

MUNICIPIO DE SARAVERA DEPARTAMENTO DE ARAUCA

ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAÚLICOS

**"AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO
VEREDA LA PAJUILLA EN EL MUNICIPIO DE SARAVERA,
DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**

AGOSTO 2026

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

TABLA DE CONTENIDO	2
INTRODUCCIÓN	4
1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y DEFINICIÓN DEL ALCANCE	5
1.1 Justificación del proyecto	5
1.2 Alcance del diseño hidráulico	5
1.3 Información de entrada y trazabilidad	5
1.4 Población proyectada	6
1.4.1 Población base y equivalencia por vivienda	6
1.4.2 Período y método de proyección	7
1.5 Dotación y caudales de diseño	8
1.5.1 Dotación neta y dotación bruta	8
1.5.2 Caudal medio diario, máximo diario y máximo horario	8
2. MODELACIÓN Y VERIFICACIÓN HIDRÁULICA	9
2.1 Estado actual y condición de conexión	9
2.2 Red de distribución	10
2.2.1 Configuración hidráulica y diámetros	10
2.2.2 Criterio de diámetro mínimo	10
2.2.3 Perfil topográfico y profundidad de instalación	11
2.2.4 Metodología de cálculo hidráulico	11
2.2.5 Resultados hidráulicos de los tramos	12
2.2.6 Verificación de presiones - horizonte 2051	13

ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILA

2.2.7 Localización y disposición de válvulas y accesorios.....	15
2.2.8 Paso elevado	16
2.2.9 Verificación del escenario de contingencia por incendio	17
3. VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y COORDINACIÓN TÉCNICA.....	17
BASE PARA EL PLANO HIDRÁULICO	18
4. CONCLUSIONES	19
6. REFERENCIAS TÉCNICAS Y DOCUMENTALES.....	20
ANEXO A. RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA.....	22
ANEXO B. PERFIL TOPOGRÁFICO E HIDRÁULICO DETALLADO	23
ANEXO C. ESPECIFICACIONES	26

INTRODUCCIÓN

El acceso continuo y seguro al agua potable constituye una condición básica para la salud pública y el desarrollo de las comunidades rurales. En la vereda La Pajulla se ha identificado la necesidad de ampliar y optimizar la infraestructura de distribución existente, debido a las limitaciones de presión y caudal asociadas a la red actual y a la necesidad de atender de manera confiable a los usuarios inscritos en el sector.

El presente estudio desarrolla el análisis y diseño hidráulico de la red proyectada para la vereda La Pajulla, en el municipio de Saravena, departamento de Arauca, considerando una longitud efectiva de intervención de 1.800 m. Para su formulación se integran las condiciones topográficas del corredor, la configuración geométrica y los diámetros de la red, las características del paso elevado, los criterios de instalación y la normativa técnica vigente aplicable a sistemas de acueducto.

El análisis comprende la estimación de la demanda, determinación de los caudales de diseño, evaluación de pérdidas de carga, verificación de velocidades y presiones, definición de los elementos de control y protección de la red y comprobación del comportamiento hidráulico para el horizonte de diseño establecido.

El diseño se desarrolla mediante balances de demanda, cálculo de caudales máximos, verificación de pérdidas de energía con Hazen-Williams, análisis de presiones en puntos críticos y definición funcional de los elementos de operación y protección de la red. Dado que la red proyectada corresponde a un sistema lineal abierto, su comportamiento hidráulico se evalúa mediante un modelo en régimen permanente, considerando las condiciones de borde definidas en el punto de conexión, la topografía del corredor, los diámetros adoptados y los caudales de diseño establecidos, la verificación se realiza mediante una memoria analítica reproducible, que resulta equivalente y trazable para este tipo de configuración.

DISEÑO LINEA ACUEDUCTO LA PAJUILLA MUNICIPIO DE SARAVERA.

1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO Y DEFINICIÓN DEL ALCANCE

1.1 Justificación del proyecto

La intervención se justifica por la necesidad de mejorar las condiciones de suministro de agua potable de la vereda La Pajulla. El diagnóstico del proyecto reporta 22 usuarios y señala limitaciones asociadas al diámetro de las tuberías existentes, con problemas de presión y caudal. La solución consiste en ampliar la capacidad hidráulica del tramo de distribución y establecer elementos de control, aireación y purga que permitan una operación más estable y mantenible.

La alternativa se integra al sistema de abastecimiento existente del municipio de Saravena y se deriva de una tubería de 8 pulgadas. A partir del punto de empalme se proyecta una red de 4 pulgadas durante 1.600 m y un tramo final de 3 pulgadas durante 200 m. Esta configuración coincide con las cantidades de obra y especificaciones técnicas del proyecto.

1.2 Alcance del diseño hidráulico

- Definir la población y los caudales de diseño al horizonte de 25 años.
- Verificar hidráulicamente 1.800 m de red entre K0+000 y K1+800.
- Comprobar los diámetros de 4 pulgadas y 3 pulgadas previstos contractualmente.
- Estimar pérdidas de carga y presiones dinámicas bajo escenarios de alimentación de 10 m.c.a. y 24 psi.
- Definir y justificar la localización funcional de la válvula de control, cinco ventosas, una purga y la transición de 4 a 3 pulgadas.
- Integrar hidráulicamente el paso elevado previsto en el tramo final de 3 pulgadas.
- Establecer criterios que sirvan como base para la elaboración posterior del plano hidráulico definitivo.

1.3 Información de entrada y trazabilidad

Fuente / parámetro	Dato adoptado
Topografía	Plano planta-perfil de la red de acueducto La Pajulla, marzo de 2026. Para el presente diseño solo se utiliza K0+000 a K1+800.
Longitud y diámetros	Presupuesto, especificaciones y memorias: 1.600 m de PVC RDE 21 de 4" + 200 m de PVC RDE 21 de 3".

**ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILA**

Fuente / parámetro	Dato adoptado
Empalme	Red existente Ø8" mediante Yee HF 8"×4".
Usuarios	22 familias usuarias del sector.
Presión de borde	10 m.c.a. Y medición puntual reportada de 24 psi en la salida de 8".
Paso elevado	Cruce especial dentro del tramo final de Ø3"; vano estructural de referencia 25 m y zona de intervención indicada aproximadamente entre K1+730 y K1+765.
Válvulas	1 válvula de control de flujo Ø4", 5 ventosas Ø1" triple efecto, 1 purga Ø3" y 7 cajas.
Geotecnia	Estudios de suelos para tubería y paso elevado; se consideran como soporte para instalación, no como sustituto del cálculo hidráulico.

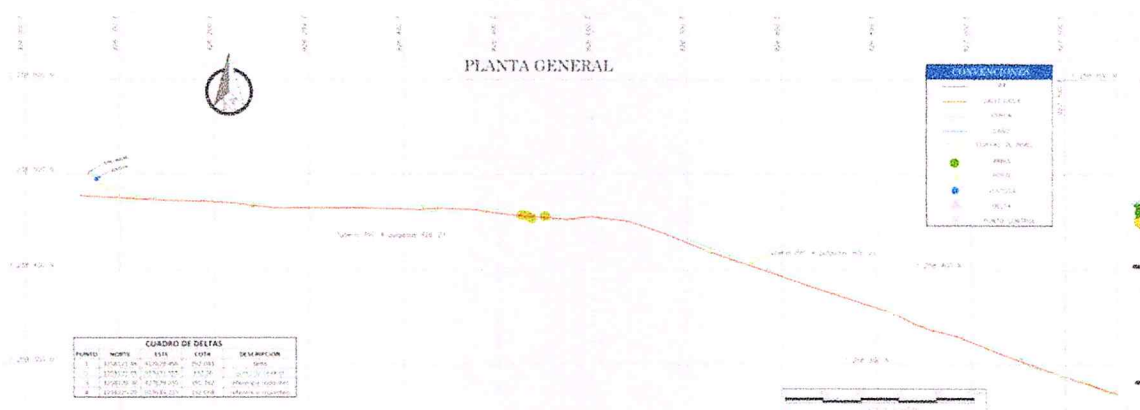


Figura 1. Planta topográfica general del corredor. Fuente: levantamiento topográfico del proyecto, 2026.

1.4 Población proyectada

1.4.1 Población base y equivalencia por vivienda

La zona de intervención comprende veintidós (22) unidades familiares usuarias del sistema de acueducto. Para efectos del diseño hidráulico se adopta un factor de ocupación de **4,125 habitantes por vivienda**, utilizado como parámetro de planificación para la estimación de la población beneficiaria.

En consecuencia, la población base de diseño se determina mediante la siguiente expresión:

$$P_0 = N_v \times F_0$$

Donde:

P_0 = población base de diseño, en habitantes.

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO

ING CIVIL MP 54202-098020 NTS

MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

N_v = número de viviendas o unidades familiares atendidas.

F_o = factor de ocupación adoptado, en habitantes/vivienda.

$$P_o = 22 \times 4,125 = 90,75 \approx 91 \text{ habitantes}$$

Por lo tanto, para el año base 2026 se adopta una población de diseño de **91 habitantes**.

:

$$\text{Habitantes/vivienda} = 165 / 40 = 4.125 \text{ hab/vivienda}$$

$$\text{Población actual} = 22 \times 4.125 = 90.75 \approx 91 \text{ habitantes}$$

1.4.2 Período y método de proyección

La Resolución 0330 de 2017 establece un período de diseño de 25 años para los componentes de los sistemas de acueducto. Con año base 2026, el horizonte se fija en 2051. Se adopta una tasa geométrica de 1,50 % anual como hipótesis explícita de diseño.

Para la proyección de población se adopta el método geométrico, con una tasa anual de crecimiento de **1,50 %** y un período de diseño de veinticinco (25) años, comprendido entre 2026 y 2051. La población futura se determina mediante:

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

Donde:

P_n = población proyectada al año n.

P_o = población base.

r = tasa anual de crecimiento adoptada.

n = período de proyección, en años.

$$P(t) = P_o \times (1 + r)^n$$

$$P_{2051} = 91 \times (1 + 0,015)^{25} = 132.04 \approx 132 \text{ habitantes}$$

Año	Población calculada	Población de referencia
2026	91.0	91
2031	98.0	98
2036	105.6	106

Año	Población calculada	Población de referencia
2041	113.8	114
2046	122.6	123
2051	132.0	132

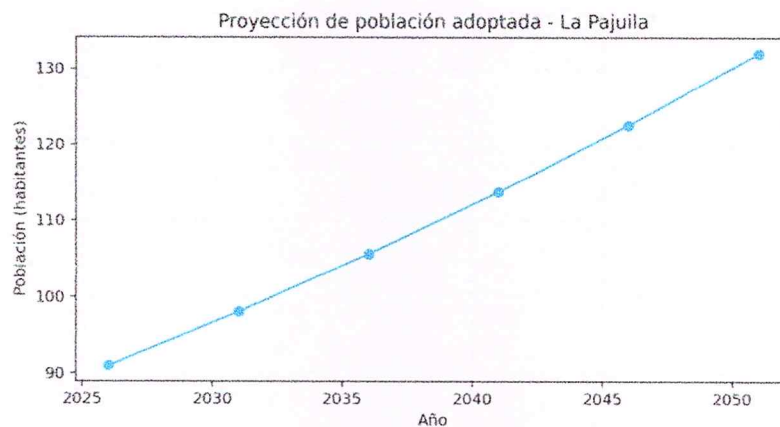


Figura 2. Proyección geométrica de población adoptada ($r = 1,50\%$ anual).

1.5 Dotación y caudales de diseño

1.5.1 Dotación neta y dotación bruta

Para zonas atendidas con altura inferior a 1.000 m s. n. m., la Resolución 0330 de 2017 establece una dotación neta máxima de 140 L/hab·día cuando no existe información histórica consistente de consumo. La dotación bruta se calcula incorporando las pérdidas técnicas de diseño, cuyo valor máximo reglamentario es 25 %.

$$d_{bruta} = d_{neta} / (1 - \%p) = 140 / (1 - 0,25) = 186.67 \text{ L/hab·día}$$

1.5.2 Caudal medio diario, máximo diario y máximo horario

$$Q_{md} = P \times d_{bruta} / 86.400 = 132 \times 186.67 / 86.400 = 0.285 \text{ L/s}$$

$$Q_{MD} = K_1 \times Q_{md} = 1.30 \times 0.285 = 0.371 \text{ L/s}$$

$$Q_{MH} = K_2 \times Q_{MD} = 1.60 \times 0.371 = 0.593 \text{ L/s}$$

**ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILA**

Parámetro	Valor	Unidad
Población actual	91	hab
Población de diseño 2051	132	hab
Dotación neta	140	L/hab·día
Pérdidas técnicas	25	%
Dotación bruta	186.67	L/hab·día
K1	1.30	-
K2	1.60	-
Qmd diseño	0.285	L/s
QMD diseño	0.371	L/s
QMH diseño	0.593	L/s
QMH actual estimado	0.409	L/s

2. MODELACIÓN Y VERIFICACIÓN HIDRÁULICA

2.1 Estado actual y condición de conexión

La red proyectada se deriva de una conducción existente de diámetro nominal de 8 pulgadas mediante una Yee de hierro fundido de 8" x 4", localizada en la abscisa K0+000.

En el punto de conexión se dispone de una medición puntual de presión de **24 psi**, equivalente aproximadamente a **16,88 m.c.a.**, valor utilizado como condición de borde para la comprobación del comportamiento hidráulico de la red proyectada.

Adicionalmente, y con el propósito de establecer la condición mínima requerida para el adecuado funcionamiento del sistema, se determina la presión mínima necesaria en el punto de empalme. Considerando el punto hidráulicamente más desfavorable localizado aproximadamente en K0+480, la diferencia de elevación respecto al inicio de la red y las pérdidas de carga acumuladas, se obtiene:

$$P_{\min, K0+000} = 10,00 + 1,00 + 0,032 \approx 11,03 \text{ m.c.a.}$$

equivalente aproximadamente a:

$$P_{\min, K0+000} \approx 15,7 \text{ psi}$$

En consecuencia, para garantizar una presión dinámica mínima de **10 m.c.a.** en el punto más desfavorable bajo el caudal máximo horario de diseño, la presión dinámica disponible en K0+000 deberá ser **igual o superior a 11,03 m.c.a. (15,7 psi)**.

La presión de 24 psi disponible en la medición de referencia supera esta condición mínima y permite efectuar la comprobación hidráulica de la red para el escenario de operación considerado.

2.2 Red de distribución

2.2.1 Configuración hidráulica y diámetros

Abscisa / tramo	Elemento	Diámetro	Observación
K0+000	Empalme a red existente Ø8"	Yee HF 8"x4"	Inicio
K0+000 – K1+600	PVC presión RDE 21	4" nominal	1.600 m
K1+600 – K1+800	PVC presión RDE 21	3" nominal	200 m
K1+730 – K1+765 aprox.	Paso elevado	Tubería Ø3"	Cruce especial
K1+800	Extremo de red	Purga Ø3"	Vaciado y lavado

Para la comprobación hidráulica se emplean diámetros internos calculados a partir de dimensiones IPS usuales y la relación RDE 21. El diámetro interno deberá confirmarse con la ficha del fabricante antes de emitir planos IFC o de construcción; una variación menor del diámetro interno no altera la conclusión hidráulica debido al bajo caudal de diseño, pero debe quedar documentada.

$$D_{int}(4") \approx 103.4 \text{ mm}$$

$$D_{int}(3") \approx 80.4 \text{ mm}$$

2.2.2 Criterio de diámetro mínimo

La normativa vigente establece para sectores rurales un diámetro interno real mínimo de 50 mm. Los diámetros internos adoptados, aproximadamente 103,4 mm y 80,4 mm, superan dicho mínimo. El diámetro de 4 pulgadas responde además a la configuración contractual y a la intención de ampliar la capacidad del corredor, mientras que el tramo final de 3 pulgadas mantiene capacidad suficiente para el caudal proyectado.

2.2.3 Perfil topográfico y profundidad de instalación

El perfil longitudinal se verificó exclusivamente entre K0+000 y K1+800. Las cotas entre K0+000 y K1+000 provienen de la tabla del levantamiento topográfico; las cotas posteriores se digitalizaron directamente del perfil vectorial del plano topográfico y se amarraron a la cota conocida en K1+000. La cota máxima del terreno dentro del tramo se presenta alrededor de K0+480, con 195,37 m, y el cruce del paso elevado se desarrolla sobre una depresión topográfica en el sector aproximado K1+730–K1+765.

Para el diseño se adopta un recubrimiento mínimo de 1,00 m medido desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno en zona rural, conforme a la reglamentación vigente. Este criterio es más restrictivo que el recubrimiento de 0,80 m recomendado en el estudio geotécnico y que la profundidad de excavación aproximada de 0,90 m indicada en un documento de proceso constructivo; por tanto, los documentos constructivos y las cantidades de excavación deberán ser conciliados con este requisito antes de ejecución.

2.2.4 Metodología de cálculo hidráulico

Dado que la red es abierta y lineal, la pérdida por fricción se calcula mediante Hazen-Williams. Para que la comprobación sea conservadora, se hace circular el QMH completo a través de cada tramo, aun cuando en operación real el caudal irá disminuyendo por las acometidas domiciliarias. En consecuencia, las pérdidas obtenidas constituyen una cota superior respecto a una distribución uniforme de demandas.

La red proyectada corresponde a una conducción lineal abierta, sin tanques intermedios, estaciones de bombeo ni elementos de regulación interna dentro del tramo analizado. En consecuencia, la verificación hidráulica se desarrolla en régimen permanente mediante la aplicación de la ecuación de energía a lo largo de la conducción, considerando las pérdidas de carga distribuidas y localizadas, las variaciones altimétricas del corredor y las condiciones de presión definidas en el punto de alimentación.

Para la evaluación se adopta, de manera conservadora, el caudal máximo horario de diseño QMHQMH circulando a lo largo de la totalidad del tramo. Este criterio genera una condición desfavorable para la estimación de pérdidas de carga y presión mínima, dado que en operación real el caudal transportado disminuye progresivamente a medida que se atienden las demandas domiciliarias.

$$h_f = 10,67 \times L \times Q^{1,852} / (C^{1,852} \times D^{4,87})$$

donde: h_f = pérdida de carga (m); L = longitud (m); Q = caudal (m^3/s); D = diámetro interno (m);

C = coeficiente Hazen-Williams.

Se adopta $C = 150$ para tubería PVC nueva.

Las pérdidas localizadas se estiman como $h_L = K \cdot V^2 / (2g)$. Debido a las velocidades reducidas del sistema, su magnitud es milimétrica. Se incorpora una reserva conservadora de 0,007 m para el conjunto de transición y accesorios principales en la verificación global.

Para efectos de análisis se consideran dos aproximaciones complementarias. La primera corresponde a una **comprobación conservadora**, en la cual el caudal máximo horario total se transporta hasta el extremo de la conducción, permitiendo establecer una envolvente superior de pérdidas por fricción.

La segunda corresponde al comportamiento operacional esperado de una red de distribución, en el cual el caudal transportado disminuye progresivamente a medida que se atienden las demandas domiciliarias. Esta condición se emplea únicamente para representar la distribución espacial del flujo y las velocidades a lo largo del sistema.

Para la verificación de presión mínima y selección hidráulica de los diámetros se adopta como condición gobernante el escenario conservador con el **QMH completo**.

2.2.5 Resultados hidráulicos de los tramos

Tramo	DN nominal	Dint (mm)	L (m)	Q (L/s)	V (m/s)	Pérdida (m)
K0+000-K1+600	4"	103.4	1600	0.593	0.071	0.106
K1+600-K1+800	3"	80.4	200	0.593	0.117	0.045
Total / reserva accesorios	-	-	1800	0.593	-	0.158

La pérdida total conservadora es de aproximadamente 0.158 m, inferior a 0,20 m. Por tanto, la selección de diámetro no está condicionada por la fricción para el caudal QMH calculado. Las velocidades máximas obtenidas son bajas (0.071 m/s en 4" y 0.117 m/s en 3"), condición esperable en una red rural con pocos usuarios y diámetros definidos por

capacidad futura, operación y estandarización. Esta condición refuerza la necesidad de contar con una purga funcional y realizar lavados periódicos.

2.2.6 Verificación de presiones - horizonte 2051

La presión en cada punto se calcula a partir de la carga piezométrica en el empalme, la diferencia de elevación del eje de la tubería y las pérdidas acumuladas. Se utilizan como puntos de control la cota máxima del trazado, las ubicaciones de válvulas y ventosas, el cambio de diámetro, el paso elevado y el extremo de la línea.

Abscisa	Cota terreno (m)	hf acum. (m)	P con 10 m.c.a.	P con 24 psi reportados
K0+000	194.37	0.000	10.00	16.88
K0+300	194.97	0.020	9.38	16.26
K0+480	195.37	0.032	8.97	15.85
K0+600	194.50	0.040	9.83	16.71
K0+900	193.91	0.060	10.40	17.28
K1+160	193.02	0.077	11.27	18.15
K1+500	191.74	0.099	12.53	19.41
K1+600	191.78	0.106	12.49	19.36
K1+700	192.18	0.131	12.05	18.93
K1+730	191.48	0.142	10.19	17.06
K1+765	192.17	0.150	10.18	17.06
K1+800	191.93	0.158	12.27	19.15

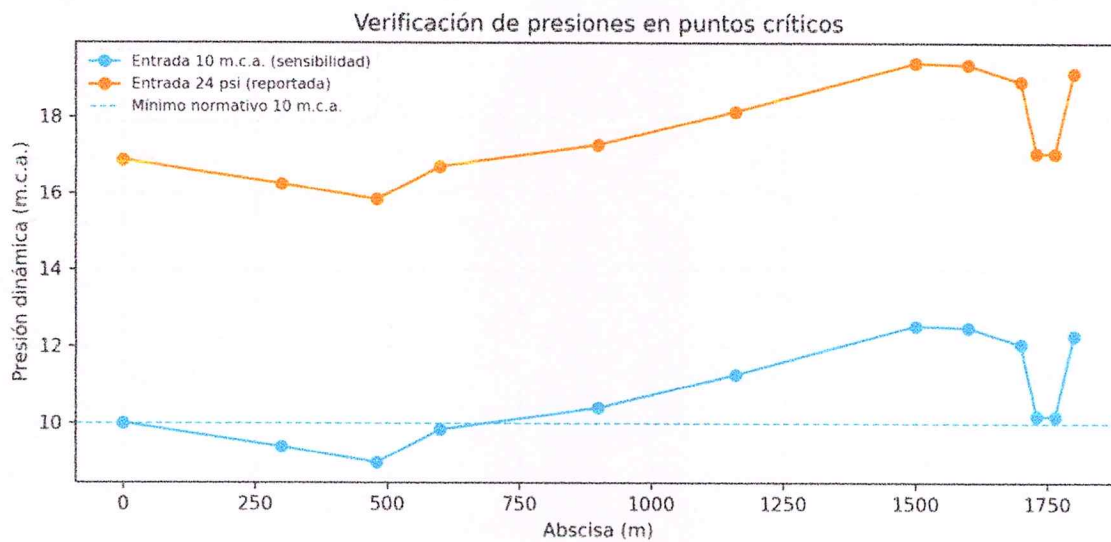


Figura 3. Comparación de presiones dinámicas en puntos críticos.

El escenario de 10 m.c.a. presenta una presión mínima aproximada de 8,97 m.c.a. en K0+480. Esta condición se explica por el ascenso del terreno respecto al punto de empalme y no por pérdidas por fricción. Además, el déficit no se limita a un punto aislado, por lo que el escenario de 10 m.c.a. no debe adoptarse como única condición de aceptación de la red.

Con la presión puntual reportada de 24 psi (16.88 m.c.a.), la presión mínima conservadora es aproximadamente 15,85 m.c.a. en K0+480 y la máxima calculada en los puntos evaluados es cercana a 19,4 m.c.a. Ambas se encuentran dentro de los límites de 10 m.c.a. mínimo dinámico y 50 m.c.a. máximo estático aplicables al proyecto.

ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO EN LAS VEREDA LA PAJUILA

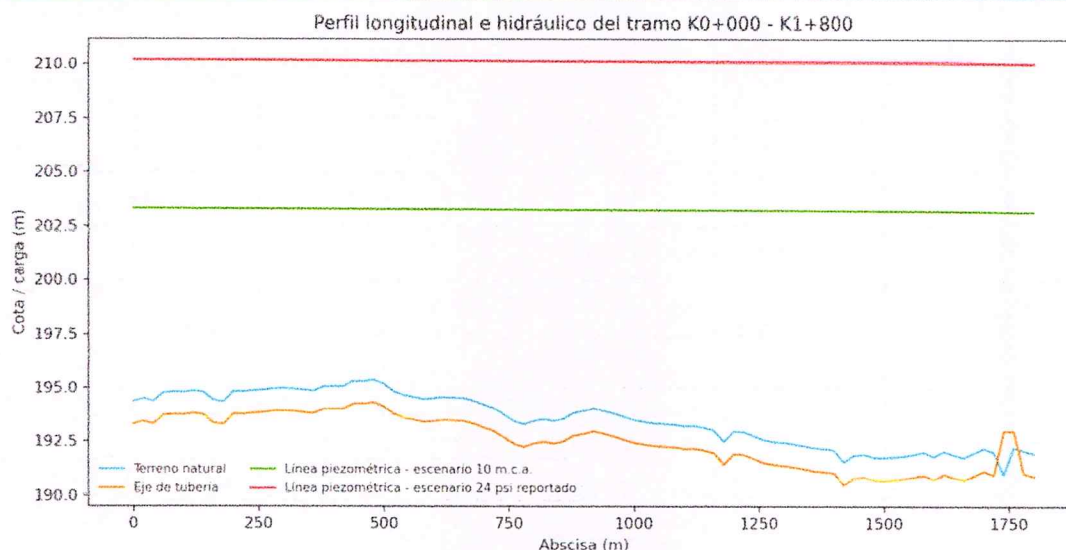


Figura 4. Perfil topográfico, eje de tubería y líneas piezométricas de comprobación.

2.2.7 Localización y disposición de válvulas y accesorios

La disposición se define con base en la topografía, la configuración lineal de la red, el presupuesto del proyecto y los artículos aplicables del RAS sobre válvulas de cierre, ventosas y purgas. Las ventosas de 1 pulgada cumplen el diámetro mínimo reglamentario de 25 mm y se distribuyen en puntos altos, cambios de tendencia y tramos de pendiente baja, manteniendo una separación operativa del orden de 300 m.

Abscisa	Elemento	Diámetro	Cant.	Función / justificación
K0+000	Yee HF	8"x4"	1	Derivación desde la red existente Ø8".
K0+000	Válvula de control de flujo HF	4"	1	Aislamiento/control al inicio de la nueva red; instalar en caja.
K0+300	Ventosa triple efecto	1"	1	Punto alto local y control de aire.
K0+600	Ventosa triple efecto	1"	1	Sector de pendiente baja; espaciamiento operativo.
K0+900	Ventosa triple efecto	1"	1	Próxima al alto local del perfil K0+920.
K1+160	Ventosa triple efecto	1"	1	Cambio de tendencia / tramo de baja pendiente.
K1+500	Ventosa triple efecto	1"	1	Sector bajo previo al cambio de diámetro y al paso especial.
K1+730-K1+765	Codos PVC presión 45°	3"	8	Accesorios asociados a aproximaciones y paso elevado, según detalle estructural/hidráulico.
K1+800	Válvula de purga / compuerta	3"	1	Lavado y vaciado del extremo de red;

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

**ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILLA**

Abscisa	Elemento	Diametro	Cant.	Función / justificación
	elástica			coincide con el diámetro del tramo final.

Las cinco ventosas, la válvula de control y la purga requieren siete cajas, cantidad coincidente con el presupuesto. La reducción 4"x3" es hidráulicamente indispensable en K1+600 y debe aparecer expresamente en el plano hidráulico y en el alcance de suministro.

Purga terminal. La purga de 3" se mantiene en K1+800 como elemento de lavado y vaciado del tramo terminal. Durante el replanteo deberá verificarse que la rasante de instalación no genere un punto bajo cerrado que impida el drenaje efectivo hacia la purga. Si la rasante constructiva final cambia, la abscisa de la purga deberá ajustarse al punto hidráulicamente más bajo del tramo final.

2.2.8 Paso elevado

El paso elevado se localiza dentro del tramo de 3 pulgadas y permite salvar una depresión/cauce del corredor sin exponer la tubería a socavación ni a una geometría de zanja inadecuada. El detalle estructural de referencia presenta un vano del orden de 25 m y elementos de soporte mediante torres, cables y péndolas. Para efectos hidráulicos, la tubería que cruza el paso debe conservar diámetro nominal de 3 pulgadas y continuidad de presión.

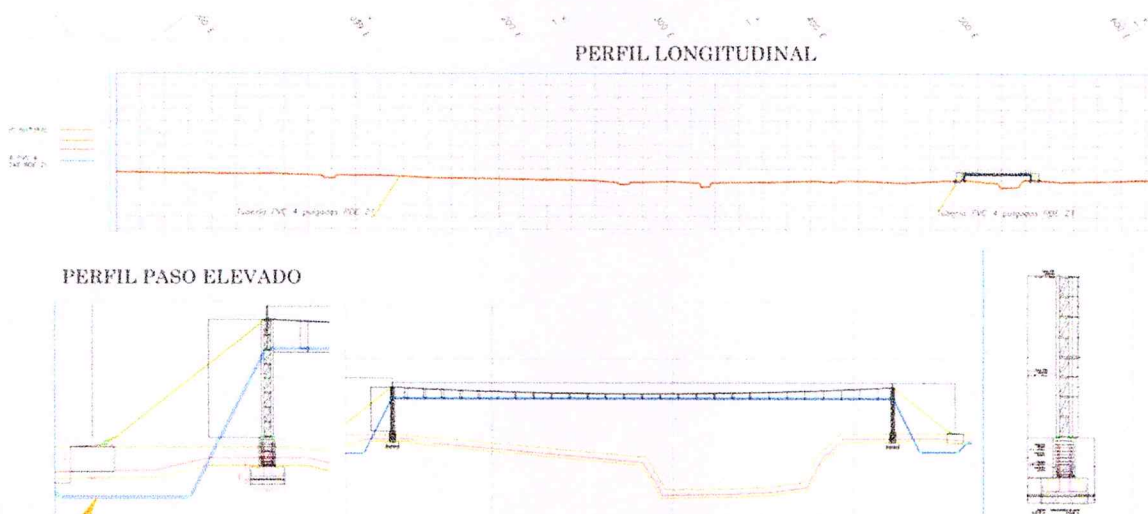


Figura 5. Contexto topográfico y perfil del paso elevado dentro del tramo final. Fuente: plano planta-perfil del proyecto.

La pérdida localizada asociada a los cambios de dirección del paso elevado es despreciable frente a la carga disponible debido a la baja velocidad en Ø3". No obstante, los codos y cambios de dirección deben contar con sujeción y anclaje conforme al diseño estructural y a las recomendaciones del fabricante. El paso elevado constituye además un punto de control de aire; su geometría deberá coordinarse con la ventosa aguas arriba más cercana para evitar bolsas de aire durante llenado y vaciado.

2.2.9 Verificación del escenario de contingencia por incendio

Como comprobación adicional se evalúa el caudal de incendio aplicable a sistemas con población de diseño inferior a 12.500 habitantes. Se adopta un caudal de 5,0 L/s como escenario independiente de contingencia. De acuerdo con la definición reglamentaria, este caudal no se suma al QMH; se verifica de manera separada para comprobar la capacidad de transporte de la conducción.

Condición de borde	Q incendio (L/s)	V Ø4" (m/s)	V Ø3" (m/s)	hf total (m)	P K1+800 (m.c.a.)	Resultado
10 m.c.a. en empalme	5.0	0.595	0.984	7.825	4.61	Capacidad limitada por la carga disponible; requiere condición real superior.
24 psi reportados	5.0	0.595	0.984	7.825	11.48	La conducción transporta 5 L/s y conserva carga residual positiva en K1+800.

Para 5,0 L/s se obtienen velocidades aproximadas de 0.595 m/s en Ø4" y 0.984 m/s en Ø3", con una pérdida por fricción total de 7.825 m. Bajo la condición puntual reportada de 24 psi, la presión residual calculada en K1+800 es aproximadamente 11.48 m.c.a. Este resultado demuestra capacidad hidráulica de la tubería para transportar el caudal de contingencia bajo dicha condición de alimentación; no constituye por sí solo verificación de cobertura contra incendios.

3. VERIFICACIÓN DE CUMPLIMIENTO Y COORDINACIÓN TÉCNICA

Criterio	Exigencia / referencia	Diseño	Estado
Período de diseño	Art. 40 - 25 años	25 años, 2026-2051	Cumple
Dotación neta máx. <1000	Art. 43 - 140 L/hab-día	140 L/hab-día	Cumple

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

**ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILLA**

Criterio	Exigencia / referencia	Diseño	Estado
m s.n.m.			
Pérdidas técnicas de diseño	Art. 44 - $\leq 25 \%$	25 %	Cumple
Caudal de red	QMH	0,593 L/s	Cumple
Diámetro mínimo rural	Art. 63 - ≥ 50 mm	103,4 mm / 80,4 mm	Cumple
Presión dinámica mínima	Art. 61 - 10 m.c.a. general	15,85 m.c.a. con 24 psi reportados	Cumple bajo condición reportada
Presión estática máxima	Art. 62 - 50 m.c.a.	<20 m.c.a. en la red analizada	Cumple
Ventosas	Art. 66 - altos/cambios; baja pendiente ≈ 300 m; $\varnothing$ mín. 25 mm	5 ventosas $\varnothing 1"$	Cumple conceptualmente
Purga	Art. 67 - puntos bajos; para DN<100 mm puede igualar DN principal	Purga terminal $\varnothing 3"$	Cumple condicionada al replanteo de rasante
Recubrimiento rural a clave	Art. 60 - 1,00 m	1,00 m adoptado	Cumple en diseño; ajustar documentos civiles
Contingencia por incendio	Arts. 57 y 70 - 5 L/s para P<12.500 hab.; escenario independiente	5 L/s; P residual K1+800 ≈ 11.48 m.c.a. con 24 psi	Capacidad de tubería verificada; hidrante/coertura por coordinar

BASE PARA EL PLANO HIDRÁULICO

El plano hidráulico deberá representar como mínimo los elementos de la tabla siguiente. Las coordenadas planas deberán obtenerse del archivo CAD/topográfico mediante replanteo de las abscisas indicadas; no se interpolan coordenadas geográficas en esta memoria para evitar introducir errores por la geometría curva del trazado.

Abscisa	Símbolo / elemento	Diámetro	Cantidad	Nota de plano
K0+000	Yee HF	8"x4"	1	Derivación desde la red existente $\varnothing 8"$.
K0+000	Válvula de control de flujo HF	4"	1	Aislamiento/control al inicio de la nueva red; instalar en caja.
K0+300	Ventosa triple efecto	1"	1	Punto alto local y control de aire.
K0+600	Ventosa triple efecto	1"	1	Sector de pendiente baja; espaciamiento operativo.
K0+900	Ventosa triple efecto	1"	1	Próxima al alto local del perfil K0+920.
K1+160	Ventosa triple efecto	1"	1	Cambio de tendencia / tramo de baja pendiente.
K1+500	Ventosa triple efecto	1"	1	Sector bajo previo al cambio de diámetro y al paso especial.

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

*ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILA*

Abscisa	Símbolo / elemento	Diámetro	Cantidad	Nota de plano
K1+730– K1+765	Codos PVC presión 45°	3"	8	Accesorios asociados a aproximaciones y paso elevado, según detalle estructural/hidráulico.
K1+800	Válvula de purga / compuerta elástica	3"	1	Lavado y vaciado del extremo de red; coincide con el diámetro del tramo final.

4. CONCLUSIONES

- La población actual adoptada para La PajUILa es de 91 habitantes, obtenida a partir de 22 familias y una relación de 4.125 habitantes por familia. Para 2051 se proyectan 132 habitantes con una tasa geométrica adoptada de 1,50 % anual.
- El caudal máximo horario de diseño de la red es QMH = 0.593 L/s. Para este caudal, las pérdidas de carga son muy reducidas: aproximadamente 0.106 m en 1.600 m de Ø4", 0.045 m en 200 m de Ø3" y menos de 0.158 m incluyendo una reserva por accesorios.
- Los diámetros internos aproximados de 103.4 mm y 80.4 mm superan el diámetro interno real mínimo de 50 mm aplicable a redes rurales y ofrecen capacidad hidráulica suficiente para la demanda proyectada.
- La topografía controla el comportamiento de presión. El punto más exigente se encuentra en el sector alto alrededor de K0+480, donde el terreno alcanza aproximadamente 195,37 m.
- Con la medición reportada de 24 psi (16.88 m.c.a.) en el punto de conexión, la presión mínima conservadora calculada es aproximadamente 15,85 m.c.a. y la máxima se mantiene alrededor de 19,4 m.c.a., por lo que la red cumple los criterios de presión considerados.
- En el escenario de contingencia de 5,0 L/s, la pérdida total calculada es 7.825 m y, con 24 psi reportados en el empalme, la presión residual estimada en K1+800 es 11.48 m.c.a. La capacidad hidráulica de la conducción resulta suficiente para transportar dicho caudal bajo esa condición de borde; la cobertura de incendio y la eventual instalación de hidrante requieren coordinación específica.
- La red debe iniciar mediante Yee HF 8"x4", continuar en 4" hasta K1+600 y continuar en 3" hasta K1+800. El paso elevado se integra al tramo de 3".
- La configuración de válvulas queda definida con una válvula de control de flujo de 4" en K0+000, cinco ventosas de 1" en K0+300, K0+600, K0+900, K1+160 y K1+500, y

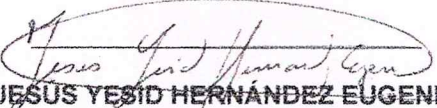
una purga de 3" en el extremo K1+800, sujeta a confirmación de la rasante final durante replanteo.

- El criterio de recubrimiento adoptado para la tubería enterrada es 1,00 m a la clave en zona rural. Los documentos de proceso constructivo, geotecnia y cantidades deberán coordinarse con esta condición antes de la ejecución.

6. REFERENCIAS TÉCNICAS Y DOCUMENTALES

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Resolución 0330 de 2017 - Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Resolución 0799 de 2021, por la cual se modifica la Resolución 0330 de 2017.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Resolución 0908 de 2021, corrección de errores formales de la Resolución 0799 de 2021.
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Texto compilado de la Resolución 0330 de 2017 con las modificaciones introducidas por la Resolución 0799 de 2021, consultado para los artículos 40, 43, 44, 57, 60, 61, 62, 63, 66, 67 y 70.
- Municipio de Saravena. Informe de diagnóstico del proyecto "Ampliación y optimización de las redes de acueducto vereda La Pajuila".
- Municipio de Saravena. Especificaciones técnicas y proceso constructivo del proyecto.
- Municipio de Saravena. Presupuesto y memorias de cálculo del proyecto.
- Plano de levantamiento planta y perfil de la red de acueducto La Pajuila, marzo de 2026.
- Estudio de suelos y geotécnico para instalación de tubería, marzo de 2026.
- Estudio de suelos y geotécnico para paso elevado, marzo de 2026.

Planos de referencia del paso elevado suministrados para el proyecto.


JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
CC N° 88.235.784 expedido en Cúcuta
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER EN INGENIERIA AREA CIVIL
ENFASIS EN RECURSOS HÍDRICOS
Telf.: 3013371804

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

ANEXO A. RESULTADOS DE MODELACIÓN HIDRÁULICA

Network Table - Links					
Link ID	Diameter mm	Roughness mm	Flow LPS	Velocity m/s	Status
Pipe 1	100	0.001	0.59	0.07	Open
Pipe 2	100	0.001	0.56	0.07	Open
Pipe 3	100	0.001	0.52	0.06	Open
Pipe 4	100	0.001	0.48	0.06	Open
Pipe 5	100	0.001	0.44	0.05	Open
Pipe 6	100	0.001	0.41	0.05	Open
Pipe 7	100	0.001	0.37	0.04	Open
Pipe 8	100	0.001	0.33	0.04	Open
Pipe 9	100	0.001	0.30	0.04	Open
Pipe 10	100	0.001	0.26	0.03	Open
Pipe 11	100	0.001	0.22	0.03	Open
Pipe 12	100	0.001	0.19	0.02	Open
Pipe 13	100	0.001	0.15	0.02	Open
Pipe 14	100	0.001	0.11	0.01	Open
Pipe 15	75	0.001	0.07	0.01	Open
Pipe 16	75	0.001	0.04	0.01	Open

Resultados modelación la pajuilla

ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILA

ANEXO B. PERFIL TOPOGRÁFICO E HIDRÁULICO DETALLADO

Abscisa	Terreno	Eje tub.	Dint mm	hf acum.	P 10 mca	P 24 psi
K0+000	194.37	193.32	103.4	0.000	10.00	16.88
K0+020	194.49	193.44	103.4	0.001	9.88	16.76
K0+040	194.36	193.31	103.4	0.003	10.01	16.89
K0+060	194.78	193.71	103.4	0.004	9.61	16.48
K0+080	194.80	193.75	103.4	0.005	9.56	16.44
K0+100	194.79	193.74	103.4	0.007	9.57	16.45
K0+120	194.86	193.81	103.4	0.008	9.50	16.38
K0+140	194.79	193.74	103.4	0.009	9.57	16.45
K0+160	194.41	193.38	103.4	0.011	9.95	16.83
K0+180	194.35	193.30	103.4	0.012	10.01	16.89
K0+200	194.83	193.78	103.4	0.013	9.53	16.40
K0+220	194.82	193.77	103.4	0.015	9.54	16.41
K0+240	194.86	193.81	103.4	0.016	9.49	16.37
K0+260	194.90	193.85	103.4	0.017	9.45	16.33
K0+280	194.96	193.91	103.4	0.019	9.39	16.27
K0+300	194.97	193.92	103.4	0.020	9.38	16.26
K0+320	194.94	193.89	103.4	0.021	9.41	16.29
K0+340	194.90	193.85	103.4	0.023	9.45	16.33
K0+360	194.85	193.80	103.4	0.024	9.50	16.37
K0+380	195.05	194.00	103.4	0.025	9.29	16.17
K0+400	195.06	194.01	103.4	0.026	9.28	16.16
K0+420	195.07	194.02	103.4	0.028	9.27	16.15
K0+440	195.31	194.26	103.4	0.029	9.03	15.91
K0+460	195.30	194.25	103.4	0.030	9.04	15.92
K0+480	195.37	194.32	103.4	0.032	8.97	15.85
K0+500	195.17	194.12	103.4	0.033	9.17	16.04
K0+520	194.82	193.77	103.4	0.034	9.52	16.39
K0+540	194.65	193.60	103.4	0.036	9.68	16.56
K0+560	194.56	193.51	103.4	0.037	9.77	16.65
K0+580	194.46	193.41	103.4	0.038	9.87	16.75
K0+600	194.50	193.45	103.4	0.040	9.83	16.71
K0+620	194.55	193.50	103.4	0.041	9.78	16.66
K0+640	194.53	193.48	103.4	0.042	9.80	16.68

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

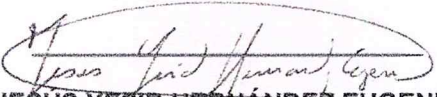
**ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILLA**

Abscisa	Terreno	Eje tub.	Dint mm	hf acum	P 10 mca	P 24 psi
K0+680	194.51	193.46	103.4	0.044	9.82	16.69
K0+680	194.38	193.33	103.4	0.045	9.94	16.82
K0+700	194.21	193.16	103.4	0.046	10.11	16.99
K0+720	194.04	192.99	103.4	0.048	10.28	17.16
K0+740	193.75	192.70	103.4	0.049	10.57	17.45
K0+760	193.45	192.40	103.4	0.050	10.87	17.75
K0+780	193.29	192.24	103.4	0.052	11.03	17.91
K0+800	193.45	192.40	103.4	0.053	10.87	17.75
K0+820	193.53	192.48	103.4	0.054	10.79	17.66
K0+840	193.45	192.40	103.4	0.056	10.86	17.74
K0+860	193.66	192.60	103.4	0.057	10.76	17.64
K0+880	193.82	192.77	103.4	0.058	10.49	17.37
K0+900	193.91	192.86	103.4	0.060	10.40	17.28
K0+920	194.03	192.98	103.4	0.061	10.28	17.16
K0+940	193.92	192.87	103.4	0.062	10.38	17.27
K0+960	193.79	192.74	103.4	0.064	10.52	17.39
K0+980	193.64	192.59	103.4	0.065	10.67	17.54
K1+000	193.49	192.44	103.4	0.066	10.81	17.69
K1+020	193.41	192.36	103.4	0.068	10.89	17.77
K1+040	193.34	192.29	103.4	0.069	10.96	17.84
K1+060	193.31	192.26	103.4	0.070	10.98	17.86
K1+080	193.29	192.24	103.4	0.072	11.01	17.89
K1+100	193.21	192.16	103.4	0.073	11.09	17.97
K1+120	193.22	192.17	103.4	0.074	11.07	17.95
K1+140	193.14	192.09	103.4	0.075	11.15	18.03
K1+160	193.02	191.97	103.4	0.077	11.27	18.15
K1+180	192.49	191.44	103.4	0.078	11.60	18.68
K1+200	192.96	191.91	103.4	0.079	11.33	18.21
K1+220	192.94	191.89	103.4	0.081	11.35	18.23
K1+240	192.76	191.70	103.4	0.082	11.53	18.41
K1+260	192.57	191.52	103.4	0.083	11.72	18.59
K1+280	192.48	191.42	103.4	0.085	11.81	18.69
K1+300	192.43	191.38	103.4	0.086	11.85	18.73
K1+320	192.37	191.32	103.4	0.087	11.91	18.79
K1+340	192.29	191.24	103.4	0.089	11.99	18.87
K1+360	192.19	191.14	103.4	0.090	12.09	18.96

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

**ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS PARA CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO
EN LAS VEREDA LA PAJUILA**

Abscisa	Terreno	Eje tub.	Dint mm	hf acum.	P 10 mca	P 24 psi
K1+380	192.16	191.11	103.4	0.091	12.12	19.00
K1+400	192.09	191.04	103.4	0.093	12.18	19.06
K1+420	191.54	190.49	103.4	0.094	12.74	19.62
K1+440	191.94	190.79	103.4	0.095	12.43	19.31
K1+460	191.90	190.84	103.4	0.097	12.38	19.26
K1+480	191.76	190.70	103.4	0.098	12.52	19.39
K1+500	191.74	190.68	103.4	0.099	12.53	19.41
K1+520	191.77	190.72	103.4	0.101	12.50	19.38
K1+540	191.81	190.76	103.4	0.102	12.46	19.34
K1+560	191.88	190.84	103.4	0.103	12.37	19.25
K1+580	191.99	190.94	103.4	0.105	12.27	19.16
K1+600	191.78	190.73	103.4	0.106	12.49	19.36
K1+620	192.03	190.98	80.4	0.113	12.22	19.10
K1+640	191.88	190.84	80.4	0.118	12.37	19.24
K1+660	191.74	190.70	80.4	0.122	12.46	19.37
K1+680	191.96	190.92	80.4	0.127	12.27	19.15
K1+700	192.18	191.14	80.4	0.131	12.05	18.93
K1+720	192.00	190.95	80.4	0.136	12.23	19.11
K1+740	190.96	192.99	80.4	0.144	10.18	17.06
K1+760	192.21	192.99	80.4	0.149	10.18	17.06
K1+780	192.07	191.03	80.4	0.153	12.14	19.01
K1+800	191.93	190.89	80.4	0.158	12.27	19.15


JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
 CC N° 88.235.784 expedido en Cúcuta
 ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
 MAGISTER EN INGENIERIA AREA CIVIL
 ENFASIS EN RECURSOS HÍDRICOS
 Telf.: 3013371804

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
 ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
 MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

ANEXO C. ESPECIFICACIONES

DESCRIPCIÓN

sta especificación se refiere a las actividades de suministro, transporte, almacenamiento, manejo e instalación de tuberías, accesorios y elementos hidráulicos requeridos para la ampliación y optimización de la red de acueducto de la vereda La Pajuilla, de acuerdo con los diámetros, alineamientos, cotas, abscisas y condiciones establecidas en el diseño hidráulico y en los planos del proyecto.

La red proyectada comprende la instalación de **1.600 m de tubería PVC presión RDE 21 de 4 pulgadas** y **200 m de tubería PVC presión RDE 21 de 3 pulgadas**, incluyendo los accesorios necesarios para garantizar la continuidad hidráulica del sistema. La conexión a la red existente se realizará mediante una **Yee de hierro fundido de 8" x 4"**, complementada con los elementos de control, aireación y purga definidos en el diseño hidráulico.

La tubería y los accesorios deberán ser aptos para conducción de agua a presión y cumplir con las especificaciones de calidad exigidas para este tipo de sistema. Las superficies interiores deberán ser lisas, uniformes y libres de defectos que puedan afectar la capacidad hidráulica, la resistencia estructural o la estanqueidad de la conducción.

Los tubos y accesorios deberán inspeccionarse antes de su instalación. Los elementos que presenten fisuras, deformaciones, golpes, daños en las campanas, deterioro de empaques o cualquier defecto que comprometa su funcionamiento deberán ser retirados y sustituidos.

Los procedimientos de transporte, almacenamiento, manipulación e instalación deberán ejecutarse de manera que no se generen esfuerzos, impactos o deformaciones que puedan afectar la integridad de la tubería.

NORMAS GENERALES PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS

La instalación de las tuberías se realizará de acuerdo con el trazado, alineamiento, profundidad y pendientes establecidos en el diseño hidráulico, el levantamiento topográfico y los planos del proyecto.

La tubería PVC RDE 21 utilizada en la red deberá cumplir con las normas técnicas aplicables al producto y con los certificados de calidad correspondientes. De acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto, para las tuberías PVC se deberá acreditar el cumplimiento de las **NTC 3721 y NTC 3722**, y para los accesorios se atenderán las recomendaciones del fabricante y las normas técnicas aplicables.

La instalación deberá garantizar:

- apoyo continuo de la tubería;
- correcta alineación horizontal y vertical;
- conservación del diámetro y sección útil;
- ejecución adecuada de las uniones;
- ausencia de esfuerzos localizados;
- protección frente a materiales gruesos o elementos cortantes;
- estabilidad de la tubería durante el relleno y compactación;
- continuidad hidráulica del sistema.

CIMENTACIÓN DE LAS TUBERÍAS

La tubería deberá instalarse sobre una superficie limpia, estable, uniforme y adecuadamente preparada.

El fondo de la zanja deberá estar libre de material orgánico, raíces, piedras, escombros, material suelto, suelo saturado o cualquier elemento capaz de producir esfuerzos puntuales sobre la tubería.

Se dispondrá una cama de apoyo de arena limpia o material granular fino seleccionado, con espesor mínimo de 0,10 m, debidamente extendida, nivelada y conformada antes de la colocación de la tubería. Esta condición coincide con las recomendaciones geotécnicas establecidas para el corredor.

La cama deberá permitir el apoyo continuo de la generatriz inferior de la tubería, evitando la formación de vacíos o puntos rígidos.

Cuando durante la excavación se identifiquen sectores con suelo blando, saturado, material orgánico, rellenos no controlados o condiciones diferentes a las previstas, deberá retirarse el material inadecuado y conformarse una superficie de apoyo estable antes de continuar con la instalación.

En presencia de agua acumulada dentro de la excavación, esta deberá evacuarse antes de colocar la cama de apoyo y la tubería.

INSTALACIÓN DE TUBERÍA

Antes de iniciar la instalación se verificará que la excavación cumpla con las dimensiones, niveles y condiciones requeridas para recibir la tubería.

Los tubos deberán limpiarse previamente, verificando especialmente el estado de las campanas, espigos, empaques y superficies de unión.

La tubería se instalará siguiendo la alineación y las cotas establecidas en el diseño hidráulico, garantizando continuidad en el trazado y evitando deformaciones, desplazamientos o esfuerzos indebidos durante su colocación.

El tramo comprendido entre **K0+000 y K1+600** estará conformado por tubería PVC presión RDE 21 de **4 pulgadas**, mientras que entre **K1+600 y K1+800** se instalará tubería PVC presión RDE 21 de **3 pulgadas**.

La transición entre ambos diámetros deberá ejecutarse mediante el accesorio correspondiente y quedar debidamente representada en el plano hidráulico.

En el sector correspondiente al paso elevado, la conducción conservará diámetro nominal de **3 pulgadas**, disponiendo los accesorios, codos, abrazaderas y elementos de soporte requeridos por el diseño hidráulico y estructural. El proyecto contempla abrazaderas específicas para tubería PVC RDE 21 de 3" y codos PVC presión de 45°.

JUNTAS DE LAS TUBERÍAS

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

Las uniones serán las especificadas por el fabricante de la tubería y deberán ejecutarse siguiendo estrictamente sus procedimientos de instalación.

Cuando se utilicen uniones con campana y empaque elastomérico, las superficies deberán encontrarse limpias, libres de arena, tierra, grasa u otros materiales que puedan afectar el sello.

Los lubricantes utilizados deberán ser compatibles con los empaques y con la tubería PVC y deberán corresponder a los recomendados por el fabricante.

No deberán utilizarse sustancias derivadas del petróleo ni productos que puedan deteriorar los empaques o afectar las características del material.

Las uniones deberán quedar completamente acopladas, alineadas y herméticas.

Para la conexión de accesorios de hierro fundido deberán emplearse los elementos de unión requeridos para garantizar la compatibilidad entre materiales y la estanqueidad de la red. En particular, la conexión inicial contempla una Yee HF 8" x 4" con los elementos de acople correspondientes.

NIVELACIÓN

Antes de proceder con el lleno de las zanjas, la nivelación de todos los tramos de tubería instalados será revisada con comisiones de topografía, dejando registro de los levantamientos realizados.

Antes de proceder con el relleno definitivo de las zanjas se verificará mediante control topográfico la posición horizontal y vertical de la tubería instalada.

La verificación deberá comprobar el cumplimiento del alineamiento, abscisado, profundidad de instalación y recubrimiento establecidos en el diseño. Especial atención deberá prestarse a los puntos correspondientes a cambios de pendiente, válvulas, ventosas, reducción de diámetro, paso elevado y purga terminal.

Cualquier diferencia respecto a las cotas previstas que pueda modificar la localización de un punto alto o bajo hidráulico deberá ser evaluada antes de ejecutar el relleno definitivo.

LLENO DE LAS ZANJAS

El lleno de la zanja se podrá iniciar sólo cuando la Interventoría lo autorice con base en la revisión de la nivelación y la cimentación. Se ejecutará conforme a lo indicado en la especificación NEGC 204. La utilización de equipo mecánico para la compactación de los llenos sólo se permitirá una vez se haya alcanzado una altura de 0,30 m sobre la clave de la tubería. Por debajo de este nivel se utilizarán pisones manuales.

El lleno de las zanjass se hará simultáneamente a ambos lados de las tuberías, de tal manera que no se produzca desequilibrio en las presiones laterales.

PRUEBA HIDRÁULICA DE PRESIÓN Y ESTANQUEIDAD

Una vez terminada la instalación de cada tramo y antes de su puesta en servicio, se realizará una prueba hidráulica destinada a verificar la integridad y estanqueidad de las tuberías, uniones, válvulas y accesorios que conforman la red.

Previamente a la prueba, la conducción deberá llenarse de manera gradual, permitiendo la adecuada evacuación del aire a través de las ventosas y demás puntos previstos para este propósito. Durante el llenado se verificará que los accesorios, válvulas, reducciones, codos y elementos de anclaje se encuentren correctamente instalados y asegurados.

La prueba se realizará por tramos técnicamente manejables y deberá comprobar que no existan fugas visibles, desplazamientos, deformaciones o pérdidas de presión atribuibles a defectos de instalación.

La presión, duración y criterios específicos de aceptación de la prueba deberán corresponder a la clase de tubería instalada, las recomendaciones del fabricante, la normativa técnica aplicable y el procedimiento aprobado para la ejecución de la obra. Cuando se detecten pérdidas, fugas o fallas en uniones y accesorios, estas deberán corregirse antes de repetir la prueba y autorizar la entrada en operación del tramo.

LAVADO Y DESINFECCIÓN

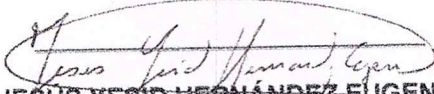
Una vez superadas satisfactoriamente las pruebas hidráulicas, la conducción deberá ser sometida a lavado con agua limpia hasta retirar sedimentos, residuos y materiales extraños que hayan podido ingresar durante su instalación.

Previamente a la puesta en servicio se efectuará la desinfección de la tubería conforme al procedimiento técnico aplicable para redes de distribución de agua potable. Finalizada la desinfección, la red deberá enjuagarse hasta alcanzar las condiciones requeridas para su conexión al sistema de abastecimiento.

PUESTA EN SERVICIO

El llenado definitivo de la conducción deberá realizarse de manera gradual, permitiendo la expulsión controlada del aire mediante las ventosas instaladas. Durante esta operación se verificará el funcionamiento de la válvula de control, las ventosas, la purga terminal y los demás accesorios que conforman la red.

La puesta en servicio procederá únicamente después de haberse verificado satisfactoriamente la instalación, las pruebas hidráulicas, el lavado y la desinfección de la conducción.


JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
CC N° 88.235.784 expedido en Cúcuta
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER EN INGENIERIA AREA CIVIL
ENFASIS EN RECURSOS HÍDRICOS
Telf.: 3013371804

JESÚS YESID HERNÁNDEZ EUGENIO
ING CIVIL MP 54202-098020 NTS
MAGISTER RECURSOS HÍDRICOS

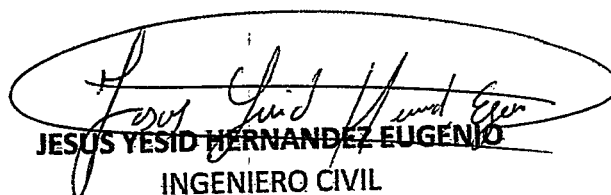
MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JESUS YESID HERNANDEZ EUGENIO**, identificado con CC. 88.235.784 de Cucuta N.S, con Matricula Profesional No. 54202-098020 del CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA, en mi condición de **INGENIERO CIVIL** declaro por medio del presente memorial, que realicé los ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS, del proyecto de inversión que tiene por objeto **"AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA LA PAJUILA EN EL MUNICIPIO DE SARAVERA DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**, de acuerdo a la normatividad aplicable vigente y mi idoneidad profesional.

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

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

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


JESUS YESID HERNANDEZ EUGENIO
INGENIERO CIVIL
Matricula Profesional No. 54202-098020

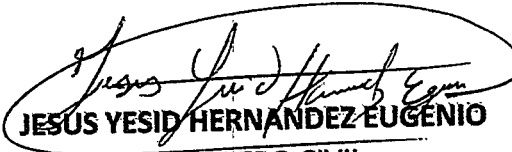
MEMORIAL DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **JESUS YESID HERNANDEZ EUGENIO**, identificado con CC. 88.235.784 de Cúcuta N.S, con Matricula Profesional No. 54202-098020 del CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA, en mi condición de **INGENIERO CIVIL** declaro por medio del presente memorial, que realicé el ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDRAULICOS, del proyecto de inversión que tiene por objeto "AMPLIACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LAS REDES DE ACUEDUCTO VEREDA LA PAJUILA EN EL MUNICIPIO DE SARAVERA DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Manifiesto ceder plenamente los derechos de los mismos a la Alcaldía de Saravena", por término indefinido a partir de la fecha de la firma del presente memorial de cesión de derechos.

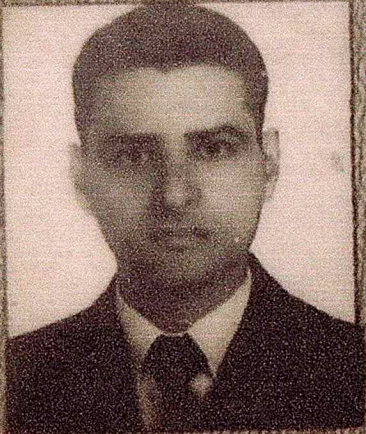
Anexo copia de mi matricula profesional, certificado de vigencia de la misma y cedula de ciudadanía.

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


JESUS YESID HERNANDEZ EUGENIO
INGENIERO CIVIL

Matricula Profesional No. 54202-098020

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
Y SUS PROFESIONES AUXILIARES



MATRICULA No. 54202098020NTS
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 24/04/2003
HERNANDEZ EUGENIO
JESUS YESID
C.C. 88235784
UNIVERSIDAD FRANCISCO
DE PAULA SANTANDER

Eugenio Hernández
PRESIDENTE DEL CONSEJO

PRISA S.A. 05/03-25601

Esta tarjeta es un documento público que autoriza a su titular para ejercer la profesión de Ingeniero dentro de los parámetros establecidos en la Ley 64/78, y el Decreto Reglamentario 2500/87, de acuerdo con los cuales se expide.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA.

Cra. 7 No. 64 - 19 Tel. 2498138 Bogotá D.C.



República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional
y en su nombre

La Universidad Francisco de Paula Sanlander

En su sede en la ciudad de Bogotá, D.C., el día 14 de Marzo de 2003

Confiere el Título de
Ingeniero Civil

A

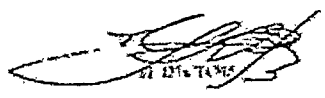
Señor David Hernández Eugenio

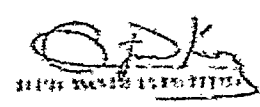
C.C. No. 85.235.754 expedido en Cúcuta, C.D. S.S.

Quien cumplió satisfactoriamente con los requisitos académicos exigidos.
En testimonio de ello otorga el presente

DIPLOMA

Expedido en la ciudad de Cúcuta, a 14 de Marzo de 2003


Rectora


Decano

LIBRO 25

FOLIO 19553

PÁGINA 0050

LIBRO 14565

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

BOGOTÁ D.C.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

El Consejo Directivo y el Rector de la Universidad de los Andes
con las debidas autorizaciones legales y teniendo en cuenta que

Jesús Jesid Hernández Eugenio
C.C. 88'235.784

ha cumplido con los requisitos académicos exigidos por la Universidad, le otorgan, con
los derechos y obligaciones correspondientes, el diploma de

Magister en Ingeniería
Area Civil



El Presidente del Consejo Directivo

El Rector

El Decano de la Facultad

La Secretaría General

REGISTRADO
LIBRO 12 FOLIO 52

25585

Bogotá D.C., 30 de junio de 2006
P.J. Resolución N° 28 del 23 de febrero de 1949 del Ministerio de Justicia

