 Presiones Mínimas en la Red

La presión dinámica mínima en la red de distribución debe ser de 10 m.c.a en sistemas de poblaciones de diseño de hasta 12500 habitantes, para poblaciones de diseño de más de 12500 habitantes la presión dinámica debe ser de 15 m.c.a. (Art 61 Res 0330 de junio de 2017).

En el artículo 27 de la resolución 844 de Noviembre de 2018, se estipula que en las redes distribución de sistemas de acueducto rurales, la presión dinámica mínima debe ser superior a 5 m.c.a, previo análisis del tipo de edificación y de las perdidas en las que se incurre, buscando suministrar agua en las duchas.

Para efectos del proyecto y de acuerdo a lo anterior la presión mínima a garantizar será de 5 m.c.a.

6.4 Presiones Máximas En La Red

Para sistemas nuevos u optimizaciones, la presión estática máxima debe ser de 50 m.c.a. Para cumplir esta condición, la red de distribución debe estar subdivida en tantas zonas de presión cómo se requieran. (Art 62 Res 0330 junio de 2017).

6.5 DIÁMETRO INTERNO REAL MÍNIMO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

El diámetro mínimo en las redes de distribución no deberá ser inferior a 75 mm para sectores urbanos, mientras que para sectores rurales no deberán ser inferiores a 50 mm. Se deben realizar los cálculos necesarios que permitan garantizar que, con el diámetro interno real de la tubería seleccionada se cumpla con las condiciones mínimas establecidas. (Art 63 Res 0330 junio de 2017).

De acuerdo al ítem 4 del artículo 27 de la resolución 844 de 2018 "cuando parcialmente se pueda cumplir con los requisitos de diseño de sistemas de acueducto establecidos en la resolución 330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio o la norma que lo modifique, adicione o sustituya, desde los estudios y diseños el responsable del proyecto justificará la adopción de parámetros o valores por fuera de los límites o rangos normativos establecidos, siempre y cuando la infraestructura cumpla con su objetivo, garantizando el

funcionamiento hidráulico o de procesos y la administración, operación y mantenimiento previstos"

6.5 Velocidades En Las Tuberías De La Red De Distribución

La velocidad máxima en las tuberías de la red de distribución, bajo condiciones de caudal máximo horario al final de periodo de diseño bajo condiciones excepcionales de mantenimiento o de protección contra incendios, debe ser en función del material de las tuberías. En la tabla se plantean las velocidades máximas recomendadas para las tuberías en la red de distribución.

Tabla 7 VELOCIDADES MAXIMAS

Material	Velocidad (m/s)
Acero sin revestimiento	5.0
Acero Con Revestimiento	4.0
Hierro Dúctil	4.0
CCP	3.0
PVC y PVCO	6.0
PEAD	5.0
GRP	6.0
Polipropileno	6.0

FUENTE Resolución 0330 de 2017

El diseño debe limitar la velocidad mínima de 0.5 m/s correspondiente al caudal máximo horario (QMH) en el momento de entrada en operación de la red. Dado los caudales con valores pequeños a trabajar en la red y al diámetro mínimo estipulado por la Resolución 0330 de junio de 2017, no se hace posible.

6.6. PENDIENTES EN LAS TUBEN'AS DE LA RED DE DISTRÍBUCIÓN. RAS TITULO 8 7.4.10.

Con el Objeto de permitir la acumulación del aire en los puntos altos y su eliminación pro las válvulas colocadas con este fin y para facilitar el arrastre de los sedimentos hacia los puntos bajos y acelerar el desagüe de las tuberías, etas no deben colocarse horizontalmente.

Las pendientes mínimas recomendadas son:

• Cuando el aire circula en el sentido del flujo del agua, la pendiente mínima debe ser 0.04%.

• Cuando el aire circula en sentido contrario al flujo de agua, la pendiente mínima debe ser 0.1%-

6.7. PROFUNDIDADES MÁXIMAS Y MÍNIMAS PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS ENTERRADAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.

La profundidad de instalación de las tuberías que conforman la red de distribución no debe exceder de 1.50 m, medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno.

En cuanto a la profundidad mínima de instalación, se debe cumplir con lo definido en la Tabla 8. Profundidades mínimas a cota clave de la tubería.

Tabla 8 Profundidades mínimas a cota clave de la tubería.

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DE LA TUBERÍA (m)	
	Zona Urbana	Zona rural
Vías peatonales o zonas verdes o agrícolas	0.60	1.00
Vías vehiculares	1.00	1.00

Fuente: Resolución 0330 junio de 2017.

6.8. SELECCIÓN MATERIAL DE LAS TUBERÍAS.

6.8.1. Tuberías de Policloruro de Vinilo.

Se empleará la tecnología BIAXIAL de PAVCO; la tecnología por medio de la cual se estiran en línea las moléculas de polímero, obteniéndose su orientación, en el sentido circunferencial y longitudinal, generando planos de orientación molecular, una real estructura laminada en capas incrementando significativamente la resistencia mecánica y fortaleza del material.

Este material garantiza la conservación de la calidad del agua para consumo humano ya que ha sido verificado de acuerdo a la ANSI/NSF 61:02 sin exceder los valores máximos de aluminio, antimonio, cobre, arsénico, bario, cadmio, cromo, plomo, mercurio, níquel, selenio y plata que establece el decreto 1575 de 2007 y la resolución 2115 de 2007. Además, la resina de PVC con que se fabrica ha sido certificada de tal forma que el cloruro de vinilo monómero residual es menor a 3,2mg/kg.

A continuación, se presenta las características del material de la tubería seleccionada:

Resistencia

La máxima tensión a la falla. Es la habilidad de las tuberías de resistir la rotura debido a la presión interna.

-Resistencia a la tensión

La tensión es de 11.600 psi., para PVC-U es de 7.600 psi. El incremento es del 50% aproximadamente, debido a la biorientación de las moléculas.

-Resistencia a la fractura frágil.

La estructura laminada, por capas, producto de la biorientación ofrece excelente resistencia a la fractura frágil. La tubería es capaz de absorber sobre presiones causadas por los efectos del golpe de ariete.

-Propagación de Fracturas.

La estructura laminada de BIAHAL® de PAVCO evita la transmisión de facturas a través de la pared de la Tubería.

BIAXIAL® de PAVCO alcanza una fuerza máxima de tensión de 6.17 lb-f para una abertura de 4.974" y para PVC-U de 7.83 lb-f para una abertura de únicamentel.60". Para BIAXIAL® de PAVCO la fi]erza es siempre creciente

El diseño de producto y el desempeño en un sistema de Tuberías para transporte de fluidos, como el caso de los sistemas de acueducto, depende del balance de estos dos criterios, Resistencia y Fortaleza. BIA2HAL® de PAVCO mejora considerablemente estas dos características, ofreciendo ventajas y beneficios a los sistemas, como son:

Característica	Beneficio
Mayor Resistencia	Incrementa resistencia a la presión hidrostática y a la tensión, permite reducir los espesores de pared, conservando alta rigidez y mayor durabilidad. Tuberías más livianas para la misma presión de servicio.
Mayor Fortaleza	Aumenta la resistencia al impacto a bajas temperaturas, mayor resistencia a la fractura frágil, mayor resistencia a la propagación lenta de fracturas.

Característica	Beneficio
	Los golpes causados durante la manipulación no conducen a daños en el corto o mediano plazo. Respuesta dúctil. Es tolerante al maltrato.
Menor Espesor de Pared	Mayor flexibilidad, menor peso, más fácil manipulación, beneficios para la salud y seguridad humana, se incrementa la capacidad de transporte de agua. Ahorros en instalación y energía consumida para la operación de los sistemas.
Proceso En Línea	Garantía de consistencia y calidad del producto. Confiabilidad. Mayor productividad. Entregas oportunas
Campana Con Hidrosello instalado en fábrica	Elimina riesgo de desplazamiento del sello durante el ensamble confiabilidad.

Las Tuberías de PVC son inmunes a casi todos los tipos de corrosión, químicas y electroquímicas, que pueden encontrarse en un sistema de Tuberías enterradas. Efectos galvánicos y electroquímicos no existen en sistemas con Tuberías de PVC, ya que el PVC no es conductor de la electricidad. Las Tuberías de PVC no sufren daños por aguas o suelos agresivos, en consecuencia, no requieren protecciones catódicas, recubrimientos especiales o pinturas. Esto significa ahorro en costos iniciales de los sistemas y garantía de larga vida de éstos, durabilidad.

6.9. Sectorización Hidráulica.

Todas las redes deben estar sectorizadas con el fin de lograr la racionalización del servicio. El diseño de la sectorización debe estar basada en los resultados obtenidos en la modelación hidráulica.

Todos los sectores hidráulicos definidos deben contar con equipos de medición de caudal en todas las entradas, así como en todas las salidas hacia otros sectores. (Art 58 Res 0330 junio de 2017).

En el proyecto se contempla la sectorización por líneas de alimentación según lo presentado en los planos de la red de distribución.

7.0. ANALISIS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Dado las condiciones urbanísticas de la zona la red de distribución del acueducto en el sector se diseñó como una red abierta.

7.1. MODELACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.

Todos los sistemas de redes de distribución deben contar con un modelo hidráulico, a través del cual se pueda predecir el comportamiento fuente a diferentes condiciones operativas, de mantenimiento o de expansión. Debe tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

- La modelación debe realizarse en periodo extendido, con frecuencia horaria, incorporando en los nodos los patrones de consumo medidos en campo. En condiciones excepcionales en las que dicha información no esté disponible, debe justificarse la selección de los patrones empleados. (Art 57 Res 0330 de junio de 2017).
- Los programas utilizados para la modelación hidráulica deben incorporar el método del gradiente para sus cálculos. (Art 57 Res 0330 de junio de 2017).
- Se deberá implementar un escenario de modelación que contemple la operación de la red de distribución bajo la premisa de contingencia por incendio; para lo cual se deben tener en cuenta las disposiciones contempladas en los artículos 70, 71 y 72 de la presente resolución. (Art 57 Res 0330 de junio de 2017).

7.2. Perdidas de carga.

Para el cálculo de pérdidas de carga en una red mixta se acepta el uso de la fórmula de Darcy Weisbach o Hazen - Williams, pero se debe tener en cuenta que la fórmula de Hazen -Williams no arroja resultados confiables para diámetros inferiores a 4".

Para este diseño se empleó la fórmula de Darcy - Weisbach por ser la ecuación general para sistemas de tuberías a presión, combinada con la de Colebrook - White. Ecuación de Darcy-Weisbach

$$hf = f * \frac{l}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación de Colebrook- White

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2\,log10\left[\frac{Ks}{3.7D} + \frac{2.51}{Re\sqrt{f}}\right]$$

$$Re = \frac{V.D}{v}$$

Hf= perdida 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 del flujo (m/s)
g = aceleración de la gravedad (m/s2)
Ks = Rugosidad absoluta de la tubería (m). Para PVC = 0.0015
Re = Numero de Reynolds (adimensional)
v = viscosidad dinámica del fluido (m3/s)

Para el cálculo de la red de distribución se usó el software EPANET para la simulación de redes de distribución de agua, desarrollado por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EEUU con el fin de disponer de una herramienta para el cálculo, entre otras cosas, del comportamiento hidráulico en sistemas de distribución de agua. En estos momentos es uno de los paquetes informáticos más completo que existe en el campo de la simulación de sistemas hidráulicos, hecho que unido a su distribución libre hace que sea el software más extendido.

EI EPANET permite la simulación de todo tipo de redes de distribución de agua de una forma sencilla, con un número cualquiera de elementos hidráulicos incluyendo depósitos, sistemas de bombeo, bancos de válvulas, tuberías, uniones, etc utilizando tan solo la interface gráfica.

Además, permite realizar cálculos incluyendo curvas de demanda y simular fi]gas en diferentes componentes de la red.

7.3 PRESIÓN ESTÁTICA

Se obtiene de restarle a la cota del punto más alto la cota del punto analizado, es decir esta es la presión en la tubería cuando el fluido no está en movimiento, en algunas ocasiones esta presión es mayor a la presión dinámica por lo cual se debe tener en cuenta en el análisis de resistencia de la tubería.

7.4 PRESIÓN DINÁMICA

Se obtiene de restarle a la presión estática del punto la pérdida de carga acumulada hasta ese punto.

7.5 CURVA DEMANDA HORARIA

La curva de demanda horaria debe ser propia de la población, pero dado que no se cuenta con estos valores, se utilizarán para el cálculo de las presiones los coeficientes representativos al caudal máximo horario, máximo diario y medio diario para poder determinar las presiones en los puntos.

Periodo 1: 0

Periodo 2: 1

Periodo 3: 1.3

Periodo 4: 2.08

7.6 Asignación del Caudal en los Nodos

De acuerdo a la distribución de los usuarios en la red de distribución se hace la asignación de los caudales en los nodos de las líneas para luego con conexión domiciliaria abastecer a la población beneficiada en la red de distribución.

7.7 SIMULACIÓN HIDRÁULICA

Se Realiza la simulación hidráulica de la red de distribución evaluando el caudal máximo horario, para la determinación de las presiones de servicio de la red correspondiente al periodo 4 suponiendo este periodo como el de máximo consumo.

Tomando en cuenta que la línea de acueducto proyectada se derivara de la línea de 8 pulgadas existente en la zona de estudio, para realizar la evaluación hidráulica de la tubería se hizo un registro de presiones en el punto de derivación en diferentes momentos del día obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 9 REGISTRO DE PRESIONES

Hora	Presión (Psi)
6 am	14
12 pm	14
6 pm	14

Fuente: Resolución 0330 junio de 2017.

7.8 EVALUACIÓN DE PRESIONES DEL SISTEMA

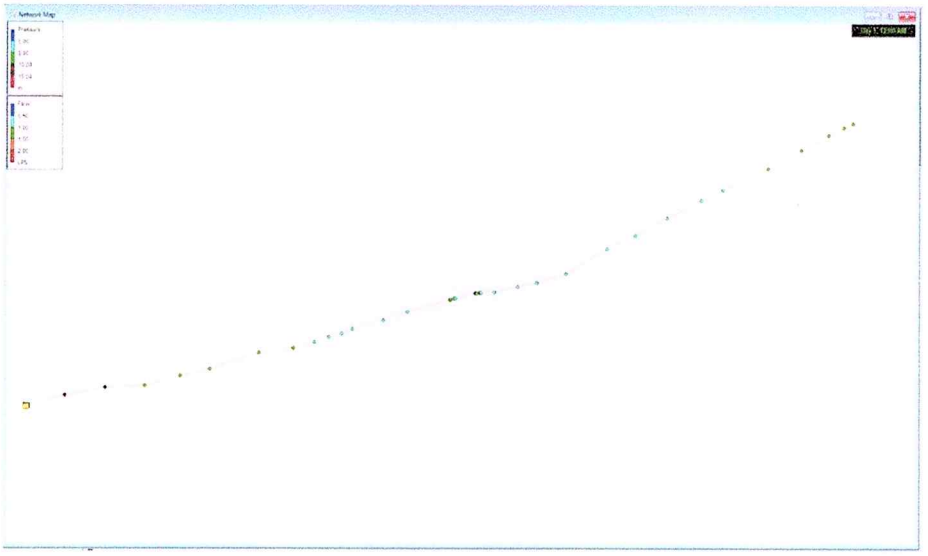
Se realiza la evaluación de la red de distribución para el periodo 4 en el modelo de Epanet correspondiente al QMH, en donde como se observa en la Figura 1 y Figura 2, en la red presentada

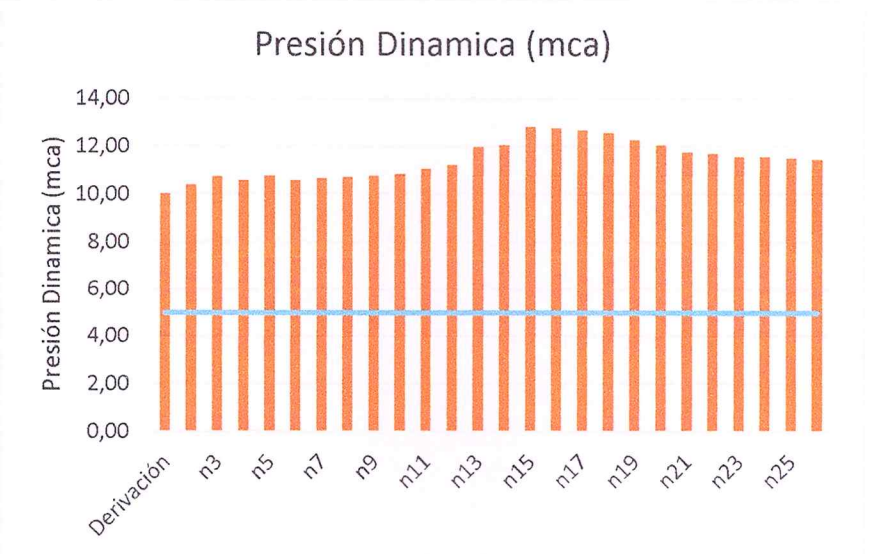
se proyectan presiones superiores a los 5 m.c.a, dando cumplimiento a lo establecido en la resolución 0844 de 2018.

Para la evaluación se tomó como presión de entrada al sistema un valor de 14 Psi correspondiente a 10 m.c.a.

Red de distribución proyectada – Longitud 2325 m

Ilustración 3 Red de distribución proyectada





FUENTE PROPIA

7.9 ESTADO DE LAS TUBERÍAS

Realizada la simulación en el modelo se puede observar que la velocidad en algunos tramos es muy baja casi nula, principalmente por las bajas demandas en los nodos y por la restricción del diámetro mínimo, por lo cual se proyectan válvulas de purga en los puntos con las cotas mínimas en el proyecto para realizar el mantenimiento periódico.

7.9.1 Golpe de Ariete

Una columna de líquido moviéndose tiene inercia, que es proporcional a su peso y a su velocidad. Cuando el flujo se detiene rápidamente, por ejemplo, al cerrar una válvula, la inercia se convierte en un incremento de presión. Entre más larga la línea y más alta la velocidad del líquido, mayor será la sobrecarga de presión.

Las principales causas de este fenómeno son:

- La apertura y cierre rápidos de una válvula
- El arranque y la parada de una bomba
- La acumulación y el movimiento de bolsas de aire dentro de las tuberías

$$P = \frac{aV}{g}$$

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{K}{E}\right)(RDE - 2)}}$$

En donde:

P = Sobrepresión máxima en metros de columna de agua
a = Velocidad de la onda (m/s)
V = Cambio de velocidad del agua (m/s)
g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
K = Módulo de compresión del agua (2.06*104 Kg/cm²)
E = Módulo de elasticidad de la tubería (2.81*104 Kg/cm²). Para tubería de PVC tipo 1, grado 1.
RDE = Relación diámetro exterior/ espesor mínimo

7.9.2 RDE de la Tubería

Mediante el análisis de golpe de ariete se obtiene el RDE óptimo para cada tramo de tubería, a la presión dinámica se le suma la sobrepresión por golpe de ariete y se compara con la presión estática tomándose el valor más alto como el crítico para el diseño del tramo de tubería.

7.10 PROTECCIÓN A LA TUBERIA

7.10.1 Válvula de Purga

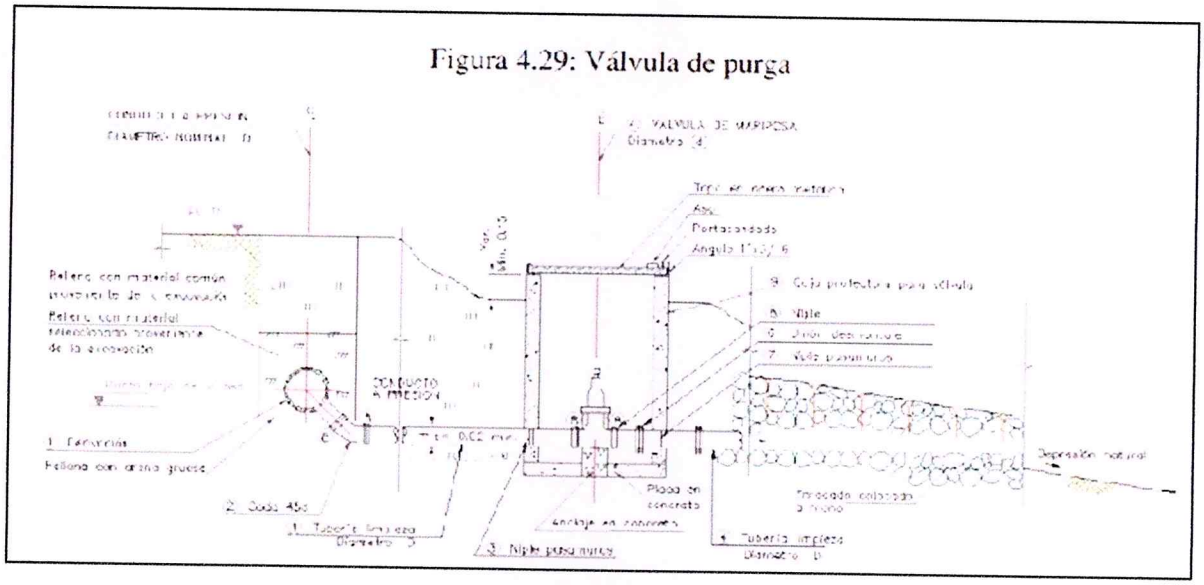
Debe instalarse válvulas de purga en los puntos bajos de las redes, con el fin de permitir el lavado y la descarga de las mismas. El diámetro de la tubería de desagüe deberá estar entre 1/3 y ¼ del diámetro de la tubería principal, con un mínimo de100mm para tuberías mayores de 100 mm. Para diámetros menores debe adoptarse el mismo diámetro de la tubería principal. Se deberán verificar las condiciones de presión y protección respectiva de la válvula para evitar su daño. (Art 67 Res 0330 junio de 2017).

Dispositivo mecánico empleado para descargar el agua de la red de distribución durante una operación de drenaje, tanto en la distribución primaria como secundaria.

Están localizadas en los puntos bajos del recorrido de las tuberías, donde se acumulan sedimentos, que reducen e impiden el paso de agua. Deben instalarse válvulas de purga en los puntos bajos de la tubería, con e] propósito de descargar una conducción, durante una operación de drenaje.

El proceso para la ubicación de las válvulas de purga consistió en utilizar la topografía del para dibujar los perfiles de todos los tramos de la red de distribución, determinando así los puntos bajos en los que existirá acumulación de sedimentos. Se determinó en total 1 válvulas de purga. Todas son de 4" de diámetro ya que no espera mucho volumen de agua acumulado durante el vaciado, el cual ira conectado a la estructura de captación de agua cercana para su descarga final en la quebrada.

ILUSTRACIÓN 4: VÁLVULA DE PURGA



Fuente: Ing. julio cuesta

7.10.2 Válvula Ventosa

Las líneas de conducción y distribución deben contar con válvulas ventosas. Esta se ubicará en los sitios altos de la red, en cambios bruscos de pendiente de positiva a negativa, en tramos de tubería con pendiente constante y baja (<= 3%), cada 300 m y en otras zonas en las que se considere necesario, de acuerdo con un análisis técnico. El diámetro mínimo de las ventosas debe ser de 25 mm. En todos los casos, el diámetro deberá calcularse para las condiciones particulares de cada proyecto. (Art 66 Res 0330 de junio de 2017).

Las ventosas son dispositivos mecánicos sencillos, imprescindibles en todo tipo de redes de distribución de agua, cuya misión es asegurar el correcto funcionamiento de las tuberías, regulando la cantidad de aire libre que existe en el interior de las mismas.

Las ventosas protegen las tuberías resolviendo algunos problemas hidráulicos como aplastamiento o explosiones, desgaste de contadores, etc.

Por otra parte, no todo el aire que pueda haber en el interior de las redes es perjudicial, en algunos casos la presencia de aire en las tuberías puede reducir los efectos dañinos de la cavitación o de los golpes de ariete.

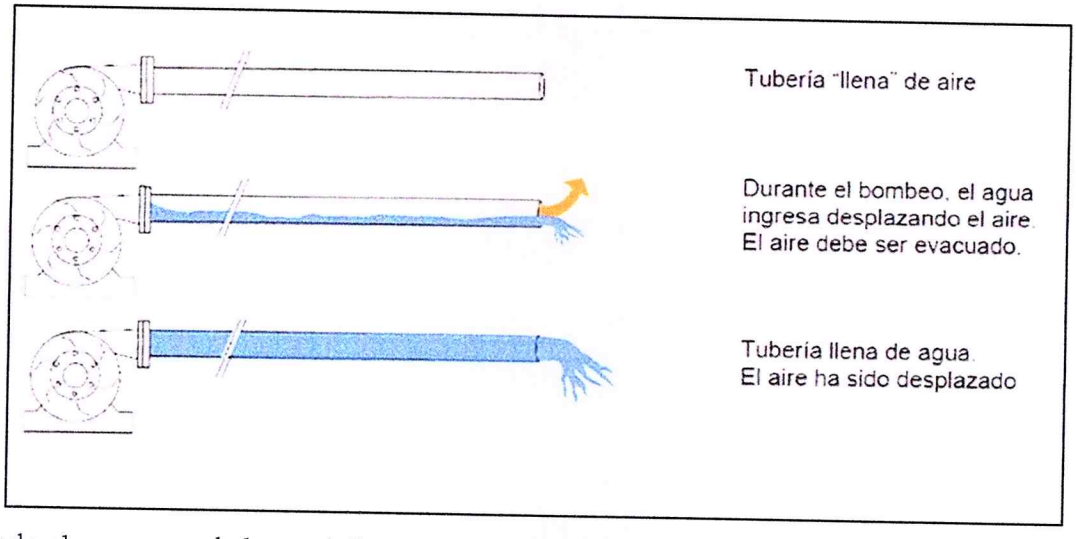
También la presencia de cantidades incontroladas de aire puede reducir seriamente el rendimiento de una red, ya que el aire se acumula en los puntos altos de las conducciones reduciendo la sección de paso y por tanto la capacidad de transporte de las mismas, llegándose a detenerse completamente el flujo en sistemas por gravedad de baja presión, cuando las

velocidades son menores de 1 m/seg, ya que a mayores velocidades las posibles bolsas de aire son gradualmente arrastradas y desaparecen.

En sistemas con altos caudales y altas velocidades, la instalación de ventosas de gran orificio puede causar golpes de ariete, debido a la gran diferencia de velocidades de agua y aire a través de un orificio en condiciones de presión similares

Cuando hablamos de tuberías vacías deberíamos decir tuberías llenas de aire que debe ser evacuado convenientemente. El aire puede entrar también en las conducciones por diversos caminos, por ejemplo, cuando se pone en marcha una bomba, el aire atrapado en sus partes internas es introducido en el sistema. También la propia bomba puede crear vórtices o torbellinos en la aspiración

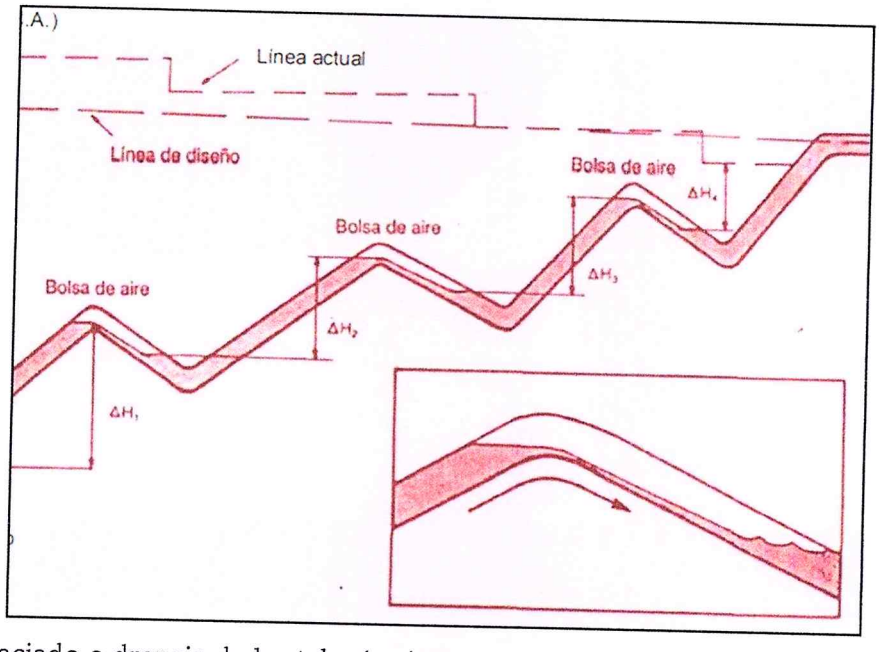
Ilustración 5 aire en tuberías



Cuando el agua pasa de la atmósfera a una conducción cerrada también puede aspirar una gran cantidad de aire en forma de pequeñas burbujas, lo mismo ocurre si el agua pasa, en una conducción, de una sección parcialmente llena a una totalmente llena.

El aire puede también ser introducido en las conducciones, voluntariamente, a través de las propias ventosas, de igual forma el aire puede tener un origen interno, ya que el agua contiene aire disuelto. La cantidad de aire que puede estar disuelto por unidad de volumen de agua depende de la presión y la temperatura, de forma que aumenta con el valor de la presión y disminuye con la temperatura.

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS



Durante el vaciado o drenaje de las tuberías (sea que se esté realizando en forma programada y controlado o sea que ocurra en forma violenta producto de una rotura), las presiones negativas pueden generar colapso y aplastamiento del tubo.

ILUSTRACIÓN 6 . EFECTO DE PRESIONES SUB- ATMOSFÉRICAS EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

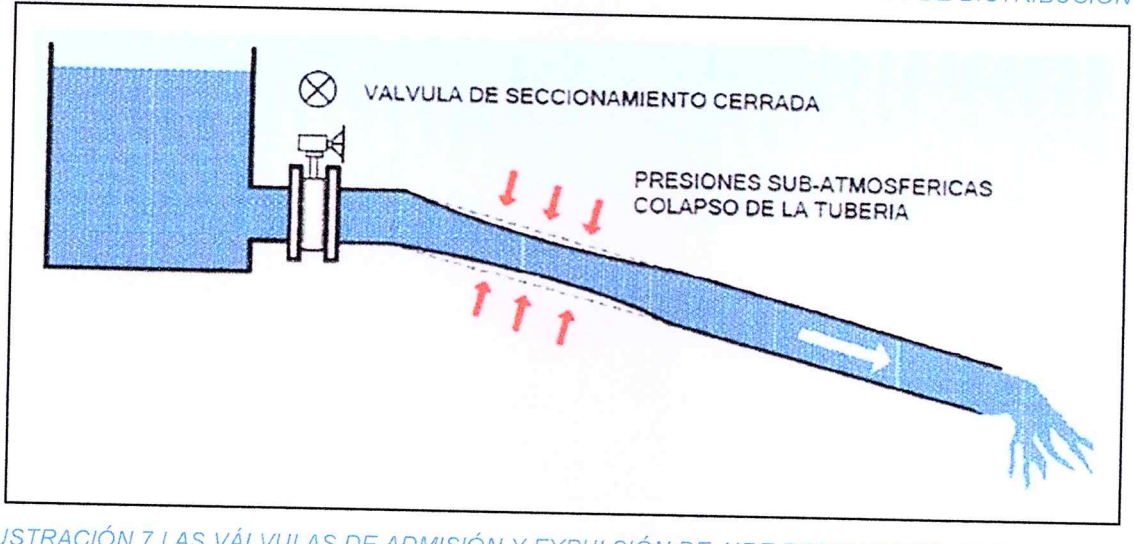


ILUSTRACIÓN 7 LAS VÁLVULAS DE ADMISIÓN Y EXPULSIÓN DE AIRE DEBEN INSTALARS

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890



ILUSTRACIÓN 8 VÁLVULA DE VENTOSA EN SALIDA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.

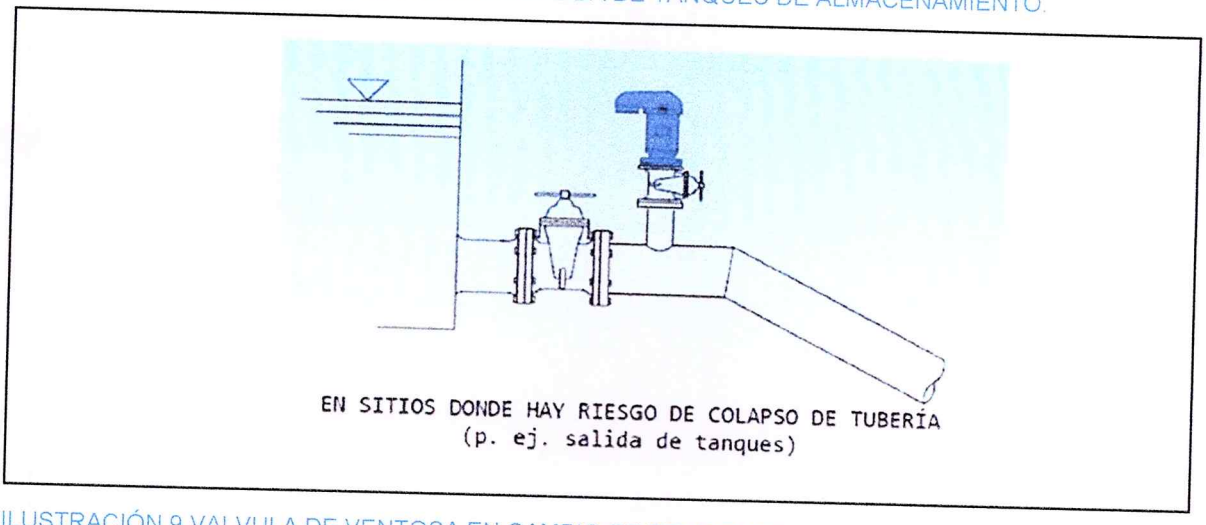
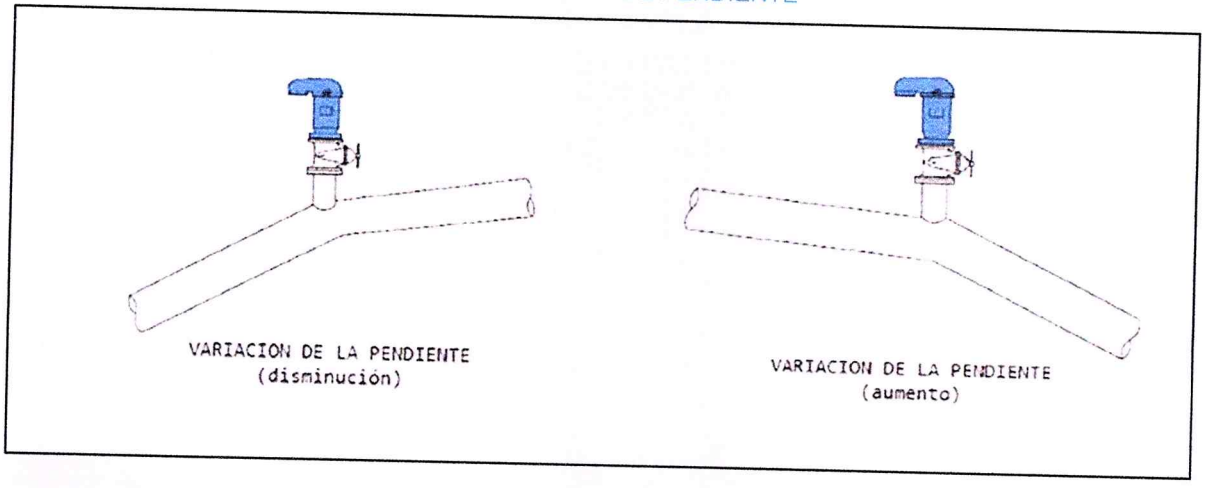


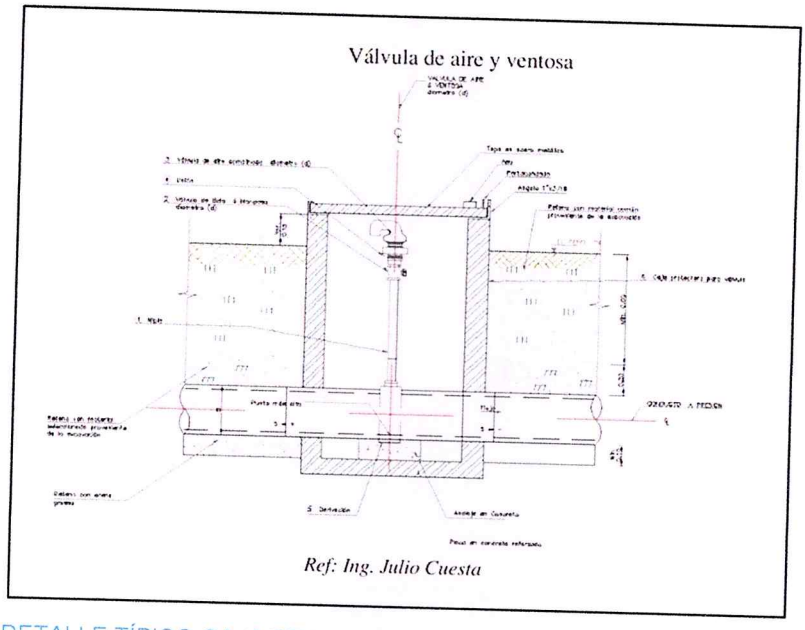
ILUSTRACIÓN 9 VALVULA DE VENTOSA EN CAMBIO DE PENDIENTE



NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

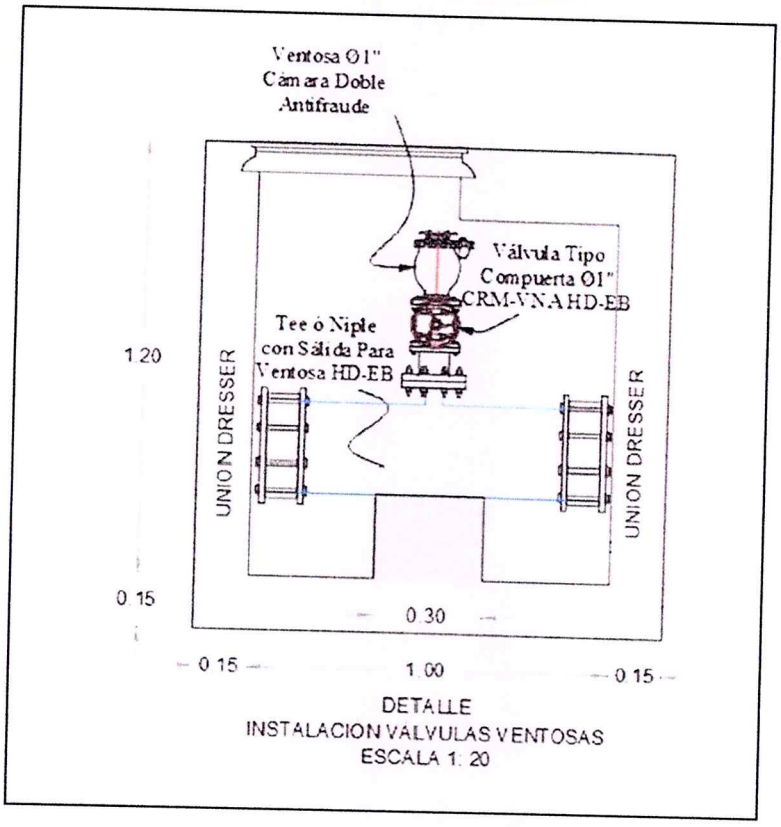
Bajo las pautas mencionadas en los párrafos anteriores y con ayuda del diseño geométrico de las vías del proyecto se determinó el punto con la mayor cota en el cual se ubicaron ocho válvulas de ventosa.

ILUSTRACIÓN 10 VALVULA DE AIRE VENTOSA



Ref: Ing. Julio Cuesta

ILUSTRACIÓN 11DETALLE TÍPICO CAJA DE VALVULA DE VENTOSA

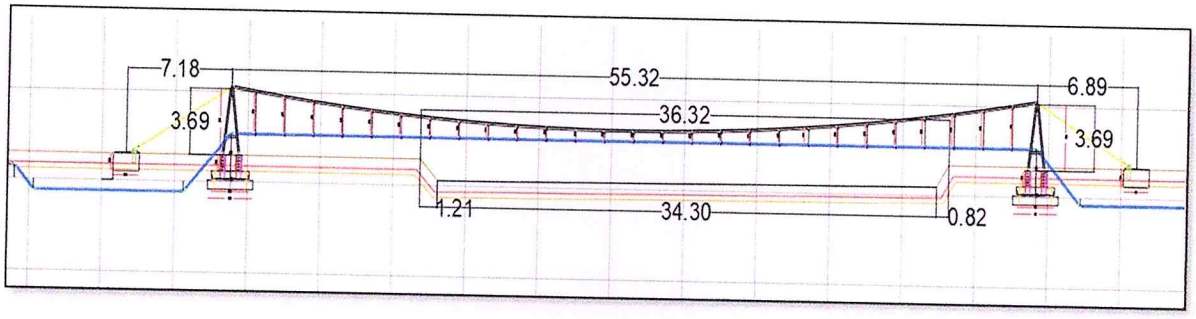


CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

8. PASO ELEVADO

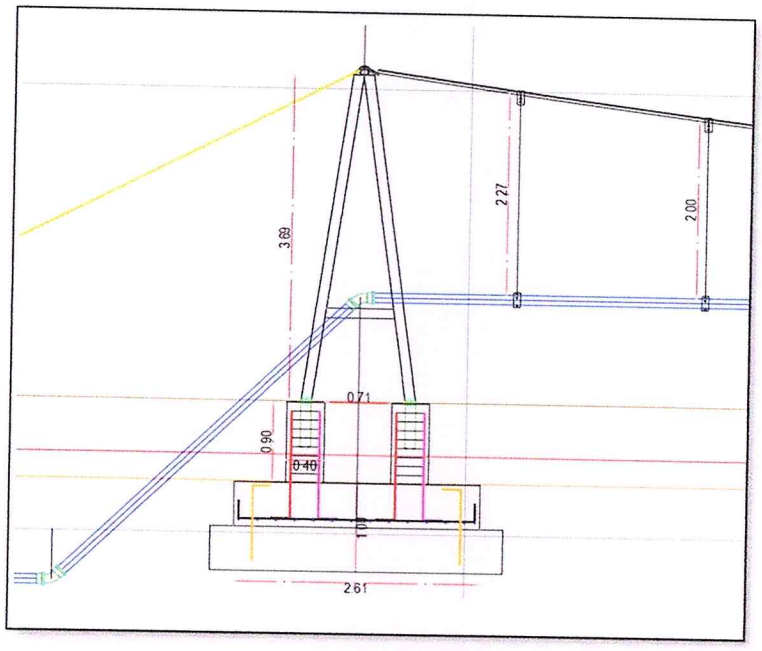
Como parte del diseño del sistema de acueducto propuesto, se incluye un paso elevado que permite la continuidad de la conducción mediante tubería en PVC de 4 pulgadas, soportada por un sistema estructural compuesto por cables de acero, péndolas y abrazaderas. Esta solución técnica fue adoptada para superar un obstáculo físico en el terreno, garantizando la integridad de la red y su funcionamiento hidráulico, el cual cuenta con las siguientes características geométricas:

Longitud de Torre 1 a Torre 2 = 55,32 m



Fuente: Plano diseño de paso elevado

Altura de Torre 1 y 2 = 3,69 m



Fuente: Plano diseño de paso elevado

Con el fin de verificar la viabilidad del paso elevado y su influencia sobre el comportamiento hidráulico del sistema, se desarrolló un modelo computacional en el software EPANET,

incorporando las condiciones específicas del diseño, incluyendo los codos de 45° (Máximo), en PVC instalados en ambos extremos del tramo elevado.

Los resultados del modelo indican que los nodos correspondientes a los codos del paso elevado no generan pérdidas de carga ni disminuciones de presión que comprometan la funcionalidad del sistema. Las pérdidas locales asociadas a estos accesorios son mínimas en relación con el gradiente hidráulico general, y no afectan las presiones de servicio requeridas en la red de distribución aguas abajo del tramo elevado.

De acuerdo con lo establecido en el artículo 27 de la Resolución 844 de noviembre de 2018, en los sistemas de acueducto rural la presión dinámica mínima debe ser superior a 5 metros de columna de agua (m.c.a.), considerando el tipo de edificación y las pérdidas por fricción y accesorios, con el objetivo de garantizar el suministro adecuado de agua.

Para los fines del presente proyecto, se establece como presión mínima operativa a garantizar en la red la de 5 m.c.a., la cual se cumple en todos los puntos ubicados aguas abajo del paso elevado según lo verificado mediante simulación hidráulica. Se anexa la imagen correspondiente con los resultados de presión para los nodos representativos del tramo analizado.

Resultados en Nodos de la Red					
Nodo	**Caudal de Demanda (L/s)**	**Cota Clave (m)**	**Cota Cabeza Energía (m)**	**Presión (m)**	**Descripción**
n15	0,00	205,71	212,68	6,97	Primer Codo PVC 4"
n16	0,00	204,43	212,68	8,25	Segundo Codo PVC 4"
n17	0,00	204,44	212,68	8,24	Tercer Codo PVC 4"
n18	0,00	207,66	212,68	5,02	Cuarto Codo PVC 4" - Inicio Paso Elevado
n19	0,00	207,66	212,65	4,99	Quinto Codo PVC 4" - Fin Paso Elevado
n20	0,00	204,59	212,65	8,06	Sexto Codo PVC 4"
n21	0,00	204,59	212,64	8,05	Nodo Auxiliar Intermedio
n22	0,00	205,90	212,64	6,74	Séptimo Codo PVC 4"
n23	0,00	205,91	212,64	6,73	Octavo Codo PVC 4"

Es importante mencionar que, dada su función estructural y su configuración particular, el tramo del paso elevado no está destinado a soportar conexiones domiciliarias ni intervenciones adicionales, siendo una sección exclusivamente diseñada para el cruce aéreo de la Red. Cualquier intervención no contemplada comprometería su estabilidad estructural y el adecuado funcionamiento del sistema.

9. CONCLUSIONES

Los diseños del proyecto se realizaron bajo los lineamientos establecidos en la Resolución 844 de noviembre de 2018, la resolución 0330 de junio de 2017 y la resolución 0799 de diciembre de 2021, expedida por el ministerio de vivienda, ciudad y territorio.

El proyecto tiene como objeto el abastecimiento de la vereda Caño Hormiga, en el que se realizará la optimización del sistema de acueducto existente.

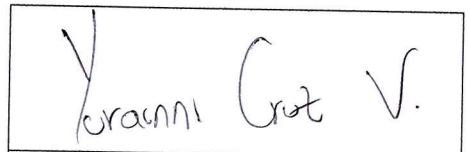
La tubería de suministro para la red de distribución de las vereda Caño Hormiga deberá ser en PVC RDE 21 (Presión de trabajo de 200 ps.i).

En la tubería enterrada para suministro de agua potable, los cambios de dirección o en presencia de accesorios y válvulas, deberán ir debidamente empotradas mediante bloques de concreto colocados entre la tubería o accesorios y la pared de la zanja para trasmitir las fuerzas dinámicas al terreno.

De acuerdo con el modelo computacional elaborado en EPANET los nodos que representan los puntos en donde se ubican los codos PVC de 4" para el paso elevado, no representan grandes perdidas de energía ni de presiones de servicio, por lo tanto, la funcionalidad de la red cumple con los parámetros normativos para el tramo posterior al paso elevado.

Se tomó como información de apoyo inicial la suministrada por la Cooperativa del Acueducto Regional de Rio Chiquito.

Elaboró:



NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR

ING CIVIL. ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.

MP. 54202-356552 NTS

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo **NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR,** identificado con CC 1090474451 de cucuta, en calidad de INGENIERO CIVIL, ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL con matrícula profesional No. 54204-356552 NTS, certifico que realicé el **ESTUDIO HIDRAULICO** para el proyecto cuyo objeto es: **"AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA CAÑO HORMIGA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".** Así mismo declaro que asumo la responsabilidad del perjuicio que por causa de él pueda deducirse.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional, Certificado de Vigencia de la misma y copia de la Cédula de Ciudadanía.

Se expide a solicitud del interesado, a los veintiocho (28) días del mes de abril de 2025.

Yurainni Cruz V.

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL, ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
No. 54204-356552 NTS

Saravena, Arauca – 28 de abril de 2025

Señores:
ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE SARAVENA
Saravena-Arauca

Asunto: Certificación de Donación de la Elaboración del ESTUDIO HIDRAULICO

Yo **NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR**, identificado con CC 1090474451 de CUCUTA, en calidad de INGENIERO CIVIL, ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL, con matrícula profesional No. 54204-356552 NTS, certifico que realicé el **ESTUDIO HIDRAULICO** para el proyecto cuyo objeto es: **"AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA CAÑO HORMIGA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".** a construirse en el Municipio de Saravena, Departamento de Arauca de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes.

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 de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide a los veintiocho (28) días del mes de abril de 2025

Cordialmente,

Yurainni Cruz V.

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL, ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL
No. 54204-356552 NTS

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
54202-356552 NTS
Fecha de Expedición: **21/04/2017**

Nombre:
NIDIA YURAINNI
CRUZ VILLAMIZAR

Identificación:
C.C. 1090479451

Profesión:
INGENIERO CIVIL



"AMPLIACION Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDAL CAÑO HORMIGA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

Institución:
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

160786/1016

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.

PRESIDENTE DEL CONSEJO

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

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.090.479.451
CRUZ VILLAMIZAR
APELLIDOS
NIDIA YURAINNI
NOMBRES



FIRMA

"AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA CAÑO HORMIGA EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA DEPARTAMENTO DE ARAUCA"



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 01-AGO-1994
SARAVENA
(ARAUCA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.61	A+	F
ESTATURA	G.S. RH	SEXO

08-AGO-2012 CUCUTA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

P-2500100-00403150-F-1090479451-20121002 0031287862A 1 38740796

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

406

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3549995

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1090479451, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-356552 desde el 21 de Abril de 2017, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 447.

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 veintinueve (29) días del mes de Abril del año dos mil veinticinco (2025).

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.

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

ANEXOS

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

Anexo 1. Resultados de la modelación

-En los nodos

Resultados en Nodos de la Red				
Nodo	Caudal de Demanda (L/s)	Cota Clave (m)	Cota Cabeza Energia (m)	Presion (m)
n2	0,00	202,90	213,19	10,29
n3	0,00	202,30	213,14	10,84
n4	0,00	203,71	213,09	9,38
n5	0,00	204,13	213,04	8,91
n6	0,00	204,30	213,00	8,70
n7	0,00	204,31	212,94	8,63
n8	0,00	204,37	212,89	8,52
n9	0,00	205,03	212,86	7,83
n10	0,00	205,90	212,84	6,94
n11	0,00	205,51	212,83	7,32
n12	0,00	205,51	212,81	7,30
n13	0,00	206,10	212,77	6,67
n14	0,00	206,10	212,74	6,64
n15	0,00	205,71	212,68	6,97
n16	0,00	204,43	212,68	8,25
n17	0,00	204,44	212,68	8,24
n18	0,00	207,66	212,68	5,02
n19	0,00	207,66	212,65	4,99
n20	0,00	204,59	212,65	8,06
n21	0,00	204,59	212,64	8,05
n22	0,00	205,90	212,64	6,74
n23	0,00	205,91	212,64	6,73
n24	0,00	206,06	212,62	6,56
n25	0,00	205,90	212,59	6,69
n26	0,00	205,90	212,57	6,67
n27	0,00	206,50	212,53	6,03
n28	0,00	206,25	212,47	6,22
n29	0,00	206,11	212,43	6,32
n30	0,00	205,22	212,39	7,17
n31	0,00	204,65	212,34	7,69
n32	0,00	204,51	212,31	7,80
n33	0,00	203,86	212,25	8,39

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

Resultados en Nodos de la Red				
Nodo	Caudal de Demanda (L/s)	Cota Clave (m)	Cota Cabeza Energia (m)	Presion (m)
n34	0,00	203,44	212,20	8,76
n35	0,00	202,76	212,16	9,40
n36	0,00	202,26	212,14	9,88
n37	0,00	202,15	212,13	9,98
n38	1,65	202,15	212,13	9,98

- En las tuberías

Resultado en Tuberías		
Tuberías	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
p1	1,65	0,19
p2	1,65	0,19
p3	1,65	0,19
p4	1,65	0,19
p5	1,65	0,19
p6	1,65	0,19
p7	1,65	0,19
p8	1,65	0,19
p9	1,65	0,19
p10	1,65	0,19
p11	1,65	0,19
p12	1,65	0,19
p13	1,65	0,19
p14	1,65	0,19
p15	1,65	0,19
p16	1,65	0,19
p17	1,65	0,19
p18	1,65	0,19
p19	1,65	0,19
p20	1,65	0,19
p21	1,65	0,19
p22	1,65	0,19
p23	1,65	0,19
p24	1,65	0,19
p25	1,65	0,19
p26	1,65	0,19
p27	1,65	0,19
p28	1,65	0,19
p29	1,65	0,19

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

Resultado en Tuberías		
Tuberías	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)
p30	1,65	0,19
p31	1,65	0,19
p32	1,65	0,19
p33	1,65	0,19
p34	1,65	0,19
p35	1,65	0,19
p36	1,65	0,19
p37	1,65	0,19

- Características de la red

Elementos de la Red					
Tubería	Nodo Inicio	Nodo Fin	Longitud (m)	Diámetro Tubería (mm)	Diámetro Tubería (Pulgadas)
p1	Derivación Red 8"	n2	229,6	104	4"
p2	n2	n3	108,4	104	4"
p3	n3	n4	105,3	104	4"
p4	n4	n5	98,18	104	4"
p5	n5	n6	80,99	104	4"
p6	n6	n7	137	104	4"
p7	n7	n8	92,48	104	4"
p8	n8	n9	56,31	104	4"
p9	n9	n10	41,52	104	4"
p10	n10	n11	36,22	104	4"
p11	n11	n12	30,64	104	4"
p12	n12	n13	85,61	104	4"
p13	n13	n14	67,47	104	4"
p14	n14	n15	116,5	104	4"
p15	n15	n16	1,834	104	4"
p16	n16	n17	10,31	104	4"
p17	n17	n18	4,565	104	4"
p18	n18	n19	55,32	104	4"
p19	n19	n20	4,464	104	4"
p20	n20	n21	6,916	104	4"
p21	n21	n22	3,479	104	4"
p22	n22	n23	1,3	104	4"
p23	n23	n24	35,56	104	4"
p24	n24	n25	63,74	104	4"

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890

NIDIA YURAINNI CRUZ VILLAMIZAR
ING CIVIL ESPECIALISTA EN INGENIERIA HIDRAULICA Y AMBIENTAL.
MP. 54202-356552 NTS

Elementos de la Red					
Tubería	**Nodo Inicio**	**Nodo Fin**	**Longitud (m)**	**Diámetro Tubería (mm)**	**Diámetro Tubería (Pulgadas)**
p25	n25	n26	51,72	104	4"
p26	n26	n27	80,66	104	4"
p27	n27	n28	124,6	104	4"
p28	n28	n29	81,01	104	4"
p29	n29	n30	94,42	104	4"
p30	n30	n31	98,85	104	4"
p31	n31	n32	64,19	104	4"
p32	n32	n33	131,6	104	4"
p33	n33	n34	98,56	104	4"
p34	n34	n35	80,42	104	4"
p35	n35	n36	44,45	104	4"
p36	n36	n37	26,44	104	4"
p37	n37	n38	0,003	104	4"

CALLE 17 # 11-33 B. SANTANDER - SARAVENA- ARAUCA
EMAIL: YURICRUVI94@GMAIL.COM CEL: 3103086890