DISEÑO HIDRAULICO PTAP

"REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE ACUEDUCTO DE LA VEREDA TOQUILLA SECTOR CENTRO DEL MUNICIPIO DE AQUITANIA BOYACA".

CONTRATO No 004 DE 2023

CONTRATANTE:

MUNICIPIO DE AQUITANIA - NIT: 800.077.545-5
R/L: ÓSCAR DARÍO HURTADO PÉREZ

CONTRATISTA:

AQUACIVIL SAS BIC
NIT: 900.930.173-0
R/L: JULLIET ANGELICA BARRERA SANCHEZ

SUPERVISOR:
ING. DIEGO ALEJANDRO MONTAÑA
Director de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios

REPUBLICA DE COLOMBIA
DEPARTAMENTO DE BOYACÁ
MUNICIPIO DE AQUITANIA
NOVIEMBRE DE 2024
INFORME FINAL

DISEÑO HIDRÁULICO PTAP

CÓDIGO:
DAHPTAP01

Cargo	Responsable	Firma
Firma Consultoría	**AQUACIVIL SAS BIC**	
Ingeniero Hidráulico	**EDGAR LEONARDO PRECIADO MORALES** Ingeniero Civil – Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental	
Supervisor del contrato	**ING. DIEGO ALEJANDRO MONTAÑA** Director de la Unidad de Servicios Públicos Domiciliarios	

Yo, Edgar Leonardo Preciado Morales, en calidad de profesional responsable del **Diseño Hidráulico** del sistema de Tratamiento de Agua Potable.

_____

EDGAR LEONARDO PRECIADO MORALES
Ingeniero Civil
Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental
T.P. 15202221700BYC

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION 6
2. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA 7
2.1 Estudio De la Población 8
2.1.1 Periodo de Diseño 8
2.1.2 Proyección de la Población 8
2.1.3 Población flotante 18
2.1.4 Población de diseño 19
2.2 Estudios De Demanda De Agua 19
2.2.1 Dotación Neta 19
2.2.2 Dotación Bruta 19
2.2.3 Caudal medio diario 20
2.2.4 Caudal Máximo Diario 20
2.2.5 Caudal Máximo Horario 20
2.2.6 Caudal de diseño 20
3. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE 22
3.1 Parámetros de diseño de los sistemas de tratamiento de agua potable 23
3.2 Resultados de la caracterización del agua cruda 24
3.3 Tren de Tratamiento 27
3.4 Floculación 29
3.5 Sedimentación 31
3.6 Filtración 34
3.7 Desinfección 37
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Censos Población urbana de Aquitania 8
Tabla 2. Censos Población vereda Toquilla.....9
Tabla 3. Cálculo de la población por el método aritmético.....11
Tabla 4. Cálculo de la población por el método Geométrico.....13
Tabla 5. Cálculo de la población por el método Exponencial.....14
Tabla 6. Resumen de la proyección de población por cada método.....16
Tabla 7. Población de diseño 19
Tabla 8. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar.....19
Tabla 9. Caudales de Diseño 21
Tabla 10. Resultados Fisicoquímicos del análisis de agua cruda 24
Tabla 11. Resultados Fisicoquímicos del análisis de agua cruda Q. El Aliso (Serviquimicos) 24
Tabla 12. tecnologías de tratamiento de potabilización 27
Tabla 13. tecnologías de tratamiento de potabilización 28
Tabla 14. Parámetros de referencia de diseño mezcla rápida 30
Tabla 15. Parámetros de referencia de Floculación convencional 30
Tabla 16. Diseño del floculador de medio poroso 31
Tabla 17. Parámetros de referencia de sedimentación.....32
Tabla 18. Parámetros de referencia de sedimentación de alta tasa 32
Tabla 19. Parámetros de referencia factor forma módulos de sedimentación.....33
Tabla 20. Diseño del sedimentador de alta tasa 34
Tabla 21. Características de filtración convencional 34
Tabla 22. Características de filtración lenta en múltiples etapas /FiME) 35
Tabla 23. Características de membranas de filtración avanzada.....35
Tabla 24. Diseño de filtros rápidos 37
Tabla 25. Espesor de capas de filtración.....37
Tabla 26. Tipos de desinfección 38
Tabla 27. Parámetros de Desinfección por cloración (< 1 UNT) 39
Tabla 28. Parámetros de Desinfección por cloración (1 - 2 UNT).....39

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Proyección de la población por cada método 18
Ilustración 2 Diagrama de procesos seleccionados – Tren de Tratamiento 29
Ilustración 3 Floculador de medio poroso 31
Ilustración 4 Sedimentador de alta tasa.....33
Ilustración 5 Filtración Rápida 36
Ilustración 6 Dosificador de pastillas de hipoclorito de calcio.....40

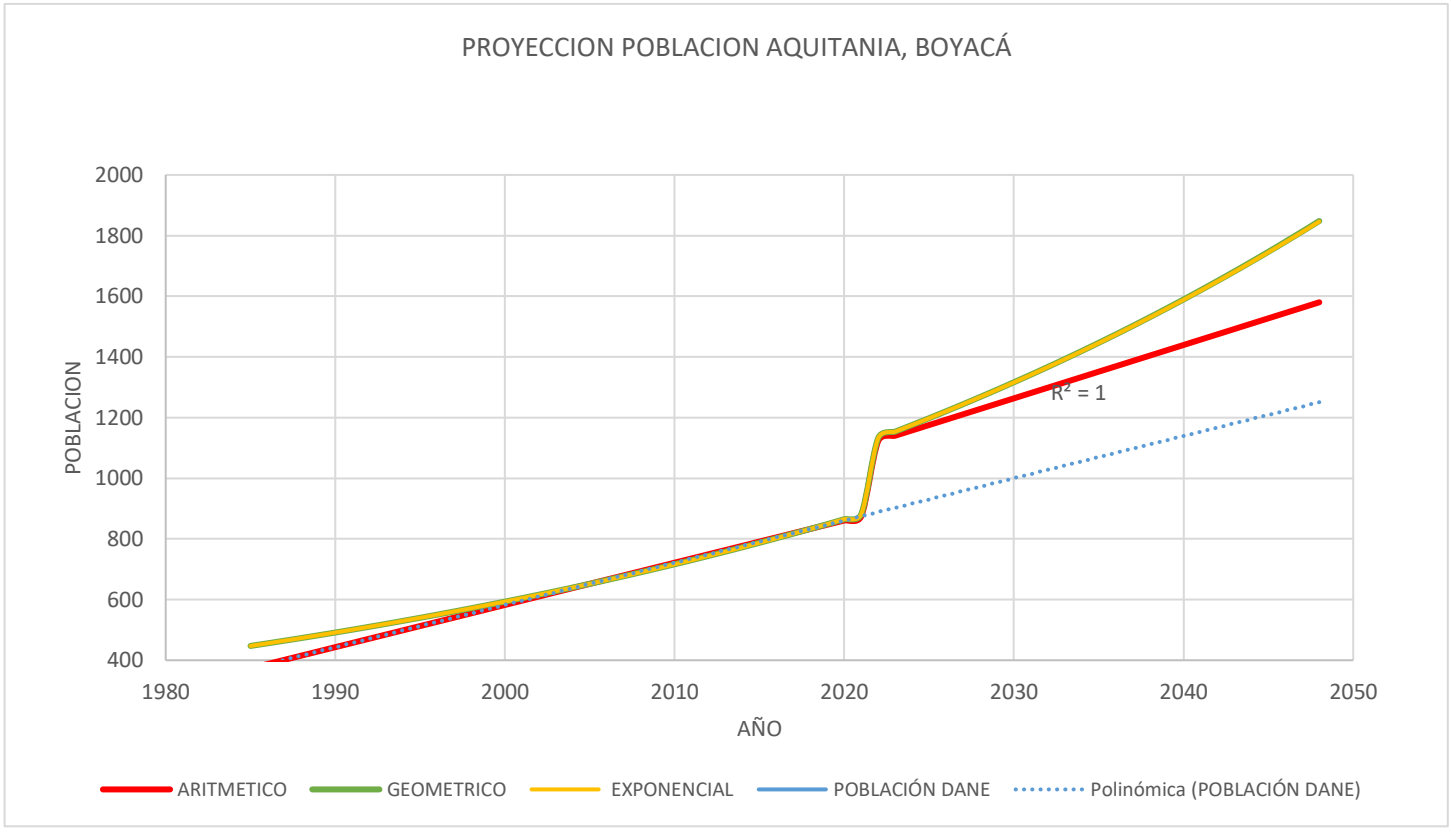
1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el análisis de las alternativas posibles para suplir las necesidades de los habitantes del centro poblado de la vereda de Toquilla (Centro poblado por la Vía principal de Sogamoso – Aguazul), aunque todas las alternativas son posibles en su construcción, se escogió la alternativa No 3 proveniente de la Quebrada El Aliso (Sistema Existente), que tiene menor costo para la construcción u optimización, menos problemas ambientales y no menor permisos de servidumbre que requieran para su intervención, es un sistema existente que cuenta con concesión de agua y una conducción de 3" en PVC, en el sitio de captación habitan personas que no quieren dejar captar el recurso hídrico desde la quebrada el aliso, por lo cual es necesario una intervención por parte de las autoridades competentes para la construcción del proyecto.

La fuente con mayores contaminantes es la alternativa que contempla el río Cusiana, debido a que aguas arriba se encuentran productores de pisciculturas y existe actividad ganadera, las demás alternativas tienen sus fuentes hídricas de mejor calidad en sus características fisicoquímicas.

El presente estudio contempla el diseño de la Planta de Tratamiento de Agua Potable PTAP con la fuente mas deficiente en sus características fisicoquímicas, por lo tanto, se presenta con tratamientos adicionales, las demás fuentes pueden contar con un tratamiento de filtración y desinfección, sin embargo en época de invierno la turbiedad se incrementa por lo que es recomendable realizar la construcción de la PTAP con los tratamientos presentados en el presente estudio para cualquier alternativa.

2. ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA





2.1 Estudio De la Población

2.1.1 Periodo de Diseño

Tabla 1. Censos Población urbana de Aquitania

Departamento	Boyacá
Ciudad / Municipio	Aquitania
Vereda / Centro Poblado	Toquilla
No de viviendas actual	150
No de habitantes por vivienda	3.4
Altura sobre el nivel del mar del centro poblado	2.950 m.s.n.m.

Fuente: estudio

De acuerdo con la Resolución 330 de 2017 del Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, para todos los componentes de los sistemas de acueducto se adopta como periodo de diseño **25 años**.

2.1.2 Proyección de la Población

La definición de los criterios de diseño parte del cumplimento de los requisitos establecidos en el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS (Res 330 de 2017 y 799 de 2021) y demás normas aplicables, en las cuales se señalan los requisitos, parámetros y procedimiento técnicos mínimos que obligatoriamente deben reunir los diferentes procesos involucrados en la concepción, construcción, puesta en marcha y operación de los sistemas de acueducto.

Para la obtención de la población de diseño de la población urbana del municipio de Aquitania se utilizarán diversos métodos de ajuste matemático, los cuales se basan en el crecimiento de tipo aritmético, geométrico, exponencial, de la curva de crecimiento, con el fin de compararlos entre sí tras un análisis de sensibilidad, y decidir mediante cuál de ellos se refleja el crecimiento real poblacional del municipio, según los registros históricos censales mostrados en la Tabla, para posteriormente realizar el estimativo de la misma al final del periodo de diseño, para lo cual se ha decido tomar el promedio estimado de los tres métodos.

Tabla 2. Censos Población vereda Toquilla

AÑO Censo	Población Toquilla (hab)
1993	300
2005	370

Fuente: municipio de Aquitania

Cálculo de la proyección de población según métodos propuestos:

Método Aritmético. Este tipo de crecimiento poblacional es aplicado a ciudades pequeñas no industrializadas y a zonas rurales, y parte de la base que el crecimiento de la población es lineal, o sea, supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

$$\boldsymbol{Pf} = \boldsymbol{PUC}\,\frac{\boldsymbol{PUC-PCI}}{\boldsymbol{TUC-TCI}}\,(Tf - TUC)$$

Donde, P_f es la población (hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar la población, P_{uc} es la población (hab) correspondiente al último año censado con información, P_{ci} es la población (hab) correspondiente al censo inicial con información, T_{uc} es el año correspondiente al último año censado con información, T_{ci} es el año correspondiente al censo inicial con información y T_f es el año al cual se quiere proyectar la información.

La aplicación exacta de la fórmula implica no tener en cuenta la dinámica de crecimiento en los años intermedios con información censada. Por tanto, a los resultados obtenidos se les ha hecho un análisis de sensibilidad teniendo en cuenta las siguientes variaciones metodológicas:

Usar como año inicial para la proyección cada uno de los años existentes entre el primero y el penúltimo censo.
Calcular una tasa de crecimiento poblacional representativa de la dinámica entre los diferentes datos censales y disponibles, y con esto realizar las proyecciones a partir de los datos del último censo.

$$\boldsymbol{K}" = \frac{(PUC - PCI)}{(TUC - TCI)}$$

***Método Geométrico*.** Este método es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades.

La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc}\left(1+r\right)^{Tf-Tuc}$$

Donde *r* es la tasa de crecimiento anual en forma decimal y las demás variables se definen igual que para el método anterior. La tasa de crecimiento anual se calcula de la siguiente manera:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)^{\frac{1}{(Tuc-Tci)}} - 1$$

La aplicación de este método tampoco tiene en cuenta la dinámica de crecimiento en los años intermedios, por lo cual sus resultados se han sometido a un análisis de sensibilidad similar al efectuado para el método Aritmético.

Método exponencial. La utilización de este método requiere conocer por lo menos tres censos para poder determinar el promedio de la tasa de crecimiento de la población. Se recomienda su aplicación a poblaciones que muestren apreciable desarrollo y posean extensas áreas de expansión. La ecuación empleada por este método es la siguiente:

$$P_f = P_{ci} * e^{k*(Tf-Tci)}$$

Donde *k* es la tasa de crecimiento de la población, la cual se calcula como el promedio de las tasas calculadas para cada par de censos, así:

$$k = \frac{LnP_{cp} - LnP_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

La diferencia de este método y el de crecimiento geométrico, radica en que en el primero el tiempo se toma como una variable continua, y en el segundo es una variable discreta. En tal sentido, la tasa de crecimiento diferirá en los dos modelos: En el primero medirá la tasa

instantánea de crecimiento y en el segundo estará evaluando la tasa de crecimiento entre puntos en el tiempo que están igualmente espaciados.

Con los métodos anteriores se realiza la tasa de crecimiento teniendo en cuenta los diferentes censos, entre censos se realiza el cálculo del porcentaje de crecimiento por cada método expuesto anteriormente, quedando como resultado de la siguiente manera:

Tabla 3. Cálculo de la población por el método aritmético

DEPARTAMENTO	BOYACÁ
MUNICIPIO	AQUITANIA
VEREDA / CENTRO POBLADO	TOQUILLA
AÑO DE INICIO DEL PROYECTO	2025
PERIODO DE DISEÑO	25 AÑOS (2050)

METODO ARITMETICO	
Pci (habitantes) 1993	300
Tci (años)	1993
Puc (habitantes) 2005	370
Tuc (años)	2005
Pf (habitantes) casco urbano	633
Tf (años)	2050

AÑO	POBLACIÓN
2005	370
2006	376
2007	382
2008	388
2009	393
2010	399
2011	405
2012	411
2013	417
2014	423
2015	428

AÑO	POBLACIÓN
2016	434
2017	440
2018	446
2019	452
2020	458
2021	463
2022	469
2023	475
2024	481
2025	487
2026	493
2027	498
2028	504
2029	510
2030	516
2031	522
2032	528
2033	533
2034	539
2035	545
2036	551
2037	557
2038	563
2039	568
2040	574
2041	580
2042	586
2043	592
2044	598
2045	603
2046	609
2047	615
2048	621
2049	627
2050	633

Fuente: Autor del estudio

Tabla 4. Cálculo de la población por el método Geométrico

DEPARTAMENTO	BOYACÁ
MUNICIPIO	AQUITANIA
VEREDA / CENTRO POBLADO	TOQUILLA
METODO GEOMETRICO	
Pci (habitantes)	300
Tci (años)	1993
Puc (habitantes)	370
Tuc (años)	2005
r (Tasa de crecimiento anual en forma decimal)	1,76%
Pf (habitantes)	812
Tf (años)	2050

AÑO	POBLACIÓN
2005	370
2006	377
2007	383
2008	390
2009	397
2010	404
2011	411
2012	418
2013	426
2014	433
2015	441
2016	448
2017	456
2018	464
2019	473
2020	481
2021	489
2022	498
2023	507

AÑO	POBLACIÓN
2024	516
2025	525
2026	534
2027	543
2028	553
2029	563
2030	573
2031	583
2032	593
2033	604
2034	614
2035	625
2036	636
2037	647
2038	659
2039	670
2040	682
2041	694
2042	706
2043	719
2044	731
2045	744
2046	758
2047	771
2048	784
2049	798
2050	812

Fuente: Autor del estudio

Tabla 5. Cálculo de la población por el método Exponencial

DEPARTAMENTO	BOYACÁ
MUNICIPIO	AQUITANIA
VEREDA / CENTRO POBLADO	TOQUILLA
METODO EXPONENCIAL	

Pca (habitantes)	300
Tca (años)	1993
Pci (habitantes)	370
Tci (años)	2005
Pcp (habitantes)	370
Tcp (años)	2005
k (Tasa de crecimiento de la población)	1,7477%
Pf (habitantes)	812
Tf (años)	2050

AÑO	POBLACIÓN
2005	370
2006	377
2007	383
2008	390
2009	397
2010	404
2011	411
2012	418
2013	426
2014	433
2015	441
2016	448
2017	456
2018	464
2019	473
2020	481
2021	489
2022	498
2023	507
2024	516
2025	525
2026	534
2027	543
2028	553

AÑO	POBLACIÓN
2029	563
2030	573
2031	583
2032	593
2033	604
2034	614
2035	625
2036	636
2037	647
2038	659
2039	670
2040	682
2041	694
2042	706
2043	719
2044	731
2045	744
2046	758
2047	771
2048	784
2049	798
2050	812

Fuente: Autor del estudio

A continuación, se resume las proyecciones de población por cada método calculado (Aritmético, Geométrico y Exponencial) teniendo en cuenta la proyección de la población del centro poblado de Toquilla en el municipio de Aquitania, proyectada desde el presente año (2024).

Tabla 6. Resumen de la proyección de población por cada método

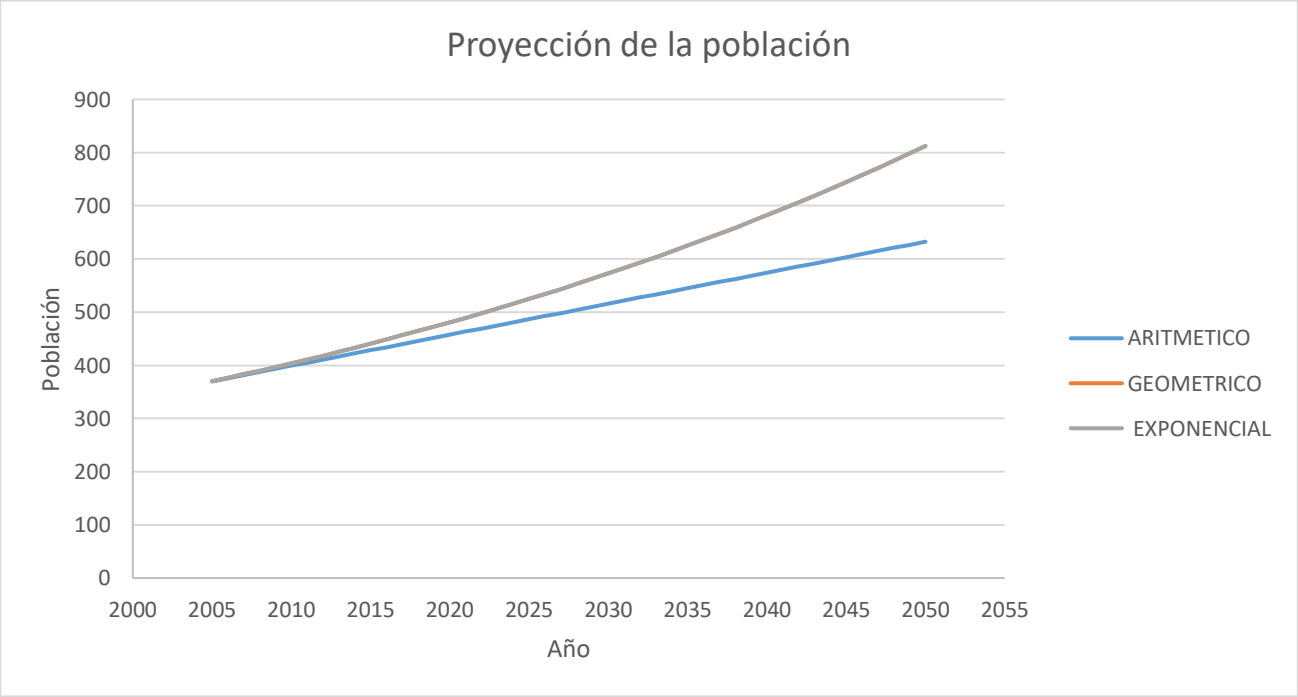
AÑO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL
2005	370	370	370
2006	376	377	377
2007	382	383	383
2008	388	390	390
2009	393	397	397
2010	399	404	404

AÑO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL
2011	405	411	411
2012	411	418	418
2013	417	426	426
2014	423	433	433
2015	428	441	441
2016	434	448	448
2017	440	456	456
2018	446	464	464
2019	452	473	473
2020	458	481	481
2021	463	489	489
2022	469	498	498
2023	475	507	507
2024	481	516	516
2025	487	525	525
2026	493	534	534
2027	498	543	543
2028	504	553	553
2029	510	563	563
2030	516	573	573
2031	522	583	583
2032	528	593	593
2033	533	604	604
2034	539	614	614
2035	545	625	625
2036	551	636	636
2037	557	647	647
2038	563	659	659
2039	568	670	670
2040	574	682	682
2041	580	694	694
2042	586	706	706
2043	592	719	719
2044	598	731	731
2045	603	744	744
2046	609	758	758

AÑO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL
2047	615	771	771
2048	621	784	784
2049	627	798	798
2050	633	812	812

Fuente: Autor del estudio

Ilustración 1 Proyección de la población por cada método



Fuente: Autor del estudio

2.1.3 Población flotante

Se determina un 10% de población flotante de acuerdo con las características que tiene el centro poblado de Toquilla del municipio de Aquitania, debido a que se encuentra sobre una vía nacional principal de alto flujo vehicular que comunica el departamento de Boyacá con el departamento de Casanare, Por lo cual se presenta alto tránsito de turistas en ambos sentidos.

2.1.4 Población de diseño

Tabla 7. Población de diseño

POBLACION PROYECTADA DE DISEÑO	POBLACION PROYECTADA DE DISEÑO	POBLACION FLOTANTE	POBLACION FINAL DE DISEÑO
2050	812	81	894

Fuente: Autor del estudio

2.2 Estudios De Demanda De Agua

2.2.1 Dotación Neta

La dotación neta corresponde a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto.

Tabla 8. Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/hab-día)
> 2000 m.s.n.m.	120
1000 – 2000 m.s.n.m.	130
< 1000 m.s.n.m.	140

Fuente: RAS (Resolución 330 de 2017)

El centro poblado de Toquilla del municipio de Aquitania se encuentra a **2950 m.s.n.m**. es un municipio colombiano localizado en la provincia de Sugamuxi al Oriente del Departamento de Boyacá, por lo cual la Dotación neta máxima es de **120 (L/hab-día).**

2.2.2 Dotación Bruta

La dotación bruta para el diseño del sistema de acueducto se debe calcular de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$D_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%P}$$

El porcentaje de pérdidas técnicas máximas admisibles en la ecuación anterior no deberá superar el 25%, por lo cual la dotación bruta será:

$$D_{bruta} = \frac{120\ (L/hab - día).}{1 - 25\%}$$

$$\boldsymbol{D_{bruta} = 160\ (L/hab - día)}$$

2.2.3 Caudal medio diario

Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año.

$$Q_{md} = \frac{P * D_{bruta}}{86400}$$

$$Q_{md} = \frac{894\ habitantes * 160\ (L/hab - día)}{86400s}$$

$$\boldsymbol{Q_{md} = 1.65\ L/s}$$

2.2.4 Caudal Máximo Diario

Corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año.

$$QMD = Q_{md} * K1$$

$$QMD = 1.65\ L/s * 1{,}3$$

$$\boldsymbol{QMD = 2.1\ L/s}$$

2.2.5 Caudal Máximo Horario

Corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio.

$$QMH = QMD * K2$$

$$QMH = 2.1\ L/s * 1{,}6$$

$$\boldsymbol{QMH = 3.3\ L/s}$$

2.2.6 Caudal de diseño

ARTÍCULO 47[1]. Caudales de diseño. *Los caudales de diseño de cada uno de los componentes del sistema de acueducto, según las variaciones diarias y horarias que pueden presentar, se establecen en la siguiente tabla:*

Tabla 9. Caudales de Diseño

Componente	Caudal de diseño
Captación fuente superficial	Hasta 2 veces QMD
Captación fuente subterránea	QMD
Desarenador	QMD
Aducción	QMD
Conducción	QMD
Tanque	QMD
Red de distribución	QMH

Fuente: Resolución 330 de 2017

[1] Resolución 330 de 2017. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE



Las plantas de tratamiento de agua potable son sistemas que se componen de diferentes tipos de procesos hidráulicos y mecánicos con el fin de disminuir la carga contaminante que se presenta en las fuentes hídricas del sitio de captación, los análisis fisicoquímicos y

microbiológicos caracterizan el agua con el fin de conocer y proceder a diseñar de manera adecuada y eficiente los procesos que se deben realizar para disminuir la carga contaminante cumpliendo con los parámetros mínimos para su distribución y consumo final a los usuarios del sistema de acueducto.

3.1 Parámetros de diseño de los sistemas de tratamiento de agua potable

- En la entrada de las plantas de tratamiento, por cada una de las fuentes.

Análisis completo de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua cruda para definir la tecnología más conveniente y cumplir con los valores máximos aceptables establecidos en la Resolución 2115 de 2007, expedida por los entonces Ministerios de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o aquella que la adicione, modifique o sustituya. Para la selección de la tecnología se deberá tener en cuenta el nivel de desarrollo y la capacidad técnico- administrativa de la persona prestadora del servicio.

Análisis de los criterios y parámetros de diseño adoptados para establecer alternativas técnicas de procesos de tratamiento y su eficiencia.

Análisis económico de la tecnología que se va a seleccionar, el cual deberá considerar la sumatoria del costo de inversión del proyecto, más la operación y sostenibilidad del mismo al horizonte de diseño de este.

Disponibilidad de recursos y materiales en la región, en términos de cantidad, calidad y oportunidad.

En la medida de lo posible, adaptarse a las condiciones locales, para garantizar soluciones que utilicen el mínimo uso de energía eléctrica y/o combustibles y, así mismo, que no presenten complejidad en su operación y mantenimiento.

Esquemas y modulación de las unidades del sistema de tratamiento. Cuando se disponga de múltiples unidades de un proceso se deberá verificar en el diseño, la operación del sistema con una unidad fuera de servicio.

En el caso en que las dimensiones internas de las estructuras de los procesos unitarios no permitan el uso de métodos constructivos convencionales tradicionales.

En el caso en que las dimensiones internas de las estructuras de los procesos unitarios no aseguren su adecuado mantenimiento.

Cuando el predio destinado a la implantación sea de difícil acceso, ya sea por condiciones topográficas, climáticas o de seguridad.

Si se tienen estructuras existentes dentro del área disponible, que no deben ser demolidas, para su aprovechamiento en el proyecto y posterior uso en el sistema.

3.2 Resultados de la caracterización del agua cruda

Tabla 10. Resultados Fisicoquímicos del análisis de agua cruda

Reporte de Resultados									
Item	Fecha de Análisis (AAAA-MM-DD)	Parámetro	Método	Técnica	Límite de Cuantificación del método	Unidad	25 RIO CUSIANA	07 RIO CUSIANA	04 RIO CUSIANA
							MN73422	MN73423	MN73424
1	2018-04-10	Coliformes Fecales Termotolerantes*	SM 9223 B modificado	Sustrato enzimático multiceldа	1	NMP/100mL	970	1970	1100
2	2018-04-10	Coliformes Totales*	SM 9223 B	Sustrato Enzimático Multicelda	1,0	NMP/100mL	2960	10630	11910
3	2018-04-10	Conductividad*	SM 2510B	Electrometría	0,1	µS/cm	53,3	20,6	66,1
4	2018-04-14	DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno) *	SM 5210 B, ASTM D 888-09 METODO C	Incubación 5 días y Luminiscencia	5,0	mg O2/L	<5,0	<5,0	8,30
5	2018-04-13	DQO*	SM 5220D	Reflujo cerrado y Colorimétrico	5,00	mg O2/L	15,0	<5,00	21,5
6	2018-04-17	Fósforo total*	SM 4500 -P B,E	Digestion Colorimetria con Acido Ascorbico	0,07	mg P/L	<0,07	<0,07	<0,07
7	2018-04-18	Hidrocarburos totales (TPH)*	NTC 3362:2005-06-29 Numeral 4, Método C y numeral 7. Método F	Espectrofotometría Infrarrojo	0,2	mg/L	0,908	0,732	1,46
8	2018-04-10	Nitratos* (Aguas Residuales alta MO)	SM 4500 NO3 D	Electrometría	1,00	mg NO3/L	2,35	1,68	1,90
9	2018-04-10	Nitritos*	SM 4500 NO2 B	Colorimétria	0,02	mg NO2/L	<0,02	<0,02	0,061
10	2018-04-18	Nitrógeno total*	Semi-micro Kjeldahl SM 4500-Norg C, SM 4500 NH3 B,C	Digestión - kjeldhal	3,00	mg N/L	<3,00	<3,00	<3,00
11	2018-04-10	Oxigeno disuelto*	ASTMD 888-09 METODO C	Luminiscencia	0,1	mg O2/L	7,13	7,11	6,97
12	2018-04-10	pH *	SM 4500 H*B	Electrometría	N.A	Unidades de pH	7,14	6,88	7,09
13	2018-04-10	Saturación de Oxigeno	ASTM D 888-09 METODO C	Luminiscencia	N.A	%	102	101	99,4
14	2018-04-10	Solidos Disueltos Totales*	SM 2510B	Electrometría	1,0	mg/L	23,2	8,46	27,6
15	2018-04-13	Solidos Suspendidos Totales*	SM 2540D	Gravimetría Secado 103-105°C	10,0	mg/L	10,5	<10,0	<10,0
16	2018-04-08	Temperatura muestra (In situ)	SM 2550 B	6Dspace / C6 FID	N.A	°C	17,0	14,5	15,0

ARI: Agua Residual Industrial, ARD: Agua Residual Doméstica, ARnD: Agua Residual no Doméstica, AN: Agua Superficial o Subterranea, AP: Agua Potable, S: Suelo, AM: Agua Marina, AX: Otros
*ChemiLab tiene estos parametros acreditados mediante resolución 2016 de 2014 y 1226 de 2016 del IDEAM.
** Análisis realizados por laboratorio subcontratado acreditado
(P) PICCAP
Parámetro no acreditado

Tabla 11. Resultados Fisicoquímicos del análisis de agua cruda Q. El Aliso (Serviquimicos)

Reporte No.: 1521-2023

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
Nombre / Razón Social: ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO NACIMIENTO QUEBRADA EL ALISO SECTOR ONGANOA VEREDA TOQUILLA- ASOALISO	
Nit o CC: 900.305.232-7	
Nombre del Contacto: CAMPO ELIAS ACEVEDO	
Dirección: VEREDA TOQUILLA	Ciudad: AQUITANIA
Teléfono: 3133167472	Email: aquacivilingenieria@gmail.com
Cotización No.: CESQL-2023	

2. INFORMACIÓN DEL RECOLECTOR	
Nombre: MANOLO SALAMANCA	
No. CC: 74.181.943	Teléfono: 3133167472

3. LOCALIZACIÓN SITIO DE MUESTREO
Departamento: BOYACA
Ciudad / Municipio: AQUITANIA
Vereda / Barrio: VEREDA TOQUILLA
Dirección: SECTOR ONGANOA
Coordenadas: N: 5°30´57.138" W: 72°49´4.611"

4. OBSERVACIONES DEL CLIENTE O RECOLECTOR
NINGUNA

5. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA	
No. Muestra: 1521-2023	
Nombre de la Fuente: QUEBRADA EL ALISO	
Sitio de Toma: CAPTACION	
Fecha de Toma: 2023-10-13	Hora: 9:02 AM
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: 2023-10-13	Hora: 2:00 PM

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

8. RESULTADOS

8.1 FISICOQUÍMICOS

Fecha de Análisis	PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO ANALÍTICO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	VALORES Ref: Resolución 2115/07
2023-10-13	PH	UNIDADES	ELECTROMÉTRICO	SM 4500 - H^+ B	6.92	± 0.14	6,5 - 9,0
2023-10-13	ALCALINIDAD TOTAL	mg $CaCO_3$/L	TITULOMÉTRICO - VOLUMETRICO	SM 2320 - B	29.74	± 2.4	200
2023-10-13	CALCIO	mg Ca/L	TITULOMÉTRICO - EDTA	SM 3500 - Ca B	8.15	± 0.3	60
2023-10-13	CLORUROS	mg Cl^-/L	TITULOMÉTRICO - ARGENTOMÉTRICO	SM 4500 - Cl^- G	<3.33	N/A	250
2023-10-13	COLOR APARENTE	UPC	FOTOMÉTRICO	HAZEN 137-138	2	N/A	15
2023-10-13	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	ELECTROMÉTRICO	SM 2510 - B	10	N/A	1000
2023-10-13	DUREZA TOTAL	mg $CaCO_3$/L	TITULOMÉTRICO - EDTA	SM 2340 - C	<10	N/A	300
2023-10-13	FOSFATOS	mg PO_4^{3-}/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 4500 PO4 E	0.066	± 0.003	0.5

8.1 FISICOQUÍMICOS							
Fecha de Análisis	PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO ANALÍTICO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	VALORES Ref: Resolución 2115/07
2023-10-13	HIERRO TOTAL	mg Fe/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 3500-Fe B.	<0.07	N/A	0.3
2023-10-13	MAGNESIO	mg Mg/L	CÁLCULO	SM 3500 - Mg B	8.511	N/A	36
2023-10-13	NITRATOS	mg NO3-/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 4500-NO3 B	<0.48	N/A	10
2023-10-13	NITRITOS	mg NO2-/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	SM 4500-NO2-	<0.02	N/A	0.1
2023-10-13	SULFATOS	mg SO42-/L	ESPECTROFOTOMÉTRICO	HACH 8051	<10	N/A	250
2023-10-13	TURBIEDAD	UNT	NEFELOMÉTRICO	SM 2130 - B	0.15	N/A	2

8.2 MICROBIOLOGICOS							
Fecha de Análisis	PARÁMETRO	UNIDADES	TÉCNICA	MÉTODO ANALÍTICO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	VALORES Ref: Resolución 2115/07
2023-10-13 A 2023-10-14	COLIFORMES TOTALES	UFC/100 mL	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	SM 9222 - B	750	N/A	0 UFC/100 mL
2023-10-13 A 2023-10-14	ESCHERICHIA COLI	UFC/100 mL	FILTRACIÓN POR MEMBRANA	SM 9222 - D	140	N/A	0 UFC/100 mL

N/E.: No Especificado N/A.: No Aplica *Parámetro subcontratado ** Parámetro medido "In situ" φ: 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:

DIEGO YAMIR NIÑO PRIETO
T.P. 26900
INGENIERO QUIMICO

KAREN DAYANNA GÓMEZ HURTADO
C.C. 1007400826
MICROBIÓLOGA INDUSTRIAL

FIN DEL REPORTE

3.3 Tren de Tratamiento

Tabla 12. tecnologías de tratamiento de potabilización

Tabla 4. Tecnologías de Tratamiento de Potabilización

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO / CONTAMINANTE QUE SE VA A REMOVER	Aeración	Coagulación + Floculación + Sedimentación	Filtración Convencional	Ablandadamiento	Oxidación Química	Microfiltración	Ultrafiltración	Nanofiltración	Ósmosis inversa	Electrodiálisis inversa	Intercambio iónico	Filtración por absorción	Filtración optimizada
Características físicas													
Color aparente		X	X		X	X	X	X	X			X	X
Olor y sabor	X				X							X	
Turbiedad		X	X			X	X						X
Sólidos disueltos totales		X	X			X	X		X	X	X		X
Características químicas inorgánicas													
Antimonio									X	X			
Arsénico		X	X	X					X	X	X	X	X
Bario				X					X	X	X		
Cadmio		X	X	X					X	X	X		X
Cloruro libre y disociable					X								
Cloruros							X		X	X			
Cobre		X		X					X		X		
Cromo		X	X	X					X	X	X		X
Dureza				X				X	X	X	X		
Fluoruros				X					X	X		X	
Fosfatos			X						X			X	X
Hierro	X	X	X	X	X						X		X
Manganeso	X	X	X	X	X						X		X
Mercurio				X					X	X			
Molibdeno												X	
Níquel				X					X	X	X		
Nitratos									X	X	X		
Nitritos									X	X	X		
Plomo		X							X		X		
Selenio		X							X	X	X	X	
Sulfatos								X	X	X			
Trihalometanos Totales	X				X			X			X	X	
Zinc				X					X	X	X		
Características químicas orgánicas													
Carbono Orgánico Total		X				X	X	X	X			X	
Pesticidas/Herbicidas								X	X			X	
Orgánicos sintéticos									X			X	
Orgánicos volátiles	X											X	
Características microbiológicas													
Escherichia Coli			X			X	X						X
Giardia y Cryptosporidium						X	X						X

Tabla 13. tecnologías de tratamiento de potabilización

TECNOLOGÍA DE TRATAMIENTO / CONTAMINANTE QUE SE VAA REMOVER	Aeración	Coagulación + Floculación + Sedimentación	Filtración Convencional	Ablandamiento	Oxidación Química	Microfiltración	Ultrafiltración	Nanofiltración	Ósmosis inversa	Electrodiálisis inversa	Intercambio iónico	Filtración por adsorción	Filtración optimizada
Características físicas													
Color aparente		X	X		X	X	X	X	X			X	X
Olor y sabor	X				X							X	
Turbiedad		X	X			X	X						X
Sólidos disueltos totales		X	X			X	X		X	X	X		X
Características químicas inorgánicas													
Antimonio									X	X			
Arsénico		X	X	X					X	X	X	X	X
Bario				X					X	X	X		
Cadmio		X	X	X					X	X	X		X
Cianuro libre y disociable					X								
Cloruros							X		X	X			
Cobre		X		X					X		X		
Cromo		X	X	X					X	X	X		X
Dureza				X				X	X	X	X		
Fluoruros				X					X	X		X	
Fosfatos			X						X			X	X
Hierro	X	X	X	X	X						X		X
Manganeso	X	X	X	X	X						X		X
Mercurio				X					X	X			
Molibdeno												X	
Níquel				X					X	X	X		
Nitratos									X	X	X		
Nitritos									X	X	X		
Plomo		X							X		X		
Selenio		X							X	X	X	X	
Sulfatos								X	X	X			
Trihalometanos Totales	X				X			X			X	X	
Zinc				X					X	X	X		
Características químicas orgánicas													
Carbono Orgánico Total		X				X	X	X	X			X	
Pesticidas/Herbicidas								X	X			X	
Orgánicos sintéticos									X			X	
Orgánicos volátiles	X											X	
Características microbiológicas													
Escherichia Coli			X			X	X						X
Giardia y Cryptosporidium						X	X						X

Para aguas provenientes de fuentes de abastecimiento superficiales o subterráneas, las opciones de selección de los procesos unitarios que se van a diseñar, construir y operar, deben tener en cuenta los contaminantes presentes en ellas.

Se deberá estudiar y evaluar la configuración del tren de procesos seleccionado para garantizar los estándares de calidad de agua para consumo humano, según la normativa vigente con las más altas eficiencias operativas, de acuerdo con las tecnologías planteadas en la siguiente tabla.

Ilustración 2 Diagrama de procesos seleccionados – Tren de Tratamiento



Fuente: estudio

3.4 Floculación

Floculación convencional. Las unidades de mezcla rápida y mezcla lenta deben ubicarse lo más cerca posible. Para caudales menores de 250 l/s, el tipo de floculador podrá ser hidráulico o mecánico, mientras que para caudales mayores o iguales a 250 l/s será mecánico, excepto si se trata de optimización de plantas en las que pueden adecuarse floculadores hidráulicos. En todos los casos de proyectos nuevos se deberán garantizar mínimo tres zonas de floculación, para alcanzar una disminución de los gradientes de velocidad de mezcla entre 70 s-1 y 10 s-1 y cuyo gradiente medio del proceso deberá ser 40 s-1. Se requieren tiempos de retención hidráulica de 20 a 40 minutos, en total, para el proceso.

Las unidades de mezcla rápida y mezcla lenta deben ubicarse lo más cerca posible. Para caudales menores de 250 l/s, el tipo de floculador podrá ser hidráulico o mecánico, mientras que para caudales mayores o iguales a 250 l/s será mecánico; en todos los casos de proyectos nuevos se deberán garantizar mínimo tres zonas de floculación, para alcanzar una disminución de los gradientes de velocidad de mezcla entre 70 s-1 y 10 s-1 y cuyo gradiente medio del proceso deberá ser 40 s-1. Se requieren tiempos de retención hidráulica de 20 a 40 minutos, en total, para el proceso.

Tabla 14. Parámetros de referencia de diseño mezcla rápida

Parámetros de referencia de diseño mezcla rápida		
Tipo de mezclador	**Rango de gradiente de velocidad medio**	**Tiempo de mezcla**
Hidráulico	1000 s-1 - 2000 s-1	< 1 s
Mecánico	500 s-1 - 2000 s-1	< 60 s

Fuente: RAS 330 de 2017

Tabla 15. Parámetros de referencia de Floculación convencional

Floculación convencional	
< 250 l/s	hidráulico o mecánico
> 250 l/s	mecánico
proyectos nuevos	tres zonas de floculación
Gradientes de velocidad de mezcla	70 s-1 - 10 s-1
Gradiente medio del proceso	40 s-1
Tiempo de retención hidráulica	20 a 40 minutos

Fuente: RAS 330 de 2017

Ilustración 3 Floculador de medio poroso

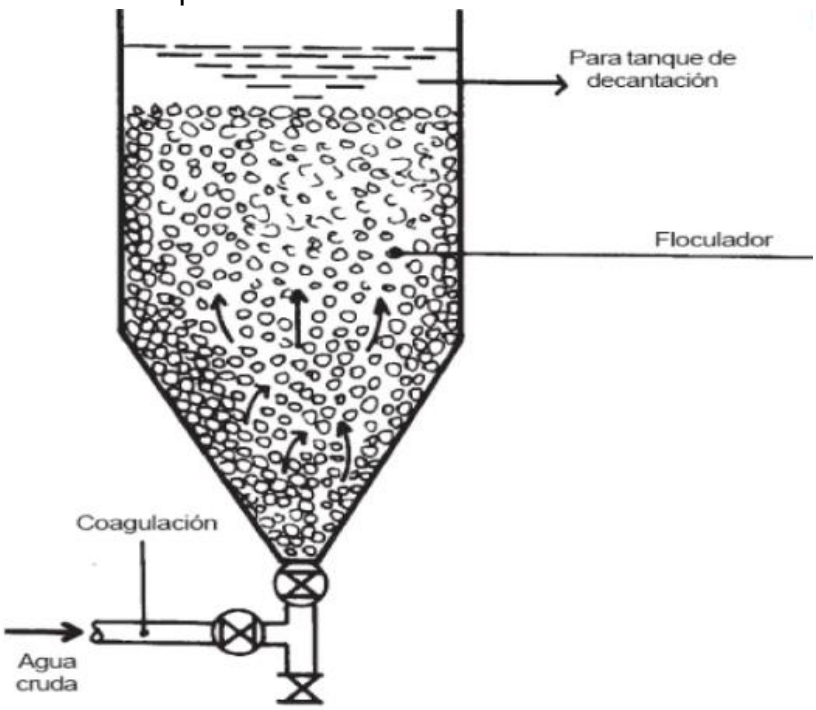


Tabla 16. Diseño del floculador de medio poroso

Diámetro (m)	1,50
Área Transv.	1,80
Altura cilíndrica (m)	1,80
Altura cono (m)	1,20
Volumen de floculación (m3)	0,71
Caudal de diseño Q (l/s)	2,10
Q (m3/s)	0,00
tiempo de retención (s)	338,10
tiempo de retención (min)	5,63 (CUMPLE)
Q (m3/día)	181,44
H (m)	2,40
As (m2)	0,30

Fuente: Estudio

3.5 Sedimentación

Se tendrá que realizar el análisis hidráulico para los elementos de entrada y repartición de caudal en cada unidad de sedimentación, de manera que se garantice la distribución equitativa de este, desde el inicio hasta el final del sistema de entrega. Las unidades deben considerarse teniendo en cuenta como referencia los criterios siguientes:

Tabla 17. Parámetros de referencia de sedimentación

Parámetros de referencia de diseño de sedimentación			
Tipo de sedimentador	**Carga superficial (m3/m2/d)**	**Tiempo de retención hidráulica (h)**	**Velocidad de flujo (cm/s)**
Flujo horizontal	15 - 30	2 -- 4	<1
Flujo vertical	20 - 30 (max 60)	2 -- 4	<1
Manto de lodos	30 - 120	1,0 - 1,5	2,15 - 5,0

Fuente: RAS 330 de 2017

Tabla 18. Parámetros de referencia de sedimentación de alta tasa

Parámetros de referencia de diseño de sedimentación de alta tasa			
Tipo de sedimentador	**Carga superficial (m3/m2/d)**	**Tiempo de retención hidráulica (min)**	**Velocidad crítica de sedimentación (cm/s)**
Módulos angostos L = 0,60 m	100 - 110	10 -- 20	15 -- 30
Módulos angostos L = 1,20 m	120 - 185		
Módulos profundos L > 1,20 m	200 - 300		

Fuente: RAS 330 de 2017

Tabla 19. Parámetros de referencia factor forma módulos de sedimentación

Tipo de módulo de alta tasa	Factor de Forma
Placas planas paralelas	1
Tubos circulares	4/3
Tubos cuadrados	11/8
Tubos ondulados	1,3
Otras secciones tubulares	1,33 - 1,42

Fuente: RAS 330 de 2017

Ilustración 4 Sedimentador de alta tasa

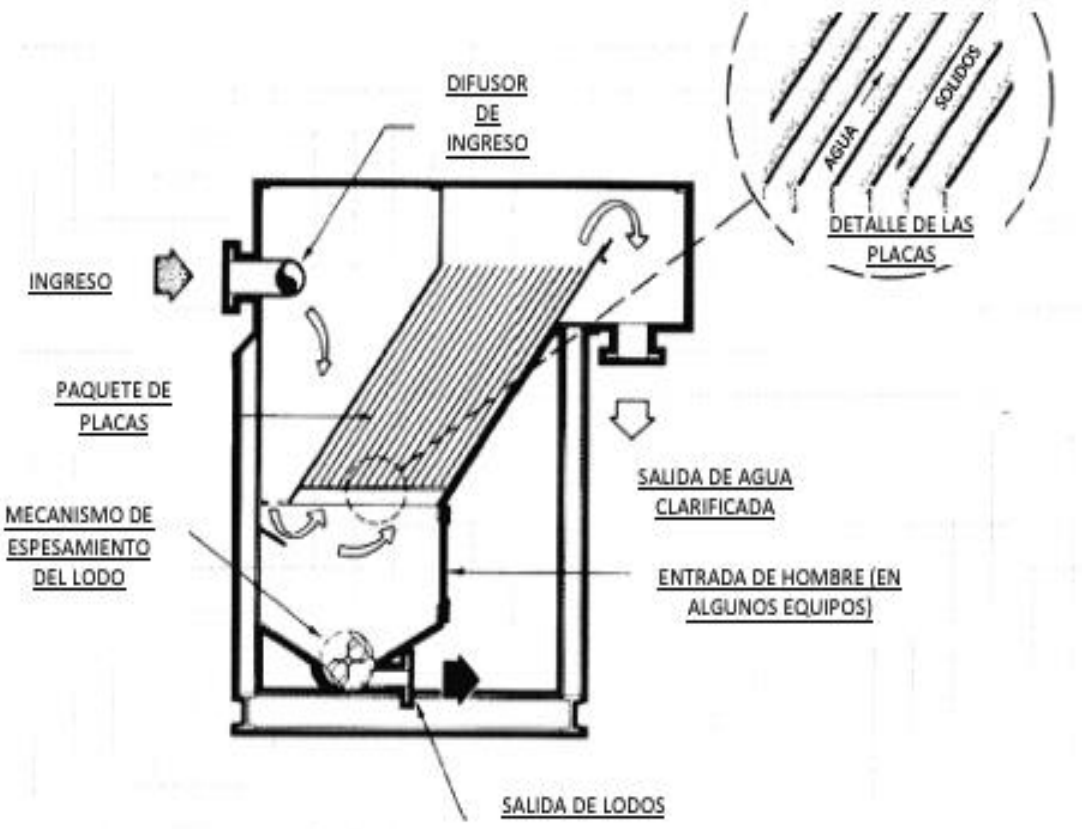


Tabla 20. Diseño del sedimentador de alta tasa

Caudal de diseño Q (l/s)	2,1
Q (m3/s)	0,0021
Altura floculador (m)	3
Diámetro (m)	1,3
A sedimentación acelerada (m2)	1,33
θ°	60
Sen θ	0,87
Cos θ	0,5
vo velocidad de flujo (m/s)	0,0018
longitud módulo (cm) (alto)	120
e espesor placa tubo (cm)	6
Longitud relativa L	17,99
Velocidad de sedimentación critica Vsc (m/s)	0,00019
Velocidad de sedimentación critica Vsc (cm/s)	0,0185
Tiempo de retención (min)	10,9 (CUMPLE)
Carga superficial (m/día)	136,7 (CUMPLE)
h (m)	2,4

Fuente: Estudio

3.6 Filtración

Tabla 21. Características de filtración convencional

Caracteristicas de filtración convencional			
Parámetro	**Filtración lenta con lecho simple**	**Filtración rápida con lecho simple**	**Filtración rápida con lecho mixto**
Tasa de filtración (m3/m2/d)	7 - 14	< 120	180 - 350
Profundidad del medio (m)	0,80 - 1,0	0,60 - 0,90	Antracita: 0,40 - 0,60 Arena: 0,15 - 0,30

Fuente: RAS 330 de 2017

Tabla 22. Características de filtración lenta en múltiples etapas /FiME)

Rangos de tasa de filtración lenta en múltiples etapas /FiME)			
Parámetro	Filtración lenta en arena	Filtro grueso dinámico	Filtro grueso ascendente
Tasa de filtración (m3/m2/d)	7 - 14	48 - 72	7,2 - 14,4
Profundidad del medio (m)	0,80 - 1,0	0,60 (0,20 cada capa)	0,40 - 0,90

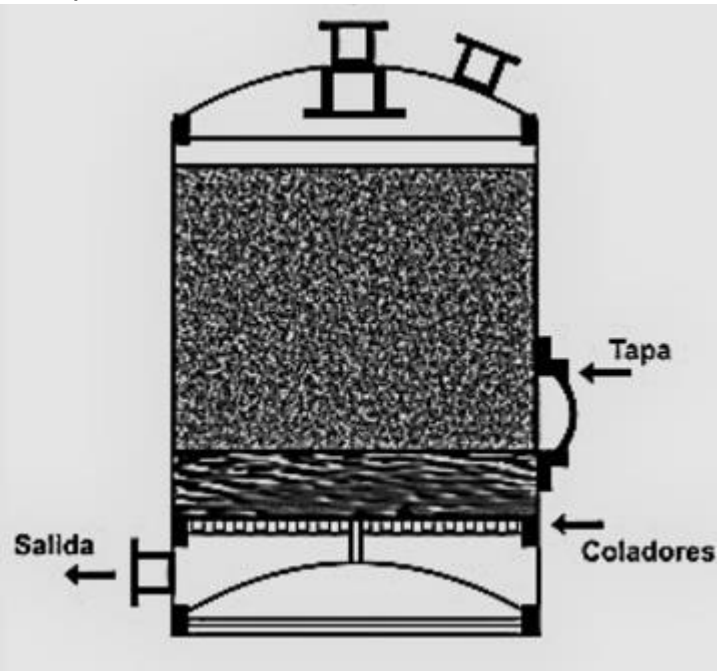
Fuente: RAS 330 de 2017

Tabla 23. Características de membranas de filtración avanzada

Características de las membranas de Filtración avanzada		
Tipo de Proceso	**Tipo de sustancua que se rechaza**	**Tamaño de Poro**
Microfiltración	Material coloidal	0,10 - 0,20 µm
Ultrafiltración	Macromoléculas	0,01 - 0,04 µm
Nanofiltración	Azúcares / sales bivalantes	> 0,001 µm
Electrodiálisis	Azúcares / sales bivalantes	> 0,001 µm
Ósmosis Inversa	Sales monovalantes	5 - 20 Ångström

Fuente: RAS 330 de 2017

Ilustración 5 Filtración Rápida



Cuando el lavado de los filtros rápidos se hace con fuente externa o tanque de lavado, el número mínimo de unidades debe ser tres; y para lavado mutuo el número mínimo de unidades debe ser cuatro, y su velocidad ascensional no menor de 0,6 m/min.

De acuerdo con estándares internacionales, la tasa de filtración para la filtración rápida con lecho mixto, podría ser máximo de 350 (m3/ m2/d) si se garantiza una óptima operación y mantenimiento del sistema.

Así mismo, se diseñan teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

- Caudal de diseño del proceso.
- Calidad de agua deseada para la salida del proceso y los contaminantes presentes en la entrada, que deben ser retenidos.
- Sistema de pretratamiento de tecnología convencional (coagulación, floculación, sedimentación y filtración), para la protección de las membranas.
- Verificación del índice de densidad de sedimentos y el índice de ensuciamiento modificado de la membrana seleccionada, de acuerdo con la calidad a la entrada del proceso.

- Procedimientos y costos de operación y mantenimiento del proceso, teniendo en cuenta la vida útil de la membrana seleccionada.

- Concentración de los rechazos provenientes de la membrana seleccionada, que permitan métodos de tratamiento convencionales de subproductos.

- Frecuencia mínima de limpieza de la membrana por operación, y frecuencia necesaria por
- desinfección.

- Cuando se trate de procesos de ósmosis inversa, se deberá remineralizar cuando el proceso así lo requiera.

Tabla 24. Diseño de filtros rápidos

Caudal de diseño Q (l/s)	2,1
Q (m3/s)	0,0021
Q (m3/día)	181,44
Numero de filtros	2
Diámetro de filtro (m)	0,6096
Altura de filtro (m)	1,5
Af Área de filtración (m2)	0,58
Velocidad de filtración (m/día)	312,8 (CUMPLE)

Fuente: estudio

Tabla 25. Espesor de capas de filtración

Soprte 1 (2-4)	0,1
Soprte 2 (4-8)	0,2
Arena	0,3
Antracita	0,4

Fuente: estudio

3.7 Desinfección

Se deberá incluir la desinfección como elemento del tren de tratamiento en todos los sistemas de potabilización. Entre los procesos de desinfección que pueden utilizarse está la cloración y sus compuestos (hipoclorito de sodio (NaClO), hipoclorito de calcio

(Ca(OCl)2), dióxido de cloro (ClO2), cloro gaseoso, los oxidantes mixtos generados en el sitio, la ozonización y la radiación con luz ultravioleta.

Debe definirse un residual del desinfectante que garantice el impedimento del crecimiento microbial en cualquier punto de la conducción o red de distribución. En el caso de uso de ozonización y radiación ultravioleta debe contemplarse un desinfectante secundario para este fin.

Para la desinfección por cloración debe emplearse tanque de contacto, previo al almacenamiento, con el fin de proporcionar un tiempo de contacto mínimo de 20 minutos, que garantice la desinfección del agua. Para la determinación de la dosis óptima de residual de desinfectante debe emplearse el valor Ct-Concentración aplicada por tiempo de detención igual a K de acuerdo con las siguientes indicaciones.

Si la operación de la PTAP permite durante el 90% de su proceso la remoción del 95 al 99% de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración, y la turbiedad del agua filtrada se mantiene durante el 95% del tiempo menor de 1 UNT, debe usarse la siguiente tabla para determinar K en función de la temperatura del agua y su pH.

Tabla 26. Tipos de desinfección

Desinfección
Hipoclorito de sodio NaClO
Hipoclorito de calcio Ca(OCl)2
Dioxido de cloro ClO2
Oxidantes mixtos
Ozonización
Radiación con luz ultravioleta

Fuente: RAS 330 de 2017

Tabla 27. Parámetros de Desinfección por cloración (< 1 UNT)

Tabla 13. Parámetros de Desinfección por cloración (< 1 UNT)

Valores de C_t = K (mg-min/l) para inactivación de Coliformes totales por Cloro libre para log 2																
Dosis de Cloro Aplicada mg/l	10 °C				15 °C				20 °C				25 °C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0,40	24	29	35	42	16	20	23	28	12	15	17	21	8	10	12	14
0,6	25	30	36	43	17	20	24	29	13	15	18	21	8	10	12	14
0,8	26	31	37	44	17	20	24	29	13	15	18	22	9	10	12	15
1,0	26	31	37	45	18	21	25	30	13	16	19	22	9	10	12	15
1,2	27	32	38	46	18	21	25	31	13	16	19	23	9	11	13	15
1,4	27	33	39	47	18	22	26	31	14	16	19	23	9	11	13	16
1,6	28	33	40	48	19	22	26	32	14	17	20	24	9	11	13	16
1,8	29	34	41	49	19	23	27	33	14	17	20	25	10	11	14	16
2,0	29	35	41	50	19	23	28	33	15	17	21	25	10	12	14	17
2,2	30	35	42	51	20	23	28	34	15	18	21	26	10	12	14	17
2,4	30	36	43	2	20	24	29	35	15	18	22	26	10	12	14	17
2,6	31	37	44	53	20	24	29	36	15	18	22	27	10	12	15	18
2,8	31	37	45	54	21	25	30	36	16	19	22	27	10	12	15	18
3,0	32	38	46	55	21	25	30	37	16	19	23	28	11	13	15	18

Fuente: RAS 330 de 2017

Si la operación de la PTAP permite del 90 al 95% de la remoción de coliformes totales en los procesos previos de sedimentación y filtración, y la turbiedad del agua filtrada está entre 1 y 2 UNT, debe usarse la siguiente Tabla para determinar el valor de K en función de la temperatura del agua y su pH.

Tabla 28. Parámetros de Desinfección por cloración (1 - 2 UNT)

Tabla 14. Parámetros de Desinfección por cloración (1 - 2 UNT)

Valores de C_t = K (mg-min/l) para inactivación de Coliformes totales por Cloro libre para log 3																
Dosis de Cloro Aplicada mg/l	10 °C				15 °C				20 °C				25 °C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
<=0,40	37	44	52	63	25	30	35	42	18	22	26	31	12	15	18	21
0,6	38	45	54	64	25	30	36	43	19	23	27	32	13	15	18	22
0,8	39	46	55	66	26	31	37	44	20	23	28	33	13	16	19	22
1,0	40	47	56	67	27	32	38	45	20	24	28	34	13	16	19	23
1,2	40	48	57	69	27	32	38	46	20	24	29	35	14	16	19	23
1,4	41	49	58	70	28	33	39	47	21	25	29	35	14	17	20	24
1,6	42	50	60	72	28	33	40	48	21	25	30	36	14	17	20	24
1,8	43	51	61	74	39	34	41	49	22	26	31	37	15	17	21	25
2,0	44	52	62	75	29	35	42	50	22	26	31	38	15	18	21	25
2,2	45	53	64	77	30	35	43	51	22	27	32	39	15	18	21	26
2,4	45	54	65	79	30	36	43	53	23	27	33	39	15	18	22	26
2,6	46	55	66	80	31	37	44	54	23	28	33	40	16	19	22	27
2,8	47	56	67	82	31	37	45	55	24	28	34	41	16	19	23	27
3,0	48	57	69	83	32	38	46	56	24	29	34	42	16	19	23	28

Fuente: RAS 330 de 2017

Las tablas anteriores están elaboradas para desinfección con cloro libre, entendiéndose por tal el que queda después de satisfecha la demanda. El Ministerio de Salud y Protección Social podrá exigir una remoción mayor para aguas con alta contaminación.

Para los casos en que, de acuerdo con la inspección sanitaria en campo, el mapa de riesgo de la cuenca abastecedora y los análisis de caracterización de agua cruda realizados, se confirme la presencia de protozoos tipo Giardia y Cryptosporidium, deberá contar con un sistema de desinfección eficiente para la eliminación de estos protozoos. En el caso de diseñar un sistema de desinfección por radiación ultravioleta (inactivación para 3 log).

Se deberá incluir la desinfección como elemento del tren de tratamiento en todos los sistemas de potabilización. Entre los procesos de desinfección que pueden utilizarse, está la cloración y sus compuestos (hipoclorito de sodio (NaClO), hipoclorito de calcio (Ca(OCl)2), dióxido de cloro (ClO), los oxidantes mixtos generados en el sitio, la ozonización y la radiación con luz ultravioleta.

Ilustración 6 Dosificador de pastillas de hipoclorito de calcio



Fuente: Estudio

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

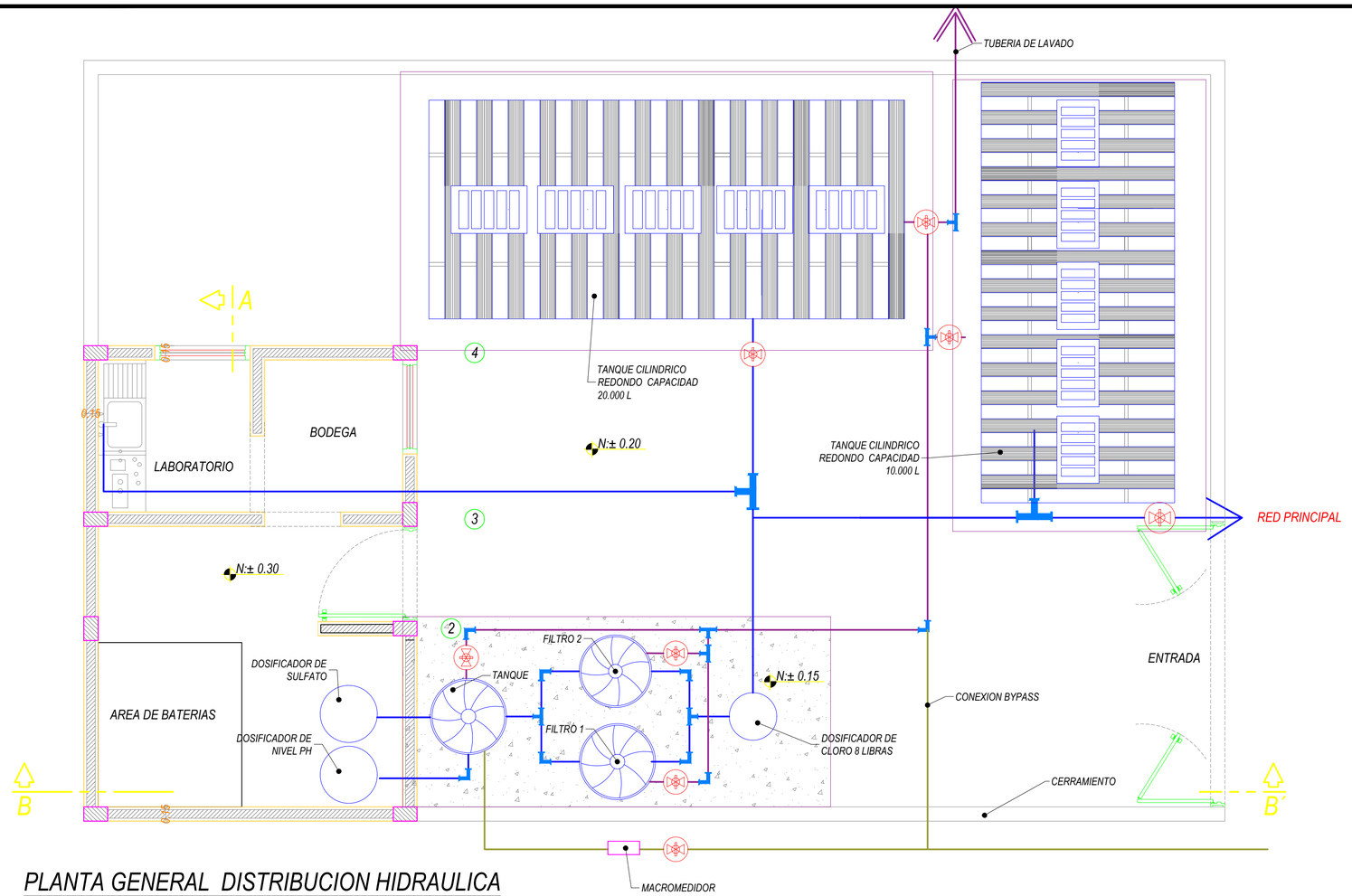
El diseño de la PTAP contemplado en el presente estudio puede aplicar para cualquier alternativa, teniendo en cuenta que en época de invierno las características fisicoquímicas desmejoran la calidad del recurso hídrico, por lo cual en estas épocas se requiere adicionar coagulantes (químicos) para mejorar las eficiencias del floculador y el sedimentador disminuyendo la afectación en la etapa de filtración y garantizando que se suministre agua potable a los usuarios del centro poblado de la vereda Toquilla durante la época de invierno y durante la época de verano en la cual se mejoran las características fisicoquímicas.

El caudal de diseño de la PTAP es de 2.1 LPS, para todos los componentes de tratamiento presentados en la PTAP – Floculación – Sedimentación – Filtración – Desinfección, se recomienda para la alternativa del río Cusiana, para las demás alternativas se recomienda como mínimo los proceso de Filtración – Desinfección, sin embargo se proyectan todos los procesos para todas las alternativas con aplicación de coagulantes mediante sistemas mecánicos de bombas de dosificación teniendo en cuenta que en época de invierno las características del agua pueden cambiar drásticamente.

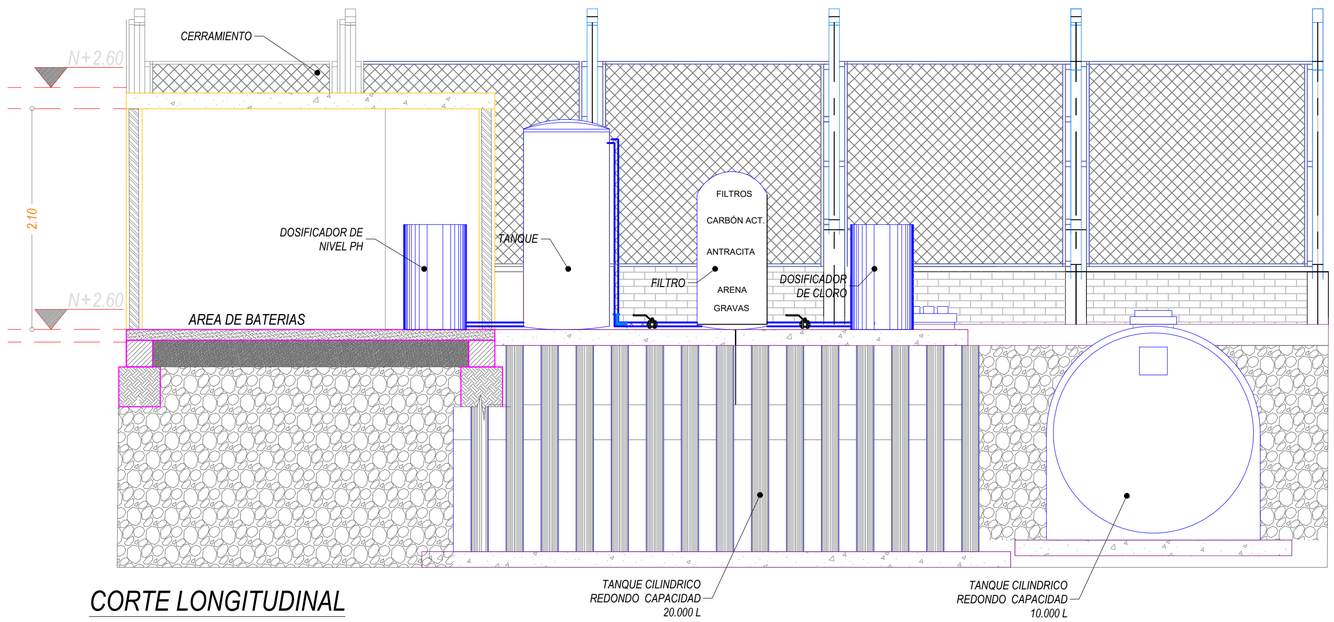
Es de aclarar que la calidad del agua es buena, por lo cual en su mayoría de tiempo se requiere solo un proceso de filtración y desinfección, sin embargo teniendo en cuenta que las fuentes varían en condiciones de lluvias se proyecta un tanque floculador – sedimentador con el fin de mejorar la eficiencia de los filtros en épocas de invierno y evitar que se saturen más rápido.

Atentamente,

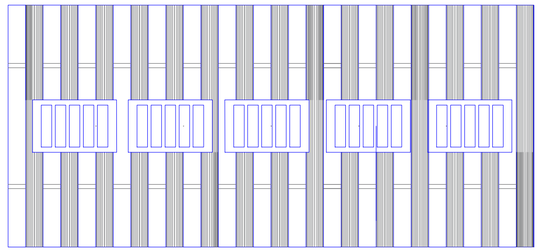
EDGAR LEONARDO PRECIADO MORALES
Ingeniero Civil
Especialista en Agua y Saneamiento Ambiental
T.P. 15202221700BYC



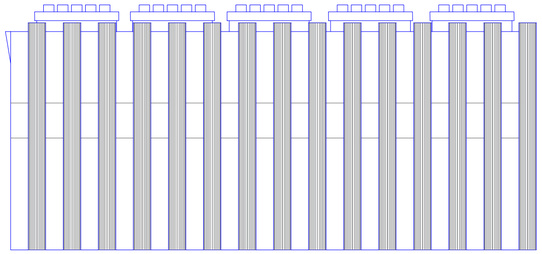
PLANTA GENERAL DISTRIBUCION HIDRAULICA
ESCALA 1:50



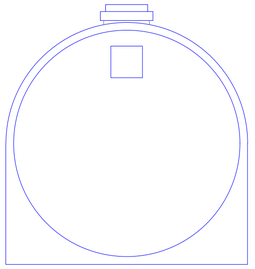
CORTE LONGITUDINAL
ESCALA 1:50



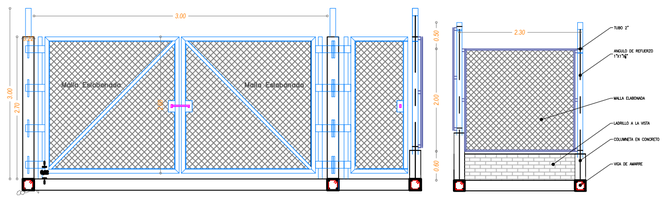
PLANTA SUPERIOR TANQUE CILINDRICO DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



SECCION LONGITUDINAL TANQUE CILINDRICO DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



SECCION TRANSVERSAL TANQUE CILINDRICO DE ALMACENAMIENTO
ESCALA 1:50



DETALLE CERRAMIENTO

PROPIETARIOS

ASOCIACION DE USUARIOS DEL ACUEDUCTO DEL NACIMIENTO QUEBRADA EL ALISO SECTOR ONGANOA VEREDA TOQUILLA MUNICIPIO DE AQUITANIA "ASOALISO" NIT 900305232-7

CONTRATO

CONTRATO DE CONSULTORIA N 004 de 2023

CONTRATISTA:

AQUACIVIL S.A.S BIC
INGENIERIA DEL AGUA
NIT: 900.930.173 - 0

OBJETO:

REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DEL ACUEDUCTO DE LA VEREDA TOQUILLA SECTOR CENTRO DEL MUNICIPIO DE AQUITANIA BOYACA

CONTIENE

DISTRIBUCION HIDRAULICA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO, CORTE LONGITUDINAL, DETALLE DE CERRAMIENTO, ACUEDUCTO NUEVO TOQUILLA BOYACA

LOCALIZACION:



VEREDA

VEREDA TOQUILLA SECTOR CENTRO

DISEÑO:

ING.EDGAR LEONARDO PRECIADO MORALES
T.P. 15202221700 BYC

DIBUJO:

DIANA CAROLINA ACEVEDO

Fecha:

SEPTIEMBRE/2024

Escala:

INDICADAS

PLANO:

PD-1

D E

1