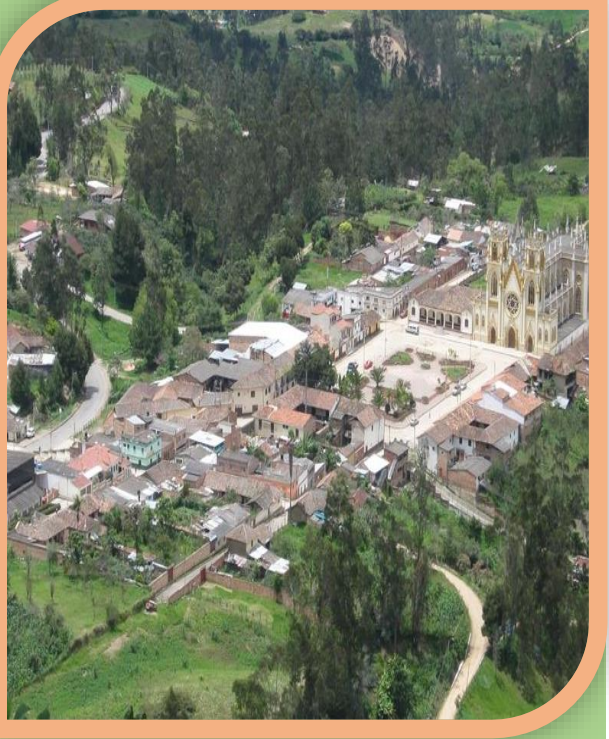
2026

DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO ACUEDUCTO BUENAVISTA DE LA VEREDA LA HUERTA DEL MUNICIPIO DE BOYACA





1-1-2026

ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO BUENAVISTA DE LA VEREDA HUERTA GRANDE DEL MUNICIPIO DE BOYACÁ,



RAFAEL ANTONIO SORA CAMARGO
Alcalde
MUNICIPIO DE BOYACÁ -BOYACA

AÑO-2026

EVALUACIÓN TECNICA Y ECONOMICA ACUEDUCTO BUENAVISTA DE LA VEREDA HUERTA GRANDE DEL MUNICIPIO DE BOYACÁ-BOYACÁ

INTRODUCCIÓN

Garantizar el acceso al agua potable en las zonas rurales del municipio de Boyacá-Boyacá, constituye una de las principales prioridades de la administración municipal, en cumplimiento de los principios de equidad, salud pública y derecho fundamental al agua. En este contexto, se elabora el presente documento técnico con el propósito de definir y sustentar las acciones necesarias para fortalecer la prestación del servicio de abastecimiento de agua potable, contribuyendo al mejoramiento de las condiciones de saneamiento básico y de la calidad de vida de la población beneficiaria.

El estudio se orienta a evaluar las condiciones actuales de los sistemas de acueducto rural del municipio de Boyacá-Boyacá que son objeto de vigilancia por parte de la Secretaría de Salud de Boyacá y que, en la actualidad, no disponen de infraestructura adecuada para el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Esta situación representa un riesgo para la calidad del recurso suministrado y limita el cumplimiento de los parámetros establecidos en la normatividad sanitaria vigente.

Con base en el diagnóstico realizado, se presentan alternativas técnicas para la optimización de los sistemas de abastecimiento, enfocadas en la implementación de soluciones que permitan garantizar la potabilización del agua y el cumplimiento de los requisitos exigidos por la Secretaría de Salud de Boyacá. De esta manera, se busca asegurar la prestación de un servicio continuo, eficiente y con condiciones adecuadas de calidad para la comunidad beneficiaria.

2. JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente documento tiene como finalidad identificar y evaluar las deficiencias constructivas, operativas y de mantenimiento que presentan los sistemas de tratamiento de los acueductos rurales del municipio de Boyacá-Boyacá, las cuales afectan la eficiencia de los procesos de potabilización y el cumplimiento de los requisitos técnicos y sanitarios establecidos por la Secretaría de Salud de Boyacá. Como consecuencia de estas condiciones, algunos sistemas registran índices de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) clasificados en nivel riesgo alto, por lo que el agua suministrada no es apta para el consumo humano.

En este contexto, se desarrolla un diagnóstico integral de la infraestructura existente de los sistemas de abastecimiento de agua rural, evaluando el estado de sus componentes, las condiciones de operación y mantenimiento, así como las necesidades de optimización de cada sistema. Este diagnóstico constituye la línea base del componente de agua potable en el sector rural y se convierte en una herramienta técnica para la priorización y planificación de futuras intervenciones que permitan mejorar la calidad del servicio y garantizar el suministro de agua apta para el consumo humano.

Como caso de estudio se selecciona el acueducto rural Buenavista, el cual actualmente abastece a la población con agua que no recibe tratamiento de potabilización y presenta condiciones de riesgo para la salud de los usuarios. A partir del diagnóstico realizado, se formula el diseño hidráulico de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), conforme a los criterios y especificaciones técnicas establecidas en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), con el propósito de implementar una solución que garantice el cumplimiento de los estándares de calidad del agua y contribuya al mejoramiento de las condiciones sanitarias de la comunidad beneficiaria.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar técnicamente la infraestructura de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) del acueducto rural Buenavista, ubicado en el municipio de Boyacá, Boyacá, con el fin de identificar las condiciones que generan incumplimientos frente a los criterios establecidos en la inspección sanitaria realizada por la Secretaría de Salud

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer las características de infraestructura y funcionamiento de los sistemas de tratamiento de los acueductos.
- Realizar un diagnóstico del funcionamiento actual del sistema de acueducto Buenavista del municipio Boyacá-Boyacá.

4. INFORME DEL ESTADO ACTUAL DE CALIDAD DE AGUA DEL ACUEDUCTO RURAL BUENAVISTA DEL MUNICIPIO DE BOYACÁ-BOYACÁ

4.1. ACUEDUCTO BUENAVISTA.

ACUEDUCTO	VEREDA	USUARIOS	TIPO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO
ACUEDUCTO RURAL BUENAVISTA	HUERTA GRANDE	296	No cuenta con tratamiento.

4.2. REPORTE DE ANALISIS FISICOQUIMICOS

ServiQuimicos eu
Análisis de aguas residuales, potables, crudas y de uso recreacional
Venta de reactivos químicos en general
Equipos y vidriería para laboratorio en general
NIT. 826.002.964-0

Sogamoso; 11 de agosto de 2026

Proceso: Gestión de Laboratorio
Fecha de versión: 2021-07-01
Versión: 03
Código: GL-FT-13

REPORTE DE RESULTADOS

Reporte No.: 0616-2026

1. INFORMACION DEL CLIENTE	
Nombre / Razón Social: ACUEDUCTO BUENAVISTA BOYACA BOYACA	
Nit o CC: N/E	
Nombre del Contacto: ALCALDIA DE BOYACÁ-BOYACÁ	
Dirección: Cra 4 N° 4-36	Ciudad: MUNICIPIO DE BOYACÁ
Teléfono: 3105601860	Email: N/E
Cotización No.: CESQL-0045-2026	

2. INFORMACION DEL RECOLECTOR	
Nombre: MUNICIPIO DE BOYACA	
No. 800023383-7	Teléfono:

3. LOCALIZACIÓN SITIO DE MUESTREO
Departamento: BOYACA
Ciudad / Municipio: BOYACA BOYACA
Vereda / Barrio: VEREDA HUERTA GRANDE
Dirección: VEREDA HUERTA GRANDE
Coordenadas: N/E

4. OBSERVACIONES DEL CLIENTE O RECOLECTOR
Uso destinado para el agua: Agua para consumo humano.

5. INFORMACION DE LA MUESTRA	
No. Muestra: 0616-2026	
Nombre de la Fuente: POZO PROFUNDO ACUEDUCTO BUENAVISTA	
Sitio de Toma: POZO	
Fecha de Toma: 2026-08-04	Hora: 3:00 PM
Clasificación de la Muestra: AGUA CRUDA	
Tipo de Muestreo: PUNTUAL O SIMPLE	
Análisis Solicitado: FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO	
Plan de Muestreo: CLIENTE	
Procedimiento de Muestreo: N/E	
Condiciones Ambientales: N/E	

6. RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	
Fecha de recepción: 2026-08-05	Hora: 8:00 AM

7. DESVIACIONES PRESENTADAS DURANTE EL MUESTREO O EN EL ANALISIS
NINGUNA

8. RESULTADOS

8.1 FISICOQUÍMICOS

Fecha de Análisis	PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO ANALÍTICO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	VALORES Ref: Resolución 2115/07
2026-08-05	PH	UNIDADES	ELECTROMÉTRICO	SM 4500 - H+ B	6.50	± 0.5	6,5 - 9,0
2026-08-05	ALCALINIDAD TOTAL	mg CaCO3/L	TITULOMÉTRICO - VOLUMETRICO	SM 2320 - B	26.66	±2.1	200
2026-08-05	CALCIO	mg Ca/L	TITULOMÉTRICO - EDTA	SM 3500 - Ca B	13.67	±1.1	60
2026-08-05	CLORUROS	mg Cl-/L	TITULOMÉTRICO - ARGENTOMÉTRICO	SM 4500 - Cl- G	9	N/A	250
2026-08-05	COLOR APARENTE	UPC	FOTOMÉTRICO	HAZEN 137-138	10	± 7.50	15
2026-08-05	CONDUCTIVIDAD	µSicm	ELECTROMÉTRICO	SM 2510 - B	53.5	N/A	1000
2026-08-05	DUREZA TOTAL	mg CaCO3/L	TITULOMÉTRICO - EDTA	SM 2340 - C	47.94	±3.8	300
2026-08-05	FOSFATOS	mg PO4 3-/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 4500 PO4 E	0.45	±0.0	0.5

Carrera 9A No. 16 - 01 Esquina Tel.: (87) 729 700 Telefax: (87) 718 586 Sogamoso (Boyacá)
E-mail: serviquimicos_eu@yahoo.es

ServiQuimicos E.U.
Análisis de aguas residuales, potables, crudas y de uso recreacional
Venta de reactivos químicos en general
Equipos y vidriería para laboratorio en general
NIT. 826.002.964-0

Sogamoso; 11 de Agosto de 2026

Proceso: Gestión de Laboratorio
Fecha de versión: 2021-07-01
Versión: 03
Código: GL-FT-13

REPORTE DE RESULTADOS

Reporte No.: 0616-2026

8.1 FISICOQUÍMICOS

Fecha de Análisis	PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO ANALÍTICO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	VALORES Ref: Resolución 2115/07
2026-08-05	HIERRO TOTAL	mg Fe/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 3500-Fe B.	0.183	±0.007	0.3
2026-08-05	MAGNESIO	mg Mg/L	CÁLCULO	SM 3500 - Mg. B	3.35	NA	36
2026-08-05	NITRATOS	mg NO3-/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 4500-NO3 B	2.207	±0.177	10
2026-08-05	NITRITOS	mg NO2-/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 4500-NO2-	0.027	±0.001	0.1
2026-08-05	SULFATOS	mg SO42-/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	HACH 8051	< 10	NA	250
2026-08-05	TURBIEDAD	UNT	NEFELOMÉTRICO	SM 2130 - B	1.80	NA	2

8.2 MICROBIOLOGICOS

Fecha de Análisis	PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO ANALÍTICO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	VALORES Ref: Resolución 2115/07
2026-08-05 A 2026-08-06	COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	SM 9222 - B	340	NA	0 UFC/100 mL
2026-08-05 A 2026-08-06	*Escherichia coli*	UFC/100 mL	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	SM 9222 - D	10	NA	0 UFC/100 mL

N/E.: No Especificado N/A.: No Aplica *Parámetro subcontratado ** Parámetro medido "in situ" a: Resultado pendiente

9. INFORMACION ADICIONAL: N/A

10. OBSERVACIONES REALIZADAS POR SERVIQUIMICOS E.U:

Los resultados analíticos del presente reporte corresponden exclusivamente a la muestra recibida en el laboratorio Serviquimicos E.U.

Revisado y aprobado por:

DANIEL SANTIAGO TAMAYO SOSA
DIRECTOR DE LABORATORIO
QUIMICO T.P. PQ-09012

KAREN DAYANNA GÓMEZ HURTADO
MICROBIÓLOGA INDUSTRIAL
C.C. 1007400828

FIN DEL REPORTE

Carrera 9A No. 16 - 01 Esquina Tel.: (87) 729 700 Telefax: (87) 718 586 Sogamoso (Boyacá)
E-mail: serviquimicos_eu@yahoo.es

5. ACUEDUCTOS

5.1. ACUEDUCTO BUENAVISTA

ESPECIFICACIONES TECNICAS			
ACUEDUCTO	**BUENAVISTA**		
NOMBRE DE LA ASOCIACIÓN	**ASOCIACIÓN DE SUSCRIPTORES DEL ACUEDUCTO BUENAVISTA DE LA VEREDA HUERTA GRANDE DEL MUNICIPIO DE BOYACÁ,**		
REPRESENTANTE LEGAL	**FREDY ARIEL MUÑOZ DAZA,**		
NIT.	**900154311-1**		
TELÉFONO	**3124694468-3242902105**		
NÚMERO DE USUARIOS	296		
VEREDA	HUERTA GRANDE		
TIPO DE PLANTA DE TRATAMIENTO	SIN PLANTA DE TRATAMIENTO		
BUENAS PRACTICAS SANITARIAS			RIESGO ALTO
TIPO DE CAPTACION	POZO PROFUNDO		
CONCESIÓN DE AGUAS	Resolución 1241 – 08 Sept-2021 Caudal Otorgado- Para uso doméstico y uso Pecuario	2.93	Uso Pecuario:
COORDENADAS GEOGRAFICAS POZO PROFUNDO "BUENAVISTA"	Latitud:5°25'49,45"N	Longitud:73°25'43,56"W	2.866
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	Latitud:5°25'36,51"N	Longitud:73°25'26,21"W	2.973
ESTRUCTURAS ESIXTENTES	-POZO PROFUNDO -TANQUE DE ALMACENAMIENTO -RED DE DISTRIBUCIÓN		
PARÁMETROS QUE NO CUMPLE.	. No remueve Materia Orgánica. . No tienen equipos básicos de Laboratorio. -Reparación de los tanques de almacenamiento. -Estructuras de Potabilización. -Construcción Puntos de Muestreo.		

DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO BUENAVISTA

POZO PROFUNDO



TANQUE DE ALMACENAMIENTO



6. DESCRIPCION OPERATIVIDAD Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO ACUEDUCTO BUENAVISTA

6.1. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS ACUEDUCTO BUENAVISTA

El diagnóstico realizado al Acueducto Rural Buenavista, objeto de vigilancia y seguimiento por parte de la Secretaría de Salud de Boyacá, permitió evidenciar deficiencias en las condiciones de calidad del agua destinada al consumo humano, las cuales deben ser atendidas de acuerdo con los criterios establecidos en la normatividad sanitaria vigente, particularmente la Resolución 2115 de 2007 y demás disposiciones aplicables.

El sistema de abastecimiento se surte mediante la captación de agua proveniente de un pozo profundo, la cual es impulsada mediante bombeo hasta el tanque de almacenamiento. Como parte del diagnóstico, se realizó un análisis fisicoquímico y microbiológico del agua almacenada, encontrándose parámetros que presentan incumplimiento o condiciones que requieren control y tratamiento antes de su distribución a los usuarios.

De acuerdo con los resultados de laboratorio reportados, se identificaron las siguientes condiciones:

- **pH:** encontrándose en el límite del valor de referencia establecido por la normativa.
- **Turbiedad:**. encontrándose en el límite del valor de referencia establecido por la normativa
- **Coliformes totales: 340**, evidenciando contaminación microbiológica y la necesidad de implementar un proceso efectivo de desinfección.
- **Escherichia coli: 10**, parámetro de especial importancia sanitaria que evidencia contaminación de origen fecal y representa un riesgo para la salud de la población si el agua es consumida sin un tratamiento adecuado.
- **Color aparente: 10 UPC**, encontrándose en el límite del valor de referencia establecido por la normativa.
- **Fosfatos: 0,45 mg/L**, parámetro que debe ser objeto de seguimiento y control dentro de la caracterización de la fuente.

Los resultados obtenidos evidencian que el agua captada del pozo profundo no presenta condiciones adecuadas para ser distribuida directamente a la población sin un tratamiento previo, especialmente debido a los resultados microbiológicos obtenidos. La presencia de Escherichia coli constituye un indicador de contaminación fecal y hace necesario fortalecer las barreras de

tratamiento y desinfección para garantizar la seguridad del agua suministrada.

Actualmente, el Acueducto Rural Buenavista no cuenta con una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) que permita realizar de manera integral los procesos de acondicionamiento del agua, tales como control de pH, remoción de turbiedad y color, y desinfección. La infraestructura existente se limita principalmente a la captación mediante pozo profundo, el sistema de bombeo y el tanque de almacenamiento, sin disponer de las unidades de tratamiento necesarias para garantizar de manera continua el cumplimiento de los parámetros de calidad del agua.

Esta situación constituye una limitación técnica y sanitaria del sistema de abastecimiento, debido a que la ausencia de una PTAP reduce la capacidad de controlar las variaciones en la calidad del agua de la fuente y de establecer barreras efectivas frente a la contaminación microbiológica.

En consecuencia, se considera técnicamente necesario implementar y/o adecuar un sistema de tratamiento de agua potable, cuyo diseño deberá definirse a partir de la caracterización fisicoquímica y microbiológica completa de la fuente, el caudal de diseño, la población beneficiaria y las condiciones hidráulicas existentes. El sistema deberá contemplar, según los resultados de caracterización y las necesidades identificadas, los procesos unitarios requeridos para garantizar la remoción de los contaminantes presentes y una desinfección efectiva, así como los elementos necesarios para el control operacional, monitoreo de la calidad del agua y manejo seguro de los productos químicos.

La implementación de estas medidas permitirá mejorar las condiciones de calidad del agua suministrada, reducir el riesgo sanitario asociado al consumo de agua no tratada y fortalecer la confiabilidad y sostenibilidad del sistema de abastecimiento del Acueducto Rural Buenavista.

7. CENSO DANE.

La evaluación del crecimiento poblacional a lo largo del horizonte de diseño constituye un componente esencial dentro de la planificación, dimensionamiento y optimización de un sistema de acueducto rural. Esta variable determina la magnitud de las obras requeridas, el grado de complejidad técnica de los componentes hidráulicos y estructurales, y la capacidad operativa del sistema en su conjunto.

Para el presente estudio se empleó como fuente principal la información demográfica oficial del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), la cual comprende los censos rurales realizados en los años 2005, 2017, Estos registros históricos permiten analizar la evolución de la población del acueducto Buenavista.

POBLACIÓN DEL DANE DEL MUCIPIO DE BOYACÁ-BOYACÁ			
AÑO	**CABECERA MUNICIPAL**	**RURAL**	**TOTAL**
2005	642	4571	5213
2006	634	4545	5179
2007	665	4514	5179
2008	665	4451	5130
2010	646	4420	5066
2013	672	4330	5002
2017	739	4327	5066
2020	816	4415	5231

Según estadística del DANE 2017 la población del municipio de Boyacá-Boyacá para el año 2017 en el área rural 4327 personas, en el área urbana 739 personas esta cifra corresponde a las proyecciones de población con base en el Censo 2017.

8. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN - DETERMINACIÓN PARÁMETROS DE DISEÑO Y ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE SOLUCIÓN.

"A continuación, se realiza la estimación de los valores de población, dotación y demanda, como parámetros básicos de diseño para el diagnóstico y la rehabilitación del sistema de acueducto Buenavista.

Tabla-3. Número De Usuarios Acueducto Buenavista

CENTRO POBLADO	NO. USUARIOS	PROMEDIO DE HAB X VIVIENDA	NUMERO TOTAL DE HABITANTES
Acueducto Buenavista	296	4	1184

El promedio de habitantes por unidad de vivienda es equivalente a 4 habitantes. Esto indica que, de acuerdo con el Catastro de Usuarios, el tamaño de la población actual para el área del proyecto equivale a 1184 personas. Para efectos de Diseño se contemplará los usuarios actuales con una proyección hasta el año 2050.

1) Calculo Poblacional

El RAS 0330 de 2017, no estipula los métodos a utilizar, para el cálculo de la población futura, se utilizará para realizar proyección de población.

Los sistemas de acueducto se diseñan para una vida útil de 20 a 25 años, de acuerdo con los lineamientos del RAS 2000 (Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, Título B, numeral 6.3.1.2).

El RAS exige que se tomen proyecciones de población que aseguren la capacidad futura del sistema, bajo escenarios conservadores, para evitar sub - dimensionamientos.

Por tanto, trabajar con tasas negativas implicaría proyectar una disminución de la demanda, lo cual subestima el consumo y el caudal de diseño, comprometiendo la seguridad hidráulica y la inversión pública.

- **Problemas con las tasas negativas:**

Una tasa de decrecimiento, conduce a valores de población cada vez menores en el tiempo, lo cual es contrario al principio de planeación con criterio de seguridad.

Aunque la realidad demográfica muestre despoblamiento rural, los sistemas de agua no pueden dimensionarse con supuestos de reducción de demanda, porque si la población efectivamente crece o migra hacia el área atendida, el acueducto quedará insuficiente.

NOTA: En virtud del principio de planeación y seguridad en el diseño de sistemas de acueducto, y conforme al RAS 2000, Título B, cuando la tasa de crecimiento poblacional para el área rural de un municipio resulte negativa, no es procedente utilizarla para el cálculo de la proyección poblacional, dado que ello generaría un sub - dimensionamiento de las estructuras.
En su lugar, deberá adoptarse una tasa positiva, preferiblemente la tasa de crecimiento total municipal o la departamental rural (≈ 0.40 % anual para Boyacá), en tanto constituyen referencias estadísticas oficiales del DANE y aseguran que la infraestructura diseñada sea suficiente durante su vida útil, protegiendo así el interés general y la adecuada destinación de los recursos públicos.

2) Método Geométrico

Teniendo en cuenta que el método geométrico es el que mejor se ajusta a la dinámica poblacional del área rural del municipio de Boyacá-Boyacá, y considerando que la tasa de crecimiento proyectada para el departamento de Boyacá es del 0.40 %, se adopta dicha tasa como referencia para la estimación poblacional.

Población Boyacá Total 2005 = 5213
Población Boyacá Total 2020 = 5231
Periodo = 2020 – 2005 = 15

Teniendo en cuenta la fórmula de la tasa geométrica anual

$$r = \left(\frac{P_{2042}}{P_{2018}}\right)^{1/n} - 1$$

En virtud del principio de planeación y seguridad en el diseño de sistemas de acueducto, y conforme al RAS 2000, Título B, cuando la tasa de crecimiento poblacional para el área rural del municipio de Boyacá-Boyacá resulte negativa, no es procedente utilizarla para el cálculo de la proyección poblacional, dado que ello generaría un su dimensionamiento de las estructuras.

En su lugar, deberá adoptarse una tasa positiva, preferiblemente la tasa de crecimiento total municipal o la tasa departamental rural (≈ 0,40 % anual para Boyacá), en tanto constituyen referencias estadísticas oficiales del DANE y aseguran que la infraestructura diseñada sea suficiente durante su vida útil, protegiendo así el interés general y la adecuada destinación de los recursos públicos.

Como se determinó anteriormente, teniendo en cuenta que el método geométrico es el que mejor se ajusta a la dinámica poblacional del área rural del municipio de Boyacá-Boyacá, se tiene:

3) Proyección de Población

Tabla 4. Proyección de la Población

Año	Tasa de crecimiento	Población proyectada (hab.)
2026	0,40 %	1.184
2027	0,40 %	1.189
2028	0,40 %	1.194
2029	0,40 %	1.198
2030	0,40 %	1.203
2031	0,40 %	1.208
2032	0,40 %	1.213
2033	0,40 %	1.217
2034	0,40 %	1.222
2035	0,40 %	1.227
2036	0,40 %	1.232
2037	0,40 %	1.237
2038	0,40 %	1.241
2039	0,40 %	1.246
2040	0,40 %	1.251
2041	0,40 %	1.257
2042	0,40 %	1.262
2043	0,40 %	1.267
2044	0,40 %	1.273
2045	0,40 %	1.278
2046	0,40 %	1.283
2047	0,40 %	1.288
2048	0,40 %	1.293
2049	0,40 %	1.298
2050	**0,40 %**	**1.303**
2051	**0,40 %**	**1.308**

4) Consideraciones Complementarias

Además de la población residente, se identifican 35 personas adicionales de carácter transitorio, así como nueve establecimientos (tiendas) que atienden en promedio a 9 personas de manera simultánea. Estas cargas poblacionales deben ser consideradas dentro de la población equivalente de diseño, ya que representan una demanda adicional de carácter puntual que

incide en los caudales máximos diarios y horarios del sistema. La inclusión de estos factores ajusta la población proyectada total hacia el año 2050 a aproximadamente **1303** habitantes equivalentes, valor que servirá de referencia para el cálculo de la dotación, la demanda total de diseño y la capacidad de las unidades hidráulica s del acueducto.

De la misma forma, para la determinación de caudal, se tiene en cuenta caudal de abrevadero equivalente a 5 reses por familia, para un total de 1480 reses.

La adopción de un porcentaje de pérdidas del 25 % resulta técnicamente adecuada y se encuentra dentro de los rangos establecidos en la Resolución 0330 de 2017 (RAS).

PROYECCION POBLACION

PROYECCION POBLACION								CAUDALES					
AÑO	TASA DE CRECIMIENTO	POBLACION RESIDENTE GEOMETRICO	POBLACION FLOTANTE	TOTAL POBLACION RESIDENTE	POBLACION ESTUDIANTIL METODO GEOMETRICO	POBLACION USO COMERCIAL METODO GEOMETRICO	PERDIDAS (%)	Qmd (l/s) Población residente	Qmd (l/s) Uso escolar	Qmd (l/s) Uso comercial	Qmd (l/s) Total	QMD (l/s) Total	QMH(l/s) Total
2026	0,40 %	1184	35	1219	10	9	25	1.69	0.01	0.01	1.72	2.24	3.58
2027	0,40 %	1189	35	1224	10	9	25	1.70	0.01	0.01	1.73	2.24	3.59
2028	0,40 %	1194	35	1229	10	9	25	1.71	0.01	0.01	1.73	2.25	3.61
2029	0,40 %	1198	35	1233	10	9	25	1.71	0.01	0.01	1.74	2.26	3.62
2030	0,40 %	1203	35	1238	10	9	25	1.72	0.01	0.01	1.75	2.27	3.63
2031	0,40 %	1208	35	1243	10	9	25	1.73	0.01	0.01	1.75	2.28	3.65
2032	0,40 %	1213	35	1248	10	9	25	1.73	0.01	0.01	1.76	2.29	3.66
2033	0,40 %	1217	35	1252	10	9	25	1.74	0.01	0.01	1.77	2.30	3.67
2034	0,40 %	1222	35	1257	10	9	25	1.75	0.01	0.01	1.77	2.31	3.69
2035	0,40 %	1227	35	1262	10	9	25	1.75	0.01	0.01	1.78	2.31	3.70
2036	0,40 %	1232	35	1267	10	9	25	1.76	0.01	0.01	1.79	2.32	3.72
2037	0,40 %	1237	35	1272	10	9	25	1.77	0.01	0.01	1.79	2.33	3.73
2038	0,40 %	1241	35	1276	10	9	25	1.77	0.01	0.01	1.80	2.34	3.74
2039	0,40 %	1246	35	1281	10	9	25	1.78	0.01	0.01	1.81	2.35	3.76
2040	0,40 %	1251	35	1286	10	9	25	1.79	0.01	0.01	1.81	2.36	3.77
2041	0,40 %	1257	35	1292	10	9	25	1.79	0.01	0.01	1.82	2.37	3.79
2042	0,40 %	1262	35	1297	10	9	25	1.80	0.01	0.01	1.83	2.38	3.80
2043	0,40 %	1267	35	1302	10	9	25	1.81	0.01	0.01	1.84	2.39	3.82
2044	0,40 %	1273	35	1308	10	9	25	1.82	0.01	0.01	1.84	2.40	3.83
2045	0,40 %	1278	35	1313	10	9	25	1.82	0.01	0.01	1.85	2.41	3.85
2046	0,40 %	1283	35	1318	10	9	25	1.83	0.01	0.01	1.86	2.42	3.86
2047	0,40 %	1288	35	1323	10	9	25	1.84	0.01	0.01	1.86	2.42	3.88
2048	0,40 %	1293	35	1328	10	9	25	1.84	0.01	0.01	1.87	2.43	3.89
2049	0,40 %	1298	35	1333	10	9	25	1.85	0.01	0.01	1.88	2.44	3.91
2050	0,40 %	1303	35	1338	10	9	25	1.86	0.01	0.01	1.89	2.45	3.92
2051	**0,40 %**	**1308**	35	1343	10	9	25	1.87	0.01	0.01	1.89	**2.46**	3.94

9. DISEÑO PTAP DEL ACUEDUCTO BUENAVISTA

Se realizó el diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) para el acueducto Buenavista del municipio de Boyacá-Boyacá, teniendo en cuenta lo establecido en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).

El diseño se desarrolla de acuerdo con el nivel de complejidad del sistema. El artículo 2 de la modificación del RAS modifica el artículo 69 de la Resolución 1096 de 2000, el cual establece lo siguiente:

a) Período de diseño: Para todos los componentes del sistema de acueducto se adoptan los períodos de diseño establecidos según el nivel de complejidad del sistema. Para los niveles de complejidad bajo, medio y medio alto se establece un período de diseño de 25 años.

Por lo anterior, y considerando que la zona en estudio corresponde a un nivel de complejidad bajo, se adopta un período de diseño de 25 años, conforme a lo establecido en la Resolución 2320 de 2009 que complementa el RAS 2000.

Tabla 6. Asignación Nivel De Complejidad

NIVEL DE COMPLEJIDAD. NIVEL DE COMPLEJIDAD	POBLACIÓN EN LA ZONA URBANA	CAPACIDAD ECONÓMICA USUARIOS
Bajo	< 2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Baja
Medio-alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

Fuente, resolución 330 de 2017 “Ministerio de vivienda ciudad y territorio

El RAS 2000 establece en el numeral A.3.2 que “el nivel de complejidad adoptado debe ser el mayor entre la clasificación obtenida a partir de la proyección de la población al período de diseño y aquella determinada según la capacidad económica actual de los usuarios del sistema”.

De acuerdo con lo anterior, y considerando las condiciones del área de estudio, se determina que, para el período de diseño establecido, el sistema presenta un nivel de complejidad bajo, con base en la información disponible sobre la capacidad económica de la población usuaria del servicio.

b) Dotación.

La dotación utilizada para la determinación de la demanda en los sistemas de acueducto se define de la siguiente manera:

Dotación neta máxima: Corresponde a la cantidad máxima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante, sin considerar las pérdidas que se presenten en el sistema de acueducto. Esta dotación depende de la altura promedio sobre el nivel del mar, la cual se establece conforme a los rangos definidos en la normativa vigente.

Tabla 7 Dotación Neta

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR	DOTACIÓN NETA MAXIMA (L/HAB-D)
➢ 2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: Art 43 Resolución 330 de 2017 Ministerio de vivienda

Para el acueducto Buenavista, ubicado en la vereda Huerta Grande, se adopta una dotación neta de 120 L/hab·día. Asimismo, el porcentaje de pérdidas máximas admisibles, de acuerdo con las modificaciones del RAS, es del 25 %.

La dotación bruta para el diseño de cada uno de los componentes que conforman el sistema de acueducto, independientemente del nivel de complejidad, debe calcularse teniendo en cuenta las pérdidas en el sistema, conforme a la siguiente relación:

$$D_b = \frac{D_n}{1 - \frac{P}{100}}$$

Donde:

- **Db** = Dotación bruta (L/hab·día)
- **Dn** = Dotación neta (L/hab·día)
- **P** = Porcentaje de pérdidas (%)

Aplicando la formula:

Dotación neta = 120 l/Hab/día

% de perdidas = 25%

$$\text{Dotacion Bruta} = \frac{120}{1 - 25/100}$$

$$\text{Db} = \frac{120}{1 - 0.25}$$

$$\text{Db} = \frac{120}{0.75}$$

Dotación bruta = 160 l/Hab/día

c) Caudal Medio Diario

El caudal de diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) se define con base en el caudal máximo diario, conforme a lo establecido en las Normas RAS.

De acuerdo con la proyección poblacional, el caudal máximo diario para el horizonte de diseño (año 2050) es:

QMD=2.45 L/s

Adicionalmente, para la estimación del caudal total de diseño, se incorpora la demanda por uso pecuario correspondiente a abrevaderos.

Se considera una población de 888 reses, con una dotación unitaria de 50 L/res/día, según valores de referencia establecidos en el RAS para consumo bovino.

El caudal asociado a esta demanda se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Qpecuario} = \frac{888 * 50}{86400}$$

$$\text{Qpecuario} = 0.51\ lts/sgs$$

Por lo tanto, el caudal total de diseño de la PTAP es:

$$Q_{\text{diseño}} = QMD + Q_{\text{pecuario}}$$

$Q_{diseño=}$ 2.45 + 0.51= 2.96 l.p.s

Q diseño= 3 l.p.s

- **Conclusión técnica**

El sistema debe diseñarse para un caudal de **3 L/s**, el cual incluye tanto la demanda doméstica proyectada como la demanda pecuaria, garantizando así la cobertura integral del sistema.

10. DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

Se proyecta el diseño de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), en fibra de vidrio, que presta servicio al acueducto Buenavista.

La fuente es el Pozo Profundo Buenavista, localizado en la vereda Huerta Grande. El documento de CORPOCHIVOR registra el pozo a 2.866 m s. n. m., con coordenadas 5°25'49,45" N y 73°25'43,56" W. El agua es bombeada mediante una bomba sumergible de 10 HP y una conducción de 3".

El tanque de almacenamiento existente tiene una capacidad aproximada de 105.6 m^3, está ubicado a 2.973 m s. n. m. y se encuentra aproximadamente a 800 m del pozo.

La concesión de aguas otorgada por la Corporación Autónoma Regional de Chivor – CORPOCHIVOR, mediante la Resolución No. 1241 del 8 de septiembre de 2021, estableció un caudal de 2,93 L/s para uso doméstico, destinado al abastecimiento de los 296 suscriptores del Acueducto Buenavista.

En este sentido, se adopta como caudal de diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) un valor de 3,0 L/s, el cual es técnicamente coherente con el caudal doméstico autorizado de 2,93 L/s, permitiendo disponer de un pequeño margen para efectos del dimensionamiento hidráulico y la operación de las unidades de tratamiento.

Se recomienda, en todo caso, verificar que la operación de la PTAP a 3,0 L/s se encuentre plenamente respaldada por las condiciones de la concesión vigente y por la capacidad real de bombeo del pozo.

1) . Calidad Del Agua Cruda

El análisis de laboratorio de la muestra tomada el 4 de agosto de 2026 corresponde al agua cruda del Pozo Profundo Acueducto Buenavista

Parámetro	Resultado	Referencia reportada
PH	6,50	6,5–9,0
Alcalinidad	26,66 mg $CaCO_3$/L	200
Calcio	13,67 mg/L	60
Cloruros	9 mg/L	250
Color aparente	10 UPC	15
Conductividad	53,5 µS/cm	1.000
Dureza	47,94 mg $CaCO_3$/L	300
Fosfatos	0,45 mg PO_4^{3-}/L	0,5
Hierro total	0,183 mg Fe/L	0,3
Magnesio	3,35 mg/L	36
Nitratos	2,207 mg NO_3^-/L	10
Nitritos	0,027 mg NO_2^-/L	0,1
Sulfatos	<10 mg/L	250
Turbiedad	1,80 UNT	2
Coliformes totales	340 UFC/100 mL	0
E. coli	10 UFC/100 mL	0

2) Parámetros críticos

Los que realmente condicionan el tratamiento son:

a) **Turbiedad = 1.80 UNT.** Está apenas por encima del límite inferior de 1.80. La Resolución 2115 establece para agua de consumo humano un pH entre 6,5 y 9,0.
b) **pH = 6,58.** Está apenas por encima del límite inferior de 6,5. La Resolución 2115 establece para agua de consumo humano un pH entre 6,5 y 9,0.
c) **Alcalinidad = 26,66 mg/L.**

Es bastante baja y será un parámetro muy importante para definir la dosis de coagulante y, posiblemente, la necesidad de alcalinización.

d) Coliformes y E. coli.

La muestra presenta 340 UFC/100 ml de coliformes totales y 10 UFC/100 mL de E. coli, por lo que se requiere una barrera de desinfección efectiva

e) Fosfatos

La muestra presenta, **0,45 mg/L**, ese valor estaría muy cercano al valor de referencia que aparece en el reporte.

❖ **Si los fosfatos aumentan**

Teniendo en cuenta las características fisicoquímicas del agua cruda y la posibilidad de que la concentración de fosfatos aumente durante la operación del sistema, se recomienda incorporar una capa de carbón activado con el fin de reducir la concentración de fosfatos en el agua.

10.1. DISEÑO DE LA CÁMARA DE ENTRADA

La presente memoria técnica tiene por objeto establecer los criterios de diseño hidráulico y las dimensiones de la cámara de aquietamiento que hace parte del sistema de tratamiento de agua potable, cuya función es recibir el agua proveniente del sistema de bombeo del pozo profundo, disipar la energía hidráulica residual, estabilizar el flujo y entregar el caudal de diseño hacia la canaleta Parshall y las unidades posteriores de tratamiento.

La cámara se diseña para un caudal de:

Q = 3,00 L/s = 0,00300 m^3/s

La unidad se proyecta con dimensiones interiores de:

- Largo: 0,80 m
- Ancho: 0,80 m
- Altura total: 1,50 m

La cámara funcionará a presión atmosférica, evitando que el agua proveniente de la conducción de impulsión continúe hacia las unidades posteriores con una presión residual significativa.

a) Datos de diseño:

Para el dimensionamiento se adoptan los siguientes parámetros:

Parámetro	Valor
Caudal de diseño	**3,00 L/s**
Caudal	**0,00300 m^3/s**
Ancho interior	**0.80 m**

Parámetro	Valor
Largo interior	**0.80 m**
Altura total	**1.50 m**
Nivel normal de operación	**1.40 m**
Borde libre	**0.30 m**
Tubería de entrada	**3”**
Tubería de salida	**3”**
Drenaje	**2” -3”**
Pendiente de fondo	**1-2%**
Deflector	**0.50*0.60**
Separación inferior del deflector	**0.20m**

El borde libre de 0,15–0,25 m es importante porque la cámara no debe trabajar completamente llena.

- **El volumen útil sería:**

V=0.8×0.80×1,50
Vt=0.96 m3
Vu= 0.80m3

Con : Q= 0.003m^3/s

b) Tiempo Hidráulico Seria:

$$THR = \frac{V}{Q}$$

$$THR = \frac{0.80m3}{0.003}$$

$$THR = 266.67 \text{ SGS}$$

$$THR = 4.44 \text{ minutos}$$

c) Nivel de Operación y Borde Libre

Se adopta un nivel normal de operación de: 1.25m

Altura Total : Ht=1.50m

- Por lo tanto, el borde libre es:

BL=HT-H agua

BL= 1.50m-1.25m

BL=25cm

Se dispone, por tanto, de un borde libre de 25 cm entre el nivel normal del agua y la parte superior de la cámara.

d) Área en planta

A= 0.80*0.80

A= 0.64mts.

e) Volumen Útil

El volumen correspondiente al nivel normal de operación es:

Vu= A* H agua

Vu= 0.64*1.25mts

Vu=0.8m3

f) Velocidad Media En La Cámara

La velocidad media horizontal equivalente se determina como:

VC=0.003/0.64

VC= 0.00469 m/s

VC=0.47cm/sg

La velocidad es baja, condición favorable para la función de aquietamiento y estabilización del flujo.

f) Verificación de La Tubería de Entrada De 3"

Para la conducción de entrada se considera una tubería nominal de 3".

Adoptando un diámetro hidráulico aproximado de
D= 0.0762m

El área hidráulica es:

Ap=0.0762^2*4

Ap=0.00456m2

Vp= 0.003/0.00456

Vp= 0.66m/s

Por tanto, la velocidad aproximada del agua en la tubería de 3" es:

0,66 m/s.

g) Carga de Velocidad En La Tubería

La carga de velocidad se determina mediante:

Hv=V^2*2g

Entonces

Hv=(0.66^2)x (2*9.81)

Hv= 0.022m

2.2cm de columna de agua

Este resultado demuestra que, con un caudal de 3 L/s en una tubería de 3", la energía cinética asociada a la velocidad de llegada es relativamente baja.

10.2. DISPOSITIVO DE DISIPACIÓN – DEFLECTOR

Para evitar que el chorro proveniente de la tubería de entrada se dirija directamente hacia la salida, se dispone un deflector interno.

Se adopta:

Ancho= 0.50 m Altura= 0.60 m

El deflector se ubicará de manera que exista una abertura inferior para permitir el paso controlado del agua.

Separación inferior: 0.20m

La función del deflector es:

a) Interrumpir el chorro directo de entrada.
b) Distribuir la energía hidráulica.
c) Evitar cortocircuitos hidráulicos entre entrada y salida.

d) Reducir turbulencias localizadas.
e) Favorecer una entrega estable hacia la salida.

a) Configuración De La Entrada

La tubería de entrada será de:

La entrada debe descargar hacia el interior de la cámara y no quedar alineada directamente con la tubería de salida.

Se recomienda que el flujo incida sobre el sector protegido por el deflector.

La disposición hidráulica será:

Entrada 3" → impacto/disipación → circulación dentro de cámara → salida 3".

La salida debe ubicarse en la pared opuesta o lateral respecto a la entrada, evitando una trayectoria directa entre ambas tuberías.

La conexión hacia la Parshall deberá conservar las condiciones necesarias para que el flujo llegue estable y se pueda establecer adecuadamente el control hidráulico.

b) Drenaje De La Cámara

Para permitir la limpieza y evacuación del agua retenida se dispone un drenaje inferior.

Diámetro recomendado:

- El fondo deberá presentar una pendiente aproximada de: 1%-2%

hacia el punto de drenaje.

Para un ancho de 0,80 m, una pendiente del 2 % representa

H= 0.80*0.02

H= 0.016m

Equivalente a: 1.6cm

c) Ventilación

Debido a que la cámara funciona a presión atmosférica, deberá contar con ventilación adecuada.

La ventilación permite:

- Evitar acumulación de aire.
- Facilitar la salida del aire durante el llenado.
- Evitar condiciones de vacío.
- Mantener la cámara en condiciones de flujo libre.

La ventilación deberá protegerse contra el ingreso de elementos extraños y vectores.

d) Criterio Hidráulico De Funcionamiento

El funcionamiento de la unidad será el siguiente:
Etapa 1 – Llegada

El agua proveniente del pozo profundo es impulsada mediante bomba y transportada por una tubería de 3".
Etapa 2 – Entrada

El agua ingresa a la cámara de aquietamiento.
Etapa 3 – Disipación
El chorro incide sobre el deflector de 0,50 × 0,60 m, disminuyendo la trayectoria directa y distribuyendo el flujo.
Etapa 4 – Aquietamiento
El agua ocupa el volumen útil de aproximadamente 0,80 m³.
Etapa 5 – Salida
El agua sale mediante una tubería de 3" hacia la canaleta Parshall.
Etapa 6 – Tratamiento
Desde la Parshall continúa hacia el sistema de dosificación, mezcla y filtración.

10.3. RESUMEN DE RESULTADOS HIDRÁULICOS

Elemento	Diseño
Largo interior	**0,80 m**
Ancho interior	**0,80 m**
Altura total	**1,50 m**
Nivel normal de agua	**1,25 m**

Elemento	Diseño
Borde libre	**0,25 m**
Volumen total	**0,96 m³**
Volumen útil	**0,80 m³**
Tiempo de retención teórico	**4,44 min**
Caudal	**3,00 L/s**
Entrada	**3"**
Salida	**3"**
Velocidad tubería 3"	**0,66 m/s**
Velocidad media cámara	**0,00469 m/s**
Deflector	**0,50 × 0,60 m**
Luz inferior deflector	**0,20 m**
Drenaje	**2"–3"**
Borde libre	**25 cm**
Ventilación	**Sí**

e) Rebose

La cámara debe tener un rebose independiente.

Recomiendo: Ø 3"

con descarga segura hacia un drenaje. La cota del rebose debe quedar aproximadamente:

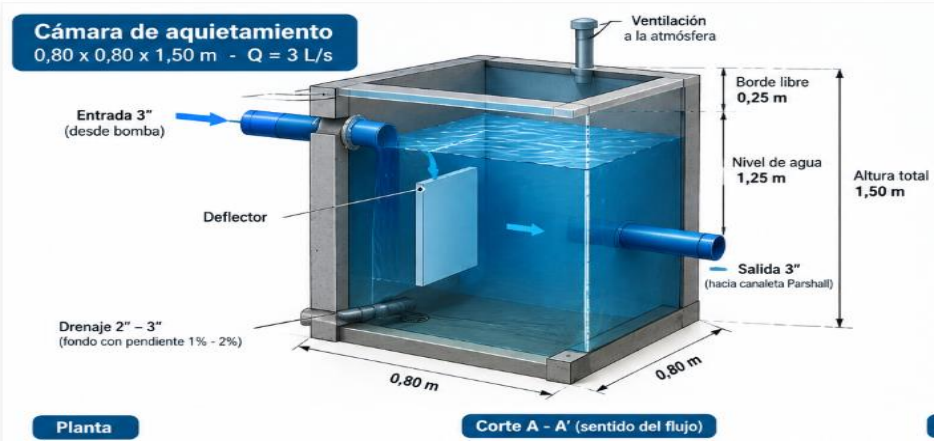
10–15 cm por debajo del borde superior de la cámara.

El rebose no debe descargar sobre la cubierta del tanque sin una conducción controlada**,** para evitar deterioro de la estructura y acumulación de agua.

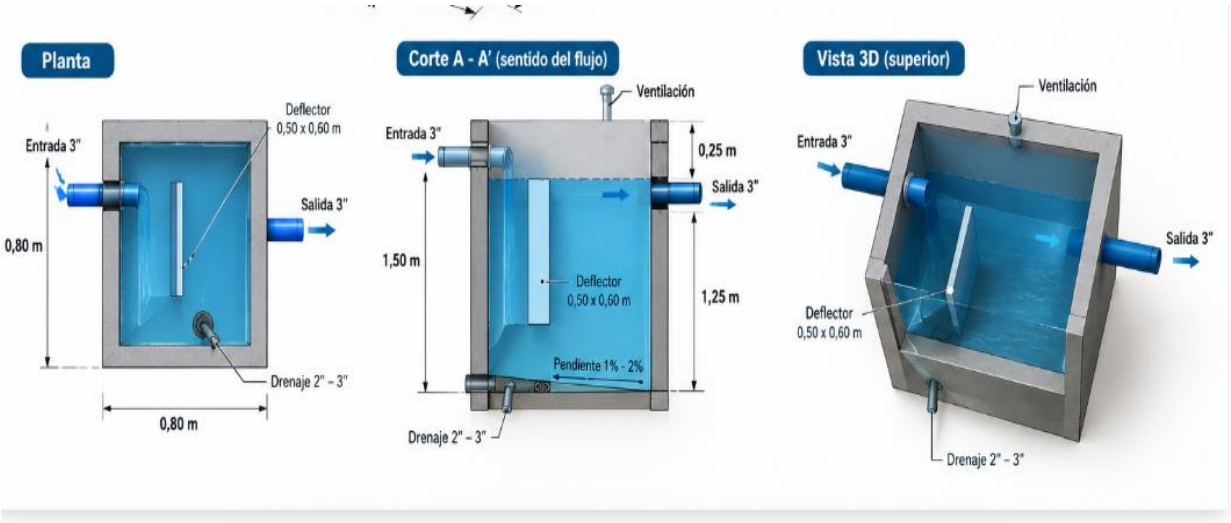
Pero para garantizar la carga hidráulica sobre los filtros, la cota de fondo de la cámara debe ubicarse por encima de la cota de salida de los filtros, no simplemente apoyar todas las unidades a la misma altura.

CAMARA DE ENTRADA-FLUJO DESENDENTE

Caudal de Diseño : 3.0 lts/s (0,003m3/s)



Datos de diseño	
Caudal de diseño (Q)	3,00 L/s (0,003 m³/s)
Largo interior	0,80 m
Ancho interior	0,80 m
Altura total	1,50 m
Nivel de agua (operación)	1,25 m
Borde libre	0,25 m
Volumen total	0,96 m³
Volumen útil	0,80 m³
Tiempo de retención (teórico)	4,44 min
Velocidad media en la cámara	0,00469 m/s (0,47 cm/s)
Tubería de entrada/salida	3" (Ø 0,076 m)
Velocidad en tubería 3"	0,66 m/s
Deflector (ancho x alto)	0,50 x 0,60 m
Separación inferior del deflector	0,20 m
Drenaje	2" – 3"
Borde libre	0,25 m
Ventilación	Sí



11. DISEÑO DE LA CANALETA PARSCHALL

La canaleta permitirá la medición del caudal mediante la lectura del nivel aguas arriba de la garganta.

1) Datos básicos de diseño

Parámetro	Valor
Caudal de diseño	**3,00 L/s**
Caudal de diseño	**0,00300 m³/s**
Caudal	**10,80 m³/h**
Tubería de entrada	**Ø3"**
Diámetro interior aproximado	**0,075 m**
Tubería de salida	**Ø3"**
Material propuesto	**PRFV**
Tipo de flujo	Canal abierto
Tipo de medición	Parshall
Garganta seleccionada	**W = 3" = 0,0762 m**
Ancho de Entrada	**254mm**
Longitud total	**0.75-0.80**
Entrada	**Sección convergente**
Salida	**Sección Divergente**
Fondo	**Geometría Parhall normalizada**

ECUACIONES ESPECÍFICAS PARA LAS PARSHALL DE 1, 2 y 3 PULGADAS. PARA LA DE 3 PULGADAS, UTILIZA APROXIMADAMENTE:

$$Q=0,992Ha^{1,55}$$

donde:

- QQ = caudal en ft³/s
- Ha = carga hidráulica aguas arriba en pies

2) Conversión Del Caudal

$$Q=3,0\ L/s$$

$$Q=0,0030\ m3/s$$

Conversión a pies cúbicos por segundo:

$$Q=0,0030(35,3147)$$
$$Q=0,10594\ ft^3/s$$

También:

$$Q=10,8\ m3/h$$

3) Selección de la garganta:

Se adopta:

$$W=3”$$
$$W=3(0,0254)$$
$$W=0,0762\ m$$

4) Cálculo del nivel de medición

Para la Parshall de 3":

$$Q=0,992Ha^{1,55}$$

Despejando:

$$Ha=\frac{(Q)^{1/1.55}}{0.992}$$
$$Ha=\frac{(0.10594)^{1/1.55}}{0.992}$$

$$Ha=0.2362ft$$

Conversión:

$$Ha=0,2362(0,3048)$$
$$Ha=0,0720\ m$$

Por tanto, para:

$$Q=3,0\ L/s$$

se obtiene aproximadamente:

$$Ha=7,2\ cm$$

5) Resultado fundamental

El nivel de agua que debe registrarse en el punto de medición aguas arriba de la garganta será aproximadamente:

Ha = 7,2 cm sobre la referencia de fondo de la canaleta.

6) Verificación Mediante La Ecuación De Gasto

Con:

$$Ha=0{,}0720\ m$$

equivalente a:

$$Ha=0{,}2362\ ft$$

se obtiene:

$$Q=0{,}992(0{,}2362)^{1{,}55}$$

$$Q\approx 0{,}1059\ ft3/s$$

Por conversión:

$$Q\approx 3{,}00\ L/s$$

Por tanto:

$$Q\ calculado \approx 3{,}00\ L/s$$

7) Velocidad en la tubería de entrada de 3"

Para una tubería de 3":

$$D=0{,}075\ m$$

Área:

$$A=\frac{\pi D2}{4}$$

$$A=\frac{\pi(0.075)2}{4}$$

$$A=0.00442\ m2$$

Velocidad:

$$V=\frac{Q}{A}$$

$$V=\frac{0.003}{0.00442}$$

$$V=0.68 m/s$$

Esta velocidad es razonable para la conducción de llegada.

11.1. Condición de Entrada

La tubería de 3" no debe descargar directamente sobre la garganta**.**

Se recomienda construir:
Zona 1 – transición de entrada

La tubería Ø3" descarga en una pequeña cámara o sección de aproximación.
Zona 2 – aproximación

El flujo debe estabilizarse antes de llegar a la garganta.
Zona 3 – convergencia

El ancho disminuye progresivamente hasta:

W=7,62 cm

Zona 4 – garganta

Aquí se produce el control hidráulico.
Zona 5 – divergencia

El flujo se expande y posteriormente pasa hacia la tubería de salida Ø3".

8) Geometría propuesta

Para la fabricación de la unidad compacta se propone inicialmente:

Elemento	Dimensión
Garganta W	7,62 cm
Ancho de aproximación	≈ 25–30 cm
Altura de paredes	30 cm mínimo
Longitud total aproximada	≈ 0,90–1,00 m
Entrada	Ø3"
Salida	Ø3"
Material	PRFV
Espesor PRFV preliminar	6–8 mm
Refuerzos exteriores	Sí

9) Punto de medición

El punto de medición Ha debe ubicarse en la zona aguas arriba de la garganta, en la posición correspondiente a la geometría estándar.

Se recomienda instalar:

- regla limnimétrica graduada;
- escala en centímetros;
- referencia fija de fondo;
- opcionalmente, sensor ultrasónico de nivel.

La lectura será:
Ha≈7,2 cm

para:

Q=3,0 L/s

10) Rango de operación recomendado

Aunque el diseño se centra en 3 L/s, resulta conveniente establecer una curva aproximada de operación.

Usando la ecuación de la Parshall de 3":

Q	Ha aproximado
1,0 L/s	3,7 cm
1,5 L/s	4,8 cm
2,0 L/s	5,7 cm
2,5 L/s	6,5 cm
3,0 L/s	**7,2 cm**
3,5 L/s	7,9 cm
4,0 L/s	8,6 cm

Estos valores son útiles para elaborar posteriormente la escala de medición de la canaleta.

11) Flujo libre

Una condición fundamental es que la Parshall opere en flujo libre.

No se debe diseñar simplemente para que la tubería de salida de 3" quede llena y presurizada, porque eso puede generar sumergencia y alterar la relación entre Ha y Q.

Por tanto:

La salida de Ø3" debe quedar configurada de manera que no genere represamiento sobre la garganta**.**

12) Condición hidráulica recomendada

La configuración ideal sería:

13) Pérdida de carga

La pérdida de carga exacta no debe asumirse simplemente como **Ha.**

Debe determinarse a partir de las condiciones aguas arriba y aguas abajo, especialmente porque la pérdida depende de la geometría y del nivel de descarga.

Para esta instalación se recomienda garantizar una diferencia de energía suficiente para mantener el flujo libre.

14) Tubería de salida

Se mantiene:

D salida=3"

La salida debe conectarse mediante una transición hidráulica y no debe estrangular la descarga**.**

Si la tubería de salida queda completamente llena y genera presión aguas arriba, puede producirse sumergencia.

Por eso recomiendo que la salida tenga:

- pendiente favorable;
- descarga libre o controlada aguas abajo;
- ausencia de contrapresión;
- posibilidad de inspección y limpieza

15) Material PRFV

Para fabricación de la canaleta se propone:

PRFV – Poliéster reforzado con fibra de vidrio.

Espesor preliminar: 6–8 mm

Con refuerzos exteriores mediante perfiles de PRFV.

La superficie interna debe ser:

- lisa;
- continua;
- sin cambios bruscos;
- resistente a la humedad;
- de fácil limpieza.

Las dimensiones hidráulicas interiores deben fabricarse con precisión.

16) Anclaje

La canaleta debe instalarse sobre una base rígida.

Se recomienda:

- placa de concreto;
- nivelación de la base;
- anclajes mecánicos;
- sello impermeable en las conexiones;
- bridas para las tuberías de 3";
- soportes independientes para las tuberías.

Las tuberías no deben transmitir su peso directamente al cuerpo de PRFV.

17) Conexión con la cámara de entrada

La configuración que recomiendo para tu PTAP es:

Cámara de entrada → salida Ø3" → válvula de aislamiento → tramo recto → transición → zona de aproximación → Parshall → transición → Ø3"

Si la cámara está recibiendo el agua bombeada desde el pozo, es especialmente importante que la descarga llegue estabilizada antes de la medición.

18) Observación importante sobre la presión

Si la cámara de entrada está trabajando como cámara de quiebre/disipación de presión, la canaleta Parshall debe recibir flujo a presión atmosférica, no los aproximadamente 20–150 psi que puede tener la impulsión.

Por tanto:

Bomba → tubería de impulsión → cámara de entrada/quiebre → Parshall

19) Resultado final de diseño

❖ **Canaleta Parshall**

Qd=3,0 L/s

W=3"=7,62 cm

Ha≈7,2 cm

Q=10,8 m3/h

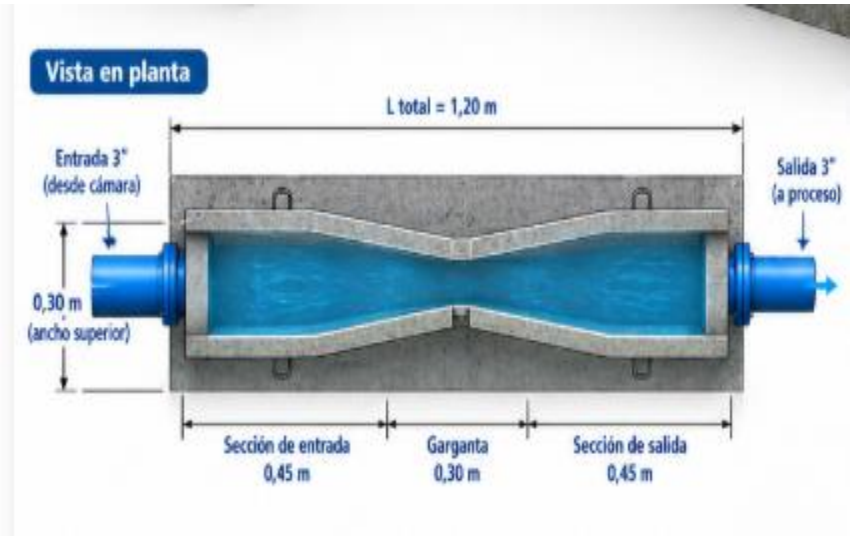
D entrada=3”

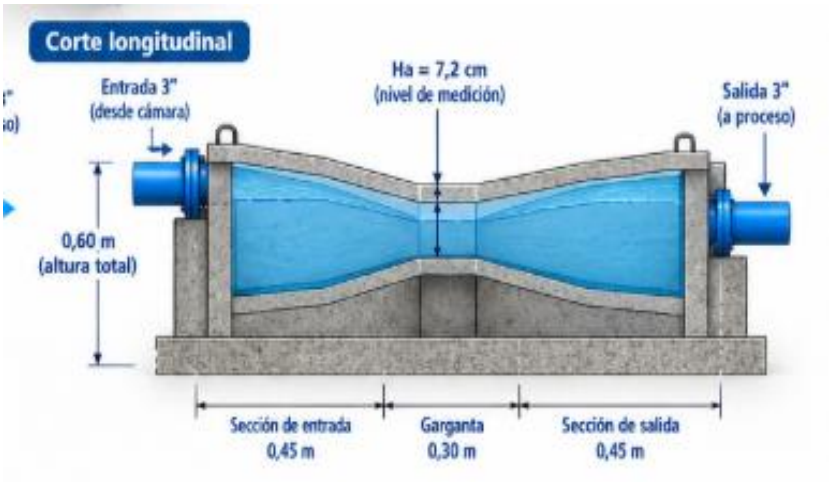
Material=PRFV

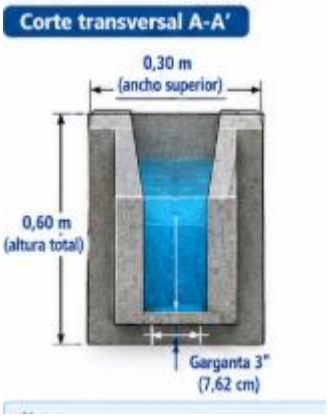
Operación: flujo libre

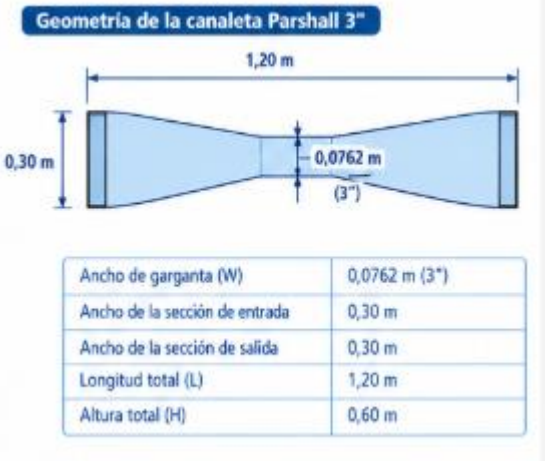
La ecuación de calibración de la Parshall estándar de 3" es la que permite relacionar directamente la lectura de Ha con el caudal; las dimensiones estándar deben respetarse porque una Parshall modificada pierde la calibración estándar.

20) Diagrama de la Canaleta Parchall









Ancho de garganta (W)	0,0762 m (3")
Ancho de la sección de entrada	0,30 m
Ancho de la sección de salida	0,30 m
Longitud total (L)	1,20 m
Altura total (H)	0,60 m

Parámetros de diseño – Canaleta Parshall 3"	
Caudal de diseño (Q)	**3,0 L/s (0,003 m³/s)**
Garganta (W)	3" (7,62 cm)
Carga de medición (Ha)	7,2 cm (aprox.)
Tipo de flujo	Libre
Tubería de entrada	3" (PVC o HDPE)
Tubería de salida	3" (PVC o HDPE)
Material de la canaleta	Concreto reforzado o PRFV
Longitud total (L)	1,20 m
Ancho superior (A)	0,30 m
Altura total (H)	0,60 m

Ecuación de caudal (rango de operación):

$$Q = 0{,}992 \cdot Ha^{1.55}$$

Q en ft³/s Ha en pies

Para 3 L/s, la carga de medición es ≈ 7,2 cm (0,072 m)

12. DISEÑO DE TRES (3) FILTROS MULTIESTRATO DE FLUJO ASENDENTE.

Fuente de abastecimiento: agua de pozo profundo, Q de diseño = 3,0 L/s y los filtros ubicados, a una distancia de 1.60mts del tanque de almacenamiento— se diseñaran tres filtros ascendentes abiertos en PRFV, en paralelo,

La solución puede funcionar por gravedad después del bombeo, pero hay un punto fundamental: la altura del agua sobre el tanque debe proporcionar la carga hidráulica necesaria para atravesar el lecho y, además, debe existir una solución específica para el retro lavado.

La normativa RAS vigente se encuentra compilada a partir de las Resoluciones 0330 de 2017 y 0799 de 2021. Para filtración convencional, la Resolución 0799 establece como referencia para filtración rápida con lecho simple una tasa menor de 120 $m^3/m^2 \cdot d$ y una profundidad de medio de 0,60–0,90 m.

a) PTAP ACUEDUCTO BUENAVISTA – CAUDAL 3,0 L/s

1. Criterios de diseño.

Parámetro	Valor adoptado
Caudal de diseño	3,00 L/s
Caudal total	0,003 m^3/s
Número de filtros	3 unidades
Caudal por filtro	1,00 L/s
Diámetro interior	0.80 m
Altura total	1.60 m
Tipo	Filtro rápido ascendente
Material	PRFV
Medio filtrante	Antracita + arena sílica
Soporte	Grava graduada
Lavado	Ascendente
Operación	Paralelo

El sistema se fundamenta en una línea de tratamiento de filtración directa, en la cual el agua bombeada desde el pozo ingresa a una cámara de entrada, recibe la dosificación de coagulante, a la canaleta parchall y posteriormente se distribuye en tres filtros que trabajan hidráulicamente en paralelo.

La normativa RAS vigente de referencia para filtración convencional establece para filtración rápida con lecho mixto una tasa de 180–250 $m^3/m^2 \cdot d$, y profundidades de 0,40–0,60 m para antracita y 0,15–0,30 m para arena. También establece un mínimo de tres unidades cuando el lavado se realiza con fuente externa o tanque de lavado.

b) Datos básicos de diseño

Con tres filtros:

$$QT = 3{,}0\ L/s$$

$$Qf = \frac{3.0}{3}$$

$$Qf = 1.0\ l/s$$

$$Qf = 0.001\ m3/s$$

$$Qf = 3.60\ m3/h$$

c) Área hidráulica de cada filtro

Para mantener el diseño económico que venimos manejando, recomiendo:

$$D = 0.75m$$

Área:

$$A = \frac{\pi * D2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0.75)2}{4}$$

$$A = 0.4418\ m^2$$

Área total de filtración:

$$AT = 3(0{,}4418)$$

$$AT = 1.3254m^2$$

d) Tasa de filtración

Para cada filtro:

$$Vf = \frac{Q}{A}$$

$$Q=0{,}001\ m3/s$$

La velocidad de filtración será:

$$Vf = \frac{0.001 m3/s}{0.4418\ m2}$$

$$Vf = 0.002263\ m/h$$

Pasando a $m^3/m^2 \cdot día$:

$$Vf = 195.52 \frac{0{,}002263(86400)\ m3}{m2 * dia}$$

Verificación RAS

$$180 < 195{,}5 < 250$$

Por tanto:

CUMPLE RAS

Para lecho mixto un rango de 180–250 $m^3/m^2 \cdot d$.

La tasa de 195,5 $m^3/m^2 \cdot$día queda dentro del intervalo normativo para filtración rápida con lecho mixto.

e) Granulometría y Espesor de los Filtros

FILTRO PTAP DEL ACUEDUCTO BUENAVISTA

CAPA	MATERIAL	GRANULOMETRÍA	ESPESOR
1	**BORDE LIBRE**	**0.3**	**0.3**
2	Agua sobre medio filtrante	zona de agua	0.5
3	**Antracita**	**1,0 mm**	**0.1**
4	**CARBON ACTIVADO**	**1.20mm**	**0.15**
5	**Arena sílica**	**12-20mm**	**0.10**
		8-12mm	**0.10**
		4-8mm	**0.1**
6	Grava media	**12–25 mm**	**0.15**
7	Grava gruesa	**6–12 mm**	**0,10**
8	Grava gruesa	**6–6 mm**	**0,10**
9		CAMARA DE DISTRIBUCIÓN	**0.3**

El agua filtrada debe salir por el sistema inferior de recolección**,**

f) Sistema de entrada

Para cada filtro:

Q=1,0L/s

Se puede utilizar:

Entrada individual 3"

Área interna aproximada de una tubería de 3":

$$D=0{,}0762m$$

$$A = \frac{\pi * D2}{4}$$

$$Ap = \frac{\pi * (0.0762)2}{4}$$

$$Ap = 0.00456m2$$

$$Vf = \frac{0.001m3/s}{0.00456\ m2}$$

$$Vf = 0.219m/s$$

Es una velocidad baja y apropiada para conducir el caudal de operación.

f) Pérdida de carga en tubería de 3"

Para una tubería de 3" transportando 1 L/s, la pérdida por fricción es relativamente pequeña.

Como referencia de cálculo, adoptando:

- PVC/PRFV hidráulicamente liso;
- diámetro interno ≈ 76 mm;
- Q = 1 L/s;

la pérdida de carga distribuida estará aproximadamente en el orden de:

$$0{,}5–0{,}7\ m/100m$$

Por lo tanto, incluso con 10 m:

$$hf≈0{,}05–0{,}07m$$

La pérdida real dependerá de la longitud y accesorios.

g) Pérdidas en accesorios

Para cada filtro tendríamos, por ejemplo:

- válvula de aislamiento;
- unión;

- codo;
- entrada;
- distribuidor;
- salida.

A 1 L/s por filtro, estas pérdidas son relativamente pequeñas frente a la pérdida del lecho.

Para el diseño preliminar podemos reservar:

$hac \approx 0{,}05-0{,}10m$

por línea de filtro.

h) Pérdida de carga del lecho limpio

Aquí es importante no presentar un número como "exacto" sin conocer las características del material filtrante.

La pérdida depende de:

- granulometría;
- tamaño efectivo;
- coeficiente de uniformidad;
- densidad;
- porosidad;
- viscosidad;
- espesor;
- distribución del medio.

Para el diseño hidráulico preliminar adoptaría:

$$H\ filtro,\ limpio = 0{,}15-0{,}20m$$

y utilizaría:

$$h\ filtro,\ limpio = 0{,}20m$$

como valor de diseño.

i) Pérdida de carga máxima del filtro

Para operación normal debemos reservar una carga de ensuciamiento.

Propongo:

H filtro, sucio=0,50m

Esto significa que:

Filtro limpio

hL=0,20m

Filtro parcialmente sucio

hL≈0,35m

Filtro al límite de lavado

hL≈0,50m

El operador debería iniciar el lavado por pérdida de carga/condición de operación**,** no simplemente esperar a que el filtro deje de pasar agua.

j) Balance hidráulico

Ahora podemos revisar la carga que tienes.

Cota entrada=2,40m

Cota salida=0.90m

Por tanto:

H=2,40−0.90m

H=1.15m

k) Debe Cubrir Simultáneamente:

H entrada+ h filtro +h salida

Si utilizamos:
H disponible =1.15m
H filtro sucio=0.50m

Mas
H tubería +accesorios (0.10-0.15)

1.15m−0,50-0,15m
0.5m

de margen hidráulico.

Eso es muchísimo más seguro para operación.

l) Tubería de salida 3"

Cada filtro descarga:

$$Q=1,0L/s$$

En 3":

$$V\approx 0,219m/s$$

Por tanto:

$$Vsalida\approx 0,22m/s$$

La salida individual de 3" funciona hidráulicamente.

Después podemos conectar las tres salidas a un colector común de 3"

Para 3 L/s en 3":

$$V = \frac{0.003m3/s}{0.00456\ m2}$$

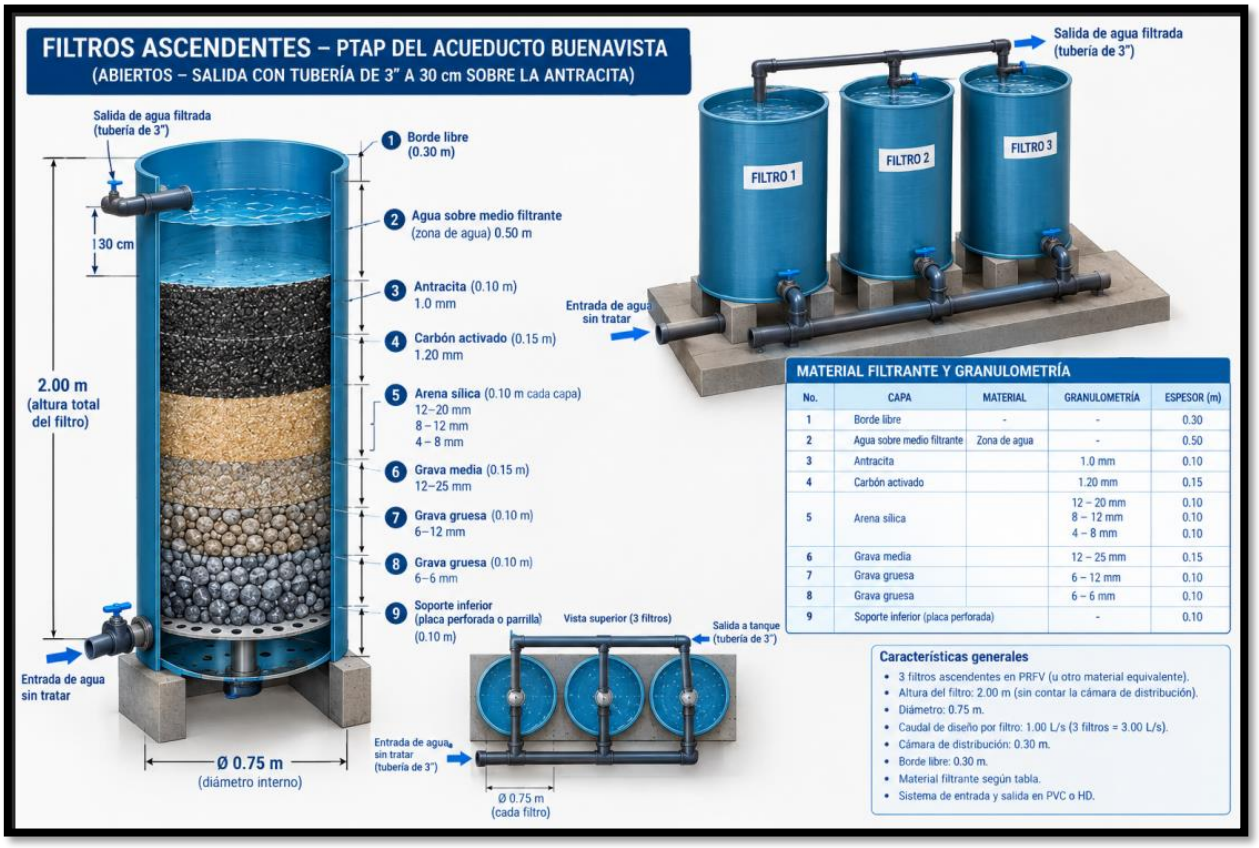
$$V = 0.66m/s$$

También es hidráulicamente viable.

Cada filtro debe tener:

- válvula de aislamiento;
- válvula de lavado;
- drenaje;
- salida de agua filtrada;
- posibilidad de aislar individualmente la unidad.

DIAGRAMA DE LOS FILTROS



12.3. CALCULO DE RETROLAVADO

PTAP – TRES FILTROS DE LECHO MIXTO

a) Características de los filtros

Se proyectan tres filtros verticales independientes, cada uno con:

- Diámetro interior: 0,75 m
- Altura total: 2,00 m
- Número de filtros: 3
- Caudal total de tratamiento: 3,00 L/s
- Caudal normal por filtro: 1,00 L/s
- Caudal de retro lavado disponible: 3,00 L/s
- Retro lavado: un filtro a la vez
- Sentido del retro lavado: ascendente
- Agua de lavado: proveniente de la bomba
- Línea principal de lavado: 3"**,** preliminar

- Arena sílica: 0,30 m, D10=0,50 mmD_{10}=0,50\ mm
- Antracita: 0,40 m, D10=1,00 mmD_{10}=1,00\ mm

La disposición de los tres filtros permite que uno sea retirado de servicio para lavado mientras los otros dos permanecen disponibles para la operación de la planta.

b) Estratigrafía de cada filtro

La configuración adoptada es:

Cota	Material	Espesor
2,00 m	Borde superior	—
1,70 m	Nivel máximo de agua	—
1,35 m	Antracita	0,40 m
0,95 m	Arena sílica	0,30 m
0,65 m	Grava 3–6 mm	0,10 m
0,55 m	Grava 6–12 mm	0,10 m
0,45 m	Grava 12–25 mm	0,15 m
0,30 m	Cámara de distribución	0,30 m
0,00 m	Fondo	—

❖ Profundidad total del material granular:

$$Hm=0,40+0,30+0,10+0,10+0,15$$

$$Hm=1,05\ m$$

c) Área transversal

Para cada filtro:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0.75)2}{4}$$

$$A = 0.4418m2$$

Los tres filtros tienen:

$$AT=3(0,4418)$$

$$AT=1{,}3254\ m^2$$

d) Caudal de operación normal

❖ El caudal de la planta es:

$$QT = 3{,}00\ L/s$$

e) Al operar los tres filtros simultáneamente:

$$Qf = \frac{3}{3}$$

$$Qf = 1.00 l/s$$

e) Tasa de filtración normal

Para cada filtro:

$$Tf = \frac{Qf}{A}$$

$$Tf = \frac{0.001}{0.4418}$$

$$Tf = 0.002263(86400)$$

$$Tf = 195.5 m3 / m2 / d$$

Este valor está dentro del rango de referencia RAS para filtración rápida con lecho mixto.

f) Caudal de retro lavado

Para el lavado individual se dispone de:

$$QL=3{,}00\ L/s$$

$$QL=3{,}00\ m3/s$$

$$QL=10{,}80\ m3/h$$

Durante el retrolavado:

Filtro 1: 3 L/s
Filtro 2: cerrado
Filtro 3: cerrado

Posteriormente se repite el procedimiento para F2 y F3.

7. Velocidad ascensional

La velocidad ascensional se determina mediante:

$$Vl = \frac{Ql}{A}$$

$$Vl = \frac{0.003}{0.4418}$$

$$Vl = 0.00679$$

En m/min:

$$VL=0,00679(60)$$

$$VL=0,407 \text{ m/min}$$

En m/h:

$$VL=24.43 \text{ m/h}$$

El caudal requerido sería:

$$Qreq=VRAS^{A}$$

$$Qreq=0,010(0,4418)$$

$$Qreq=0,004418m3/s$$

$$Qreq=4,42L/s$$

Por Tanto

Condición	Caudal
Disponible	**3,00 L/s**
Necesario para	**4,42 L/s**
Diferencia	**1,42 L/s**

9. Tubería de retro lavado de 3"

Adoptando preliminarmente un diámetro interior de:

$$D=0,075m$$

Área:

$$A = 0.4418m2$$

Velocidad:

$$Vp = \frac{0.003}{0.00442}$$

$$Vp = 0.68m/s$$

10. Volumen de agua de retro lavado

Se propone inicialmente un ciclo de: TL=10min

Entonces:

$$VL=Qt$$

$$VL=0,003(10)(60)$$

$$VL=0,003(10)(60)$$

$$VL=1,80m^3/filtro$$

Para los tres filtros:

$$VLT=3(1,80)$$

$$VLT=5,40m^3$$

Si se lavan los tres filtros consecutivamente, el consumo total de agua para tres ciclos de 10 minutos será aproximadamente:

$$5,40m^3$$

11. Si se utiliza un lavado de 8 minutos

También podemos adoptar inicialmente:

$$tL=8min$$

Entonces:

$$V=3(8)(60)$$

$$V=1,44m3/filtro$$

Para los tres:

$$VT=3(1,44)$$

$$VT=4,32m^3$$

Cuadro comparativo

Tiempo	Volumen/filtro	Volumen 3 filtros
8 min	1,44 m³	4,32 m³
10 min	1,80 m³	5,40 m³

2. Expansión geométrica disponible

La altura inicial del medio es:

$$H0=1,05m$$

La superficie superior inicial está en:

$$Cota=1,35m$$

El nivel máximo de agua está en:

$$Cota=1,70m$$

Por tanto, la expansión geométrica máxima hasta ese nivel es:

$$H\ exp=1,70-1,35$$

$$H\ exp=0,35m$$

La altura máxima expandida sería:

$$He=1,05+0,35$$

$$He=1,40m$$

Porcentaje:

$$E=1,40-1,05 \ / \ 1.05$$

$$E= 33.3\%$$

Debe dejarse margen para evitar que la antracita alcance la zona de recolección.

13. Secuencia hidráulica del retro lavado

La operación propuesta es:

Fase 1 – Sacar filtro de servicio

Cerrar:

Ventrada

Cerrar:

Vsalida

Abrir: V drenaje

Fase 2 – Alimentación de lavado

Abrir lentamente la válvula de retrolavado.

La bomba entrega:

$$Q=3L/s$$

El agua ingresa por la cámara inferior**.**

Fase 3 – Descarga

El agua de lavado sale por la parte superior hacia:

drenaje de aguas de lavado

No debe regresar directamente al agua potable almacenada.

15. Retrolavado de Filtro 1

Q=3L/s

t=10min

V=1,80m^3

Una vez terminado:

1. cerrar alimentación de lavado;
2. cerrar drenaje;
3. llenar progresivamente;
4. realizar enjuague inicial;
5. descargar el primer volumen de agua filtrada a drenaje;
6. volver a servicio.

16. Retrolavado de Filtro 2

Mismo procedimiento:

Q=3L/s

t=10min

V=1,80m3

21. Resumen de diseño de los tres filtros

Concepto	Resultado
Número de filtros	**3**
Diámetro cada filtro	**0,75 m**
Altura	**2,00 m**
Área/filtro	**0,4418 m²**
Área total	**1,3254 m²**
Caudal planta	**3,00 L/s**
Caudal normal/filtro	**1,00 L/s**
Tasa filtración	**195,5 m³/m²·d**
Arena	**0,30 m**
Arena D10D_{10}	**0,50 mm**
Antracita	**0,40 m**

Concepto	Resultado
Antracita D10D_{10}	**1,00 mm**
Grava total	**0,35 m**
Medio total	**1,05 m**
Caudal lavado/filtro	**3,00 L/s**
Velocidad ascensional	**0,407 m/min**
Criterio RAS	**≥0,60 m/min**
Caudal para 0,60 m/min	**4,42 L/s**
Tubería lavado preliminar	**3"**
Velocidad en 3"	**≈0,68 m/s**
Tiempo lavado adoptado	**10 min**
Volumen/filtro	**1,80 m³**
Volumen 3 filtros	**5,40 m³**
Tiempo lavado 3 filtros	**30 min**

El retrolavado se realizará individualmente, mediante alimentación hidráulica proveniente de la bomba, con un caudal disponible de 3,00 L/s. Para un filtro de 0,75 m de diámetro, este caudal genera una velocidad ascensional de 0,407 m/min.

13. DISEÑO DEL SISTEMA DE DOSIFICACIÓN HIDRÁULICA PARA NEUTRALIZANTE, PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP).

a) Descripción general.

Se proyecta el suministro e instalación de tres sistemas de dosificación hidráulica por gravedad, destinados a la aplicación controlada de productos químicos para el tratamiento del agua cruda, de acuerdo con las características fisicoquímicas y microbiológicas determinadas mediante los correspondientes análisis de laboratorio.

b) El primer sistema de dosificación estará destinado a la aplicación de un agente alcalinizante o neutralizante, que podrá corresponder a hidróxido de sodio (soda cáustica) o cal hidratada en solución, según los resultados de los ensayos de laboratorio y los requerimientos del proceso de tratamiento. Su función principal será realizar el ajuste y control del pH del agua cruda, con el propósito de establecer las condiciones químicas adecuadas para las etapas posteriores de coagulación, floculación, sedimentación y desinfección.

c) El Segundo Sistema De Dosificación estará destinado a la aplicación de un coagulante, principalmente sulfato de aluminio o policloruro de aluminio (PAC), de acuerdo con los resultados de las pruebas de tratabilidad y, particularmente, de los ensayos de jarras.

d) El tercer sistema de dosificación se utilizará para la aplicación de cloro como agente desinfectante, con el objetivo de reducir o eliminar los microorganismos patógenos presentes en el agua, incluyendo coliformes fecales y Escherichia coli. La dosificación deberá establecerse de acuerdo con la calidad microbiológica del agua, la demanda de cloro, el caudal de tratamiento y el tiempo de contacto disponible, garantizando una concentración residual de desinfectante adecuada a la salida del proceso.

Los tres sistemas deberán contar con los elementos necesarios para permitir una dosificación regulable y controlada, considerando el caudal de agua a tratar, la concentración de cada producto químico, la dosis requerida y las condiciones de operación de la planta. La selección definitiva de los productos, concentraciones y dosis de aplicación deberá sustentarse las pruebas de Jarras.

Debido a que la PTAP no dispone de energía eléctrica, el sistema operará completamente por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel entre el tanque de almacenamiento de la solución química y el punto de inyección. Este tipo de sistema es confiable, de fácil operación, bajo costo de mantenimiento y apropiado para acueductos rurales.

e) Parámetros de diseño

Parámetro	Valor
Caudal de diseño PTAP	3,0 L/s
Tipo de dosificación	Hidráulica por gravedad
Producto químico	Neutralizante (Soda Cáustica o equivalente)
Material del tanque	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Capacidad del tanque	300 litros
Energía eléctrica	No requerida
Regulación	Mediante válvula tipo aguja

c) Componentes del sistema

El sistema estará conformado por:

- Tanque tipo botella de 300 litros en polietileno de alta densidad (PEAD), resistente a productos químicos.
- Base metálica o en concreto para elevar el tanque y proporcionar la carga hidráulica necesaria.
- Tapa superior hermética de inspección y llenado.
- Punto de llenado con tapa roscada.
- Indicador visual de nivel del tanque (tubo transparente graduado).
- Válvula de salida en PVC o CPVC resistente a productos químicos.
- Válvula tipo aguja o válvula de regulación fina para ajustar el caudal de dosificación.
- Tubería de conducción en PVC o manguera química de alta resistencia.
- Válvula de retención para evitar el retorno del agua.
- Punto de aplicación ubicado en la cámara de mezcla rápida o en la tubería de entrada de la PTAP.
- Soportes, abrazaderas y accesorios de fijación.

d) Funcionamiento

El neutralizante preparado dentro del tanque desciende por gravedad a través de la tubería de dosificación.

El caudal de aplicación se regula mediante una válvula tipo aguja, permitiendo ajustar la dosis de acuerdo con:

- Caudal tratado.
- pH del agua cruda.
- Resultados de pruebas de jarras.

- Variaciones estacionales de la calidad del agua.

La solución química se incorpora directamente en el punto de mezcla rápida, donde se garantiza una distribución homogénea antes del proceso de coagulación.

e) Autonomía del tanque

Capacidad: 300 litros

Si se prepara una solución para varios días de operación, la autonomía dependerá de la dosis requerida y del consumo diario del neutralizante. Para un caudal de 3,0 L/s, un tanque de 300 L proporciona una reserva suficiente para la operación continua de varios días, reduciendo la frecuencia de recarga y facilitando la operación del sistema.

f) Recomendaciones de instalación

- Instalar los tanque a una altura mínima de 1,20 a 1,50 m sobre el punto de inyección para asegurar una presión hidráulica adecuada.
- Proteger el tanque de la radiación solar directa mediante una cubierta o caseta.
- Instalar el sistema sobre una estructura nivelada y estable.
- Incorporar una válvula de cierre para facilitar el mantenimiento.
- Disponer de un drenaje para el vaciado y limpieza periódica del tanque.
- Utilizar materiales resistentes a soluciones alcalinas y a la corrosión.

g) Ventajas del sistema

- No requiere energía eléctrica.
- Bajo costo de operación.
- Fácil mantenimiento.
- Operación sencilla por parte del fontanero.
- Alta confiabilidad para acueductos rurales.
- Dosificación continua mediante gravedad.
- Ajuste manual preciso del caudal de dosificación.
- Alta resistencia a la corrosión y a los productos químicos.

h) Especificaciones técnicas

Característica	Especificación
Tanque	Tipo botella en PEAD
Capacidad	300 L
Color	Blanco natural o negro con protección UV
Tubería de dosificación	PVC de ½"
Regulación	Válvula tipo aguja en PVC
Punto de aplicación	Cámara de mezcla rápida o tubería de entrada
Método de dosificación	Flujo por gravedad
Fuente de energía	No requiere

i) Especificación técnica para presupuesto

Suministro e instalación de sistema de dosificación hidráulica por gravedad para neutralizante**,** compuesto por un tanque tipo botella de 300 litros en polietileno de alta densidad (PEAD), estructura de soporte, punto de llenado con tapa hermética, indicador de nivel, válvula de salida, válvula de regulación tipo aguja, tubería y accesorios en PVC resistentes a productos químicos, válvula de retención, soportes, conexiones y punto de aplicación en la unidad de mezcla rápida de la PTAP**.** El sistema funcionará exclusivamente por gravedad, sin requerimiento de energía eléctrica, permitiendo la dosificación continua y regulable de la solución neutralizante para la corrección del pH del agua cruda. Incluye suministro de materiales, transporte, montaje, pruebas de funcionamiento, calibración inicial y puesta en operación, garantizando un sistema seguro, eficiente y adecuado para una PTAP con caudal de diseño de 3,0 L/s**.**

14. INSTALACIÓN DE MACROMEDIDOR DE SALIDA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

Se realizará el suministro e instalación de uno (1) macromedidores de 3 pulgadas**,** en la tubería de salida de agua tratada de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), con el propósito de medir y controlar el caudal y efluente del sistema, permitiendo un adecuado seguimiento de la operación de la planta y la optimización de la dosificación de productos químicos.

Las actividades incluyen el suministro de los macromedidor, accesorios hidráulicos, bridas, empaques, pernos, válvulas, soportes y demás elementos requeridos para su correcta instalación. Asimismo, se efectuará el corte y adecuación de la tubería existente, el montaje de los equipos, el alineamiento de las conexiones, las pruebas de estanqueidad y funcionamiento, así como la calibración inicial de los medidores para garantizar la precisión de las mediciones.

Con la instalación de este equipo se facilitará el control operativo de la PTAP, la evaluación de la eficiencia del proceso de tratamiento, el cálculo preciso de las dosis de productos químicos y el seguimiento de los volúmenes de agua captada y tratada, contribuyendo a una gestión eficiente del sistema de abastecimiento.

15.CONSTRUCCIÓN DE PLACA DE CONCRETO PARA EL MONTAJE DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

Se construirá una placa de concreto reforzado destinada al soporte y montaje de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), diseñada para transmitir de manera segura las cargas estáticas y dinámicas generadas por las estructuras, equipos, tuberías y accesorios que conforman el sistema de tratamiento.

La placa se ejecutará sobre una subbase debidamente conformada y compactada, garantizando la capacidad portante del terreno y la estabilidad de la estructura. Comprende las actividades de localización y replanteo, excavación, conformación y compactación de la subrasante, suministro e instalación de material granular para la subbase, formaletas, acero de refuerzo, vaciado de concreto estructural con la resistencia especificada en los diseños, vibrado, nivelación, acabado superficial y curado del concreto.

La estructura deberá incorporar los pernos de anclaje, platinas o elementos de fijación necesarios para el montaje de la PTAP, así como las reservas y

pasamuros para el paso de tuberías hidráulicas, líneas de drenaje y demás instalaciones requeridas. La superficie deberá quedar completamente nivelada y alineada, garantizando el correcto asentamiento de los módulos de tratamiento y evitando deformaciones o esfuerzos adicionales durante la operación.

La placa se diseñará considerando el peso propio de la PTAP, el volumen de agua contenido durante la operación, las cargas de mantenimiento y los factores de seguridad establecidos en la normativa estructural vigente. El concreto y el acero de refuerzo deberán cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto y con la normativa colombiana aplicable.

La actividad incluye el suministro de materiales, transporte, mano de obra, equipos, formaletas, acero de refuerzo, concreto, anclajes, curado, limpieza final y todas las labores necesarias para dejar la placa terminada y apta para el montaje y puesta en funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable.

16. CONSTRUCCIÓN DE UNA CASETA PARA ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AGUA

Se realizará la construcción de una caseta destinada al almacenamiento seguro y organizado de productos químicos utilizados en el tratamiento del agua, así como de equipos, herramientas, accesorios e insumos asociados a la operación y mantenimiento del sistema de tratamiento

17. **SE DEBE REALIZAR EL SUMINISTRO DE EQUIPOS DE MEDICIÓN DE CLORO RESIDUAL Y PH,** destinados a que el personal de fontanería pueda efectuar el control y seguimiento de la calidad del agua potable.

El equipo permitirá realizar mediciones periódicas de cloro residual, con el fin de verificar que el agua mantenga niveles adecuados de desinfección, así como controlar y ajustar el pH del agua cuando sea necesario.

Asimismo, se deberá suministrar una caneca de cloro para la dosificación y aplicación del producto en el tanque de almacenamiento de agua potable**,** de acuerdo con las necesidades de desinfección y las condiciones de operación del sistema.

Una vez realizada la aplicación del cloro, se deberá efectuar la correspondiente medición de cloro residual en el agua, con el propósito de verificar la concentración obtenida y garantizar que el agua almacenada mantenga condiciones adecuadas para su uso y consumo.