



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

**Rediseño del Sistema de Agua Potable Para la Comunidad de La Paz,
Canton Nabón.**

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO

ACADEMICO DE:

INGENIERO(A) CIVIL

AUTOR:

JORDY VILMAR MENDÍA GODOY

DIRECTOR:

JOSUÉ BERNARDO LARRIVA VÁZQUES

CUENCA -ECUADOR

2023

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, quienes me han brindado su amor, apoyo y comprensión durante toda mi vida. Gracias a su sacrificio, esfuerzo y dedicación, he logrado llegar hasta este punto en mi vida académica.

También quiero agradecer a mi hermana, quien ha sido una fuente de inspiración y motivación para mí en todo momento. Su ejemplo y consejos me han ayudado a enfrentar con éxito cada uno de los desafíos que se me han presentado.

Asimismo, mi agradecimiento a mi tutor de tesis ingeniero Josué Larriva, por su orientación, apoyo y paciencia durante todo el proceso de investigación y escritura. Gracias a su experiencia y sabiduría, he aprendido mucho sobre el tema que he abordado y he logrado culminar este trabajo con éxito.

Resumen:

La comunidad de La Paz del cantón Nabón, tiene un sistema de tratamiento de agua inadecuado y sufre de escasez durante los veranos. En épocas de lluvia, el agua se contamina con sólidos, empeorando su calidad.

El proyecto de titulación comprende diferentes aspectos: la ubicación del lugar, características del agua actual, captaciones y número de casas que serán abastecidas de agua potable.

El rediseño incluye, planta de tratamiento y líneas de conducción, cumpliendo con las normas y parámetros vigentes. Esto asegura que el sistema de agua potable proporcione agua segura y de mejor calidad para el consumo de la comunidad.

Palabras clave: Agua Potable, Conducción Forzada, Filtro Lento, Levantamiento Topográfico, Sistema Comunitario

Abstract:

This degree work focused on the redesign of the drinking water conduction and treatment plant for the community of La Paz in Nabón. The survey of demographic information, existing catchments, flows, and the topographic survey of the area and the profile of the conduction line were carried out. For the design, the recommendations of the Ecuadorian Construction Standard were used, and the location of air and purge valves was proposed. The design to improve the drinking water treatment plant was carried out by using a system of slow sand filters. Finally, the complete technical report and the detailed plans of the project for the conduction and the drinking water plant are included.

Keywords: Community System, Drinking Water, Forced Main Conduction, Sand Filter, Topographic Survey



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	II
INDICE DE CONTENIDOS.....	IV
INDICE DE GRAFICOS.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE ANEXOS.....	VIII
INTRODUCCION	IX
CAPITULO I.....	3
1.1 CARACTERISTICAS SOCIALES Y DEMOGRAFICAS.....	3
1.1.1 Ubicación del proyecto.....	3
1.1.2 Concepción del proyecto.....	4
1.1.3 Seguridad funcional	4
1.1.4 Seguridad contra la contaminación	4
1.1.5 Clima.....	4
1.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION.....	5
1.2.1 Tipo De Captaciones.....	5
1.2.2 Ubicación de las captaciones.....	9
1.2.3 Evaluaciones Físicas	10
1.2.3.1 Evaluaciones Físicas De Las Captaciones.....	10
1.2.3.2 Evaluaciones físicas de los tantes	10
1.2.4 Ubicación actual de la planta de tratamiento	11
1.2.5 Aprovechamiento de la infraestructura existente.....	12
1.2.6 Uso del suelo	12
1.2.7 Información geográfica	13
1.2.8 Suministro De Agua Y Análisis De Recursos Hídricos	13
1.2.8.1 Suministro Actual	13
1.3.8.2 Análisis Del Agua.....	14
1.3 ABASTECIMIENTO Y ANALISIS DE LAS FUENTEES.....	14
1.3.1 Conducciones.....	14

1.3.2	Calidad De Agua.....	15
1.3.3	Obtención de muestras para su análisis.....	15
1.3.4	Resultado de los análisis realizados	16
1.3.5	Parámetros Químicos.....	18
1.3.6	Parámetros Físicos	18
1.4	ACTIVIDAD SOCIO ECONÓMICA.....	19
1.4.1	Características de la población	19
1.4.2	Viviendas	21
1.4.3	Características Socioeconómicas	22
1.4.4	Trabajos y actividades de los habitantes del cantón	29
CAPITULO 2.....		30
2.1	Normas Generales Para El Rediseño (NEC).....	30
2.2	Especificaciones Basadas Con Etapa Ep	32
2.2.1	Limpieza Y Desinfección	32
2.3	Análisis De Normas Internacionales	32
2.3.1	Color	32
2.3.2	Olor Y Sabor	33
2.3.3	Conductividad	33
2.3.4	Turbiedad	33
2.3.5	Aplicación De Guías En Las Áreas Urbanas, Periurbanas Y Rurales.	34
2.3.6	Acuerdo Gubernativo 113-2009	34
2.4	TERMINOS Y CONDICIONES PARA EL REDISEÑO.....	36
2.4.1	Normas Nacionales	36
CAPITULO 3.....		37
3.1	Definiciones generales.....	37
3.1.1	Normativa.....	37
3.1.2	Periodo de diseño	38
3.1.3	Población de diseño	39
3.1.4	Niveles de servicio	40
3.1.5	Dotaciones.....	40
3.1.6	Variaciones de Consumo	41
3.1.7	Perdida de carga	43
3.1.8	Presiones en las líneas de conducción	44
3.1.9	Golpe de ariete	45
3.1.10	Accesorios de las líneas de conducción.....	48

3.2 Planta de tratamiento de agua potable	50
3.2.1 Tecnología convencional	50
3.2.2 Tecnología FIME.....	50
3.2.3 Criterios de Diseño de la filtración lenta en la arena	51
3.2.4 Filtro Lento de Arena	54
3.2.6 Reservas	55
CAPITULO 4.....	57
4.1 Especificaciones Técnicas	57
4.2 Recomendaciones.....	57

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Porcentaje de vivienda abastecidas de agua por red publica	22
Grafico 2. Taza de Analfabetismos en el cantón Nabón.....	25
Grafico 3. Pobreza por necesidades básicas insatisfecha (NBI).....	25
Grafico 4. Porcentaje de Deserción escolar	26
Grafico 5. Tasa de asistencia por nivel de educación	26
Grafico 6. Población Económica Activa (por sexo)	27
Grafico 7. Índice de feminidad.....	28
Grafico 8. Tasa de mortalidad por cada 1000 habitantes	28

INDICE DE TABLAS

Tabla1. Principales elementos de información climática de la parroquia Las Nieves	5
Tabla 2. Cordenadas Geograficas de las captaciones	9
Tabla 3. Caudales de sus respectivas captaciones.....	14
Tabla 4. Desniveles y tipo de material de sus respectivas captaciones	15
Tabla 5. Características Físicas del agua Potabilizada	16
Tabla 6. Características Químicas del agua Potabilizada	17
Tabla 7. Análisis microbiológico del agua potabilizada.....	17
Tabla 8. Parámetros referenciales del agua potabilizada.....	17
Tabla 9. Servicio publico de agua potables en la parroquia las nieves.....	21
Tabla 10. Las Nieves: Empresas según sectores económicos y personal empleado,2013	23
Tabla 11 Productos agropecuarios de sus respectivas comunidades	24
Tabla 12. Grupos Ocupacionales en los trabajos del cantón Nabón	29
Tabla 13. Ramas de Actividad.....	29

Taaba 14. Ecuestas del año 2012 y actualizacion de informacion en el 2015	39
Tabla 15. Metodos para la proyeccion de diseño.....	40
Tabla 16. Normativa nacional de dotaciones según los habitantes	41
Tabla 17. Nivel de servivio.....	42
Tabla 18. Poblacion Actual	43
Tabla 19. Poblacion Futura.....	43
Tabla 20. Caudal demandado por el sistema	43
Tabla 21. Valores del coeficiente de Hazen Williams	44
Tabla 22. Modulo de Elasticidad Según los materiales	48
Tabla 23. Porcentajes de acumulación de aire en puntos elevados de una conducción	49
Tabla 24. Criterios De Diseño De La Filtración Lenta Según Varios Autores	52
Tabla 25. Filtro Grueso (FG).....	52
Tabla 26. Filtro Lento de Arena.....	55

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Figura. Ubicación del sector la paz Cantón Nabón.....	3
Figura 2.	Captación de Quillopayana.....	7
Figura 3.	Captación de chuzalongo.....	8
Figura 4.	Captación de pallica.....	9
Figura 5.	Ubicación de las tres captaciones.....	10
Figura 6.	Planta de tratamiento Existente.....	11
Figura 7.	Ubicación Geográfica del sector LA PAZ.....	13
Figura 8.	Población total del cantón Nabón.....	20
Figura 9.	Distribución de la población por sexo.....	20
Figura 10.	Localización de las tres conducciones de agua cruda.....	56

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Planta y Perfil de la conduccion de Killopayana.....	59
Anexo 2.	Planta y Perfil de la conduccion de Chuzalongo.....	60
Anexo 3.	Planta y Perfil de la conduccion de Pallica.....	61
Anexo 4.	Filtro Dinamico Grueso.....	62
Anexo 5.	Filtro Lento de Arena.....	63
Anexo 6.	Tanque de Reserva y Caseta de Cloracion.....	64

INTRODUCCION

El acceso a agua potable es esencial para la vida y la salud de las personas. Sin embargo, el suministro de agua limpia y segura puede ser un desafío en muchas partes del mundo debido a la contaminación y otros factores ambientales. Es por eso que los sistemas de tratamiento de agua potable juegan un papel crucial en la protección de la salud pública y el bienestar social. Un sistema de tratamiento de agua potable es un conjunto de procesos que se utilizan para eliminar los contaminantes del agua y convertirla en potable para el consumo humano. En este proceso, el agua se somete a una serie de tratamientos físicos, químicos y biológicos para eliminar los contaminantes y asegurar su calidad. En este artículo, exploraremos los componentes y procesos fundamentales de un sistema de tratamiento de agua potable, así como sus beneficios y desafíos.

JUSTIFICACION

La comunidad de LA PAZ, en el cantón Nabón, tiene problemas con su suministro de agua potable debido a que su sistema ha llegado al final de su vida útil. Actualmente, las lluvias afectan el sistema, ya que el agua cruda que ingresa contiene altos niveles de sólidos y sedimentos debido a la falta de un sistema de tratamiento adecuado. Por lo tanto, es urgente construir una nueva planta de procesamiento de agua que mejore su calidad y garantice un suministro confiable para la comunidad de la paz.

OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el estudio y rediseño del sistema de tratamiento de agua potable para la comunidad de La Paz ubicada en el cantón Nabón. Evaluar el sistema actual y verificar cuales son los problemas principales que deben ser solucionados para mejorar la calidad de agua.

OBJETIVO ESPECIFICO

Evaluar el sistema de tratamiento de la planta existente para elaborar un rediseñar tomando en cuenta las especificaciones de NTE INEN 1108.

Considerar las Normativas, requisitos y criterios mínimos para realizar estudios conceptuales en los que se pueda obtener un rediseño definitivo y la documentación del proyecto.

Cálculos, Rediseño y modelación del sistema con sus planos detallados mediante el software de AutoCAD.

Realizar presupuesto.

CAPITULO I

DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL

1.1 CARACTERISTICAS SOCIALES Y DEMOGRAFICAS

1.1.1 Ubicación del proyecto

El sector LA PAZ, ubicado en el cantón Nabón, en la provincia del Azuay, ha sido identificado como un área de estudio relevante para la investigación en curso. Con una extensión de 28 hectáreas y una altitud aproximada de 3,087m sobre el nivel del mar, este sector presenta características geográficas como: su topografía irregular, una vegetación variada, paramos, áreas de pastizales y bosques protectores la cual le hacen única para realizar un digno análisis. La información recopilada en este sector proporcionara datos significativos para el desarrollo del estudio en curso, el cual se centra en el análisis para mejorar la calidad del agua y el mejor vivir para los habitantes de LA PAZ.

Figura 1. Ubicación del sector la paz Cantón Nabón



Fuente: (GAD NABON, 2020)

1.1.2 Concepción del proyecto

Durante la concepción del proyecto, se debe considerar parámetros generales del diseño dependiendo su ubicación, cuando seleccionamos la ubicación de las captaciones, se debe tomar en cuenta los niveles de agua en las fuentes de abastecimiento, esto servirá para poder garantizar un nivel correspondiente en la línea de conducción, tomar en cuenta las condiciones topográficas, geológicas e hidrológico del lugar de tal manera que aumenten la seguridad que incida en su funcionamiento.

1.1.3 Seguridad funcional

El objetivo fundamental es garantizar un caudal necesario bajo cualquier condición de flujo, durante todo el periodo de diseño deberá cumplir con un abastecimiento óptimo, el mismo que debe satisfacer las necesidades futuras para el crecimiento poblacional.

Si existen fuentes alternativas que sean útiles para mantener el volumen suficiente es necesario saber que la calidad del agua puede ser variable.

1.1.4 Seguridad contra la contaminación

Es necesario no modificar las tomas de captación en el régimen de escurrimiento, esto evitaras las diversas erosiones y embancamientos del agua. Cuando el personal ingrese a las captaciones para realizar el mantenimiento deberá tener un rango de seguridad para manipular las tuberías y realizar la limpieza en las cámaras de captación.

1.1.5 Clima

El cantón Nabón es una región del Ecuador que cuenta con distintos pisos climáticos en donde los más importantes son el Montano y el Montano Alto. Los pisos climáticos están caracterizados por su variación de temperatura en base a su clima ya que en la parroquia Las Nieves presenta los gradientes altitudinales (desde los 1800 a los 3400 msnm)

Aquí pongn el #21 como ejemplo hasta elaborar la numeración

Tabla1. Principales elementos de información climática de la parroquia Las Nieves

TIPO DE CLIMA	ALTITUD M.S.N.M	TEMPERATURA MÍNIMA	TEMPERATURA MAXIMA	HUMEDAD RELATIVA %	PRECIPITACION ANUAL (mm)
Nivel	4000	6°C	15°C		1500-2000
Ecuatorial de Alta Montaña	3000	8°C	20°C	80%	1000-2000
Ecuatorial Mesodérmico Semi-Húmedo	3000-3200	12°C	20°C	65-85%	500-200
Ecuatorial Meso Térmico Seco	1800-2200	18°C	22°C	50-80%	>500

Fuente: PDOT 2012

Elaboración: Equipo Técnico

1.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION

1.2.1 Tipo De Captaciones

Las captaciones son estructuras que se construyen en manantiales las cuales sirven para recolectar el agua que brota de la tierra. Estas captaciones pueden ser pozos, galerías filtrantes o captaciones superficiales, son utilizadas para obtener agua fresca y natural para el abastecimiento de agua potable, la industria y otros usos.

Las captaciones del sector son valoradas por su agua fresca y natural, que a menudo requiere menos tratamiento para el consumo humano. Sin embargo, es necesario implementar prácticas necesarias de protección y gestión de estos manantiales para preservar la calidad del agua y asegurar su sostenibilidad a largo plazo. Esto hace referencia para implementar la protección de las áreas de recarga de los acuíferos, el monitoreo regular de la calidad de agua y la implementación de medidas de conservación del agua en las zonas de captación.

Captación N°1

La captación de Quillopayana es la primera estructura de captación utilizada para recolectar agua en la zona. Esta captación consta de dos cámaras de hormigón, las cuales están protegidas con tapas de acero y un cerramiento de malla para evitar la entrada de elementos no deseados. Estas cámaras son parte de la infraestructura necesaria para captar el agua de forma eficiente y segura.

La distancia de la captación de Quillopayana hasta la planta de tratamiento es de 358.38 metros, lo que implica que el agua captada debe ser conducida a lo largo de una tubería de conducción para ser procesada en la planta de tratamiento. La línea de conducción está compuesta por una tubería de PVC de 40 mm de diámetro, que es un material comúnmente utilizado en este tipo de infraestructuras debido a su resistencia y durabilidad.

Adicionalmente, se menciona que, en una distancia de 287 metros desde el inicio de la captación, se encuentra una estructura de desagrado. Esta estructura es importante para permitir el flujo adecuado del agua captada y evitar posibles obstrucciones o acumulación de sedimentos en la línea de conducción. El desagrado puede consistir en una estructura de descarga o un sistema de desviación del agua, que asegura un flujo continuo y sin problemas del agua captada hacia la planta de tratamiento.

Es importante destacar que el diseño y construcción de la captación y su línea de conducción deben cumplir con las normas y regulaciones locales y nacionales para garantizar la calidad y seguridad del agua captada. Además, el mantenimiento regular y la inspección de estas estructuras son esenciales para asegurar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil.

Figura 2. Captación de Quillopayana.



Fuente: (Propia,2023).

Captación N°2

La segunda captación, Chuzalongo cuenta con cinco cámaras de hormigón de las cuales tres están cubiertas con tapas de acero, las otras dos no cuentan con cubierta, la distancia de conducción del agua es 631.32m, la línea de conducción está conformada por tubería PVC con diámetros de 50m. Esta captación tiene diversas cámaras de recolección de agua por que están en distintos puntos dentro del mismo sector.

Chuzalongo es una captación que consta de cinco cámaras de hormigón utilizadas para recolectar agua de distintos puntos dentro del mismo sector. Tres de estas cámaras están cubiertas con tapas de acero para proteger el agua captada de la entrada de elementos no deseados, mientras que las otras dos no cuentan con cubierta.

Es importante destacar que el contar con varias cámaras de recolección de agua en diferentes puntos dentro del mismo sector puede ser beneficioso para asegurar un suministro continuo y adecuado de agua en la zona. Sin embargo, el diseño y construcción de estas estructuras deben cumplir con las normas y regulaciones locales y nacionales para garantizar la calidad y seguridad del agua captada. Además, el mantenimiento regular y la inspección de estas estructuras son esenciales para asegurar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil.

Figura 3. Captación de chuzalongo



Fuente: (Propia,2023).

Captación N°3

Pallica es una captación que consta de una cámara de hormigón, pero a diferencia de las dos primeras captaciones mencionadas, no cuenta con cubierta. La cámara de hormigón es la estructura que se está utilizando para recolectar el agua de esta fuente. La distancia de conducción del agua desde Pallica es de 1,352.39 metros. Esto implica que el agua captada en esta estructura es conducida a lo largo de una manguera de 33 mm de diámetro hasta su destino final, el tanque de almacenamiento.

Es importante destacar que la captación de Pallica es utilizada como una fuente de agua alternativa, cuando las dos primeras fuentes no tienen suficiente agua disponible debido a la escasez del recurso. Pallica es una opción adicional para asegurar el suministro de agua para los fines previstos, como el abastecimiento de agua potable.

Figura 4. Captación de pallica



Fuente: (Propia,2023).

1.2.2 Ubicación de las captaciones

Las captaciones se encuentran en la parte alta de la población con distintos puntos de su ubicación, de las tres captaciones podemos decir que el agua es transportada por la gravedad ya que no existe sistema de bombeo o algún otro método para sustraer el agua, las fuentes tienen un desnivel muy pronunciado el cual es un factor que da una ventaja para transportar el agua sin implementar métodos de bombeo los cuales son costosos.

Tabla 2. Cordenadas Geograficas de las captaciones

Captaciones	Coordenadas Geográficas		
	Este (m)	Norte (m)	Altura (m)
Fuente N°1	705263.73	9632334.25	3204.59
Fuente N°2	705621.17	9632598.29	3299.32
Fuente N°3	705829.73	9633413.77	3260.69

Fuete: (Propia,2023)

Figura 5. Ubicación de las tres captaciones



Fuente: (Propia,2023).

1.2.3 Evaluaciones Físicas

1.2.3.1 Evaluaciones Físicas De Las Captaciones

La infraestructura de las captaciones de agua potable cuenta con una infraestructura adecuada, las captaciones garantizan un acceso equitativo de agua la misma que cumple las necesidades de todos los usuarios, por otro lado, las tres captaciones están ubicadas de manera estratégica para servir a la comunidad siendo accesibles físicas y financieramente para todas las personas incluyendo en situaciones vulnerables o desfavorecidas.

1.2.3.2 Evaluaciones físicas de los tantes

Los dos tanques de agua entubada se encuentran en un estado de deterioro ya que presentan corrosión y desgaste en varias áreas con manchas de oxido y pintura desgastada. Los tanques se encuentran ubicados en un área expuesta a la intemperie sin un adecuado terreno para una correcta operación, No cuenta con un sistema de drenaje apropiado para el tratamiento del agua cruda, lo que ha causado acumulación de sedimentos propiciando la formación de lodos en el interior de los tanques.

La zona alrededor del cerramiento de los tanques muestra signos de descuido, con vegetación no controlada que a crecido cerca de la base la cual podría afectar su estabilidad y funcionamiento, además, se observa falta de mantenimiento como ausencia de limpieza regular y falta de pintura.

Los tanques de tratamiento de agua potable son obsoletos debido al avance tecnológico en la industria y no cumplen con las normativas actuales para almacenar agua de calidad. Es necesario reemplazarlos con tanques modernos que utilicen tecnologías avanzadas para garantizar el suministro de agua potable de calidad y cumplir con las normativas aplicables. Los tanques actuales carecen de parámetros necesarios para mantener una calidad de agua adecuada, lo que hace urgente el reemplazo de los mismos.

1.2.4 Ubicación actual de la planta de tratamiento

La planta de tratamiento de agua potable en La Paz ocupa un área de 400 metros cuadrados está rodeada de vegetación, lo que puede ayudar a proteger el entorno y la calidad del agua. Su ubicación en la vía antigua Cuenca-Loja facilita el acceso y las coordenadas geográficas son $3^{\circ}19'17.98''S$ y $79^{\circ}9'17.29''O$, lo que permite una gestión adecuada de la planta y su integración en los sistemas de información geográfica y de gestión del agua.

La ubicación estratégica de la planta de tratamiento de agua potable en La Paz es un factor relevante para asegurar el suministro de agua potable de calidad a la población local. La facilidad de acceso y la protección del entorno pueden contribuir a una operación eficiente de la planta y a garantizar la disponibilidad de agua potable segura para la comunidad.

Figura 6. Planta de tratamiento Existente.



Fuente: (Propia,2023).

1.2.5 Aprovechamiento de la infraestructura existente

Las tres captaciones de agua en La Paz se encuentran en buenas condiciones, lo que indica que están funcionando correctamente y son una fuente confiable de suministro de agua para la población. Sin embargo, se identifica que los tanques de reserva presentan problemas de filtración y otros factores que afectan su estado. En cuanto a los tanques de reserva, se ha observado que presentan deterioro debido a la corrosión y la falta de mantenimiento de los mismos.

Es necesario realizar una evaluación detallada de su estado actual para determinar la magnitud del problema y los riesgos asociados. Se recomienda tomar medidas para reubicar los tanques de reserva a una ubicación más adecuada que garantice su integridad y funcionalidad a largo plazo.

1.2.6 Uso del suelo

En el Cantón Nabón los suelos existentes en el área de estudio mantienen las siguientes características, existen suelos que contribuyen la productividad agropecuaria, se generan cultivos de maíz, tiene un porcentaje alto en paramos, en diversos lugares realizan la siembra y tala de bosques, esto hace que aumenta la importancia en el territorio cantonal (Levantamiento de cartografía temática, 2015).

1.2.7 Información geográfica

Figura 7. Ubicación Geográfica del sector LA PAZ.



Fuente (Propia,2023)

El sector LA PAZ se encuentra ubicado en la vía principal Cuenca-Loja a unos 60 minutos de la ciudad de Cuenca, cuarenta con una altura aproximada de 3060m sobre el nivel del mar, su acceso principal es la vía panamericana, los accesos secundarios son vías alternas que se comunican con Santa Isabel (NW), con las Nieves (NE), con Progreso (SW).

1.2.8 Suministro De Agua Y Análisis De Recursos Hídricos

1.2.8.1 Suministro Actual

El actual abastecimiento del agua en el sector de La Paz está dotado por tres captaciones las cuales son calculadas con el método volumétrico ya que es el más utilizado para poder calcular los caudales pequeños:

Tabla 3. Caudales de sus respectivas captaciones

Detalles	V(l)	T(s)	Q(l/s)
killopayana	12	11	1.09
Chuzalongo	12	6.52	1.84
Pallica	12	7.61	1.58
		Tt=	4.51 l/s

Fuente: (Propia,2023)

Las tuberías que transportan el agua tienen diámetros de 40mm, 50mm y 32mm por lo tanto el caudal que llega al tanque de almacenamiento es $Q= 3 \text{ l/s}$, el tratamiento rápido que le realizan es una mezcla con cloro en grano cada día, es necesario tomar en cuenta que el tanque de almacenamiento tiene una capacidad de 25m^3 de agua, también tiene un tanque circular de reserva el mismo que tiene una capacidad de 12m^3 de agua, cuando estos tanque están llenos el agua se canaliza por las tuberías de reboso.

1.3.8.2 Análisis Del Agua

El uso principal y fundamental del agua es para el consumo humano. Aunque el agua líquida está presente en la naturaleza, no es apta para su consumo directo, ya que durante su proceso de circulación en el ciclo hidrológico se mezcla con diferentes sólidos y partículas, lo que causa cambios en su composición física y química.

1.3 ABASTECIMIENTO Y ANALISIS DE LAS FUENTEES

1.3.1 Conducciones

El agua es trasladada por tres diferentes conducciones las mismas que mantiene distintas elevaciones y diferentes longitudes, el material utilizado es de PVC para las primeras dos captaciones, para la tercera captación utilizan una manguera ya que es una captación alternativa para el abastecimiento.

En la siguiente tabla podemos observar los datos de los recorridos.

Tabla 4. Desniveles y tipo de material de sus respectivas captaciones

Tramo	Elevación (m)		Material	Diámetro (mm)	Longitud (m)
	Inicial	Final			
Killopayana	3,204.94	3,188.79	PVC	40	358.38
Chuzalongo	3,299.32	3,189.14	PVC	50	631.32
Pallica	3,260.69	3,183.66	Manguera	32	1,352.39
	Total				2,342.09

Fuente: (Propia,2023)

A lo largo del primer recorrido en la primera conducción, no se encontró tanque rompe presiones, válvulas de purga y válvulas de aire, en la segunda conducción se encontró dos tanques rompe presiones y en la tercera conducción se debe toma en cuenta que el agua le transportan por una manguera que está expuesta en la superficie del terreno y solo tiene una estructura de hormigón para la captación del agua.

1.3.2 Calidad De Agua

El tratamiento del agua es de vital importancia para garantizar que los consumidores estén libres de factores contaminantes que puedan afectar la salud de los pobladores, la calidad de agua se determina por su composición tanto química como biológica la misma puede ser afectada por diferentes factores, tales como la presencia de microorganismos, productos químicos, solidos, y entre otros contaminantes.

Una adecuada calidad en el agua se puede lograr mediante una serie de procesos de tratamientos, en este proceso se debe aplicar la desinfección, la filtración, la sedimentación, y la absorción, entre otros, todos estos procesos están diseñados para eliminar los contaminantes que se encuentran presentes en el agua los mismos que pueden causar enfermedades en los seres humanos.

1.3.3 Obtención de muestras para su análisis

Se recolectaron muestras de agua en dos puntos para su análisis físico-químico y microbiológico con la finalidad de poder determinar la calidad para el consumo y analizar el tratamiento implementado en la cloración actual, se realizaron pasos estandarizados

para garantizar que las muestras no sean alteradas o contaminadas, las muestras fueron llevadas en frascos con tapa los mismo que son esterilizados y transportaron el agua hacia el laboratorio donde se efectuaron el análisis de distintos parámetros.

1.3.4 Resultado de los análisis realizados

El análisis de los parámetros en el agua cruda indica que su calidad es buena ya que no se detectaron contaminantes de alto riesgo, como los coloidales. Sin embargo, es importante considerar que hay parámetros físicos que no cumplen con los estándares, como el color y la turbidez, debido a la falta de filtros de arena en la planta de tratamiento para retener los sólidos. El análisis de estos parámetros señala una deficiencia en el tratamiento, lo cual puede aumentar el riesgo de enfermedades para los seres humanos. En cuanto a los parámetros químicos y microbiológicos, no se encontraron problemas significativos en el agua analizada.

Tabla 5. Características Físicas del agua Potabilizada

Parámetros	Método	Unidades	Límite máximo permitido NTE INEN 1108		Resultado	Observación
			6ª Revisión 2020	15		
Color	HSCH	UCA (Pt-Co)	6ª Revisión 2020	15	50	NO CUMPLE
Turbidez	NNEFELOMETRICO	NTU	---	5	3.0	CUMPLE
Temperatura	ELECTROMETRICO	°C	---	---	13.2	N/A

Fuente: (Propia,2023)

Tabla 6. Características Químicas del agua Potabilizada

Parámetros	Método	Unidades	Límite máximo permitido NTE INEN 1108		Resultados	Observación
PH	ELECTROMETRICO	---	6 ^a Revisión 2020	6.5-8.0	7.04	CUMPLE
Cloro libre residual	HACH 8021	mg/L Cl ₂ '		0.3-1.5	0.41	CUMPLE
Nitratos	HACH 8039	mg/L NO ₃ '		50.0	1.0	CUMPLE
Nitritos	HACH 8507	mg/L NO ₂ '		3.0	0.006	CUMPLE
Fluoruros	HACH 8029	mg/LF'		1.5	0.09	CUMPLE

Fuente: (Gad Municipal Nabón, 2023)

Tabla 7. Análisis microbiológico del agua potabilizada

Parámetros	Método	Unidades	Límite máximo permitido NTE INEN 1108		Resultado	Observación
Coliformes Totales	HACH 10029	UFC/100ml	6 ^a revisión 2020	Ausencia	0	CUMPLE
Coliformes Fecales (Escherichia coli)	HACH 10029	UFC/100ml			0	CUMPLE

Fuente: (Gad Municipal Nabón, 2023)

Tabla 8. Parámetros referenciales del agua potabilizada

parámetros	Método	Unidades	Límite máximo permitido NTE INEN 1108		Resultado
TDS	ELECTROMETRICO	mg/L	3 ^a Revisión 2010	1000	17.4
Conductividad	ELECTROMETRICO	uS/cm		1568	29.3
Sulfatos	HACH 8051	mg/L SO ₄ "		200	1
Fosforo	HACH 8048	mg/L PO ₄ ³⁻		0.1	0.08
Hierro	HACH 8008	mg/L Fe ³⁺		0.3	0.15
Manganeso	HACH 8149	mg/L Mn	4 ^a revisión 2010	0.4	0.017
Alcalinidad Total	HACH 8203	mg/L CaCO ₃	3 ^a Revisión 2010	370	23
Dureza Total	HACH 8226	mg/L CaCO ₃		300	9
Dureza Cálcica	HACH 8222	mg/L CaCO ₃		70	5
Dureza Magnesia	---	mg/L CaCO ₃		30	4

Fuente: (Gad Municipal Nabón, 2023)

El informe contiene datos de las muestras sometidas a análisis Químicos, Físicos y Microbiológicos que facilitan tener un conocimiento sobre los parámetros contenidos en el agua.

1.3.5 Parámetros Químicos

Los parámetros químicos que contiene el agua cruda en la mayoría de los casos son considerados tóxicos los mismos que afectan la calidad del agua.

Existe una gran diferencia entre los contaminantes tóxicos y los contaminantes microbiológicos, ya que los contaminantes tóxicos en la primera ingestión de agua estos no generan problema en la salud, mas bien a largo plazo se revelan generando problemas, en el caso de los contaminantes tóxicos estos actúan con una intoxicación inmediata y fuerte provocando enfermedades en los seres humanos.

1.3.6 Parámetros Físicos

Turbiedad

La turbiedad se define como la dificultad que tiene el agua de transmitir la luz, debido a la presencia de materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, estos fenómenos están presentes comúnmente en las aguas superficiales y pueden causar la acumulación de depósitos en las tuberías y equipos de tratamiento de agua, para evitar estos problemas se debe filtra y decantar el agua antes de ser distribuida.

Color, olor y sabor

Los parámetros físicos del agua, como el color, el olor y el sabor, son indicadores importantes para evaluar su calidad y seguridad para el consumo humano.

El color del agua se refiere a la presencia de sustancias que le dan un tono determinado, y puede ser evaluado mediante una escala de colores estándar. El agua potable debe tener un color claro y transparente, sin la presencia de partículas en suspensión que alteren su aspecto.

El olor del agua también es un factor crítico para evaluar su calidad. El agua potable no debe tener un olor fuerte o desagradable, lo que puede ser indicativo de la presencia de sustancias orgánicas o inorgánicas.

El sabor del agua también es importante para su consumo humano. El agua potable debe tener un sabor suave y agradable, sin sabores extraños o desagradables que puedan afectar su aceptación. En conjunto, la evaluación de estos parámetros físicos del agua es fundamental para asegurar que sea segura y apta para el consumo humano.

Sólidos Totales

Los sólidos totales es la cantidad de material disueltos en el agua tomando en cuenta los sólidos en suspensión.

Sólidos disueltos: se refiere a la cantidad de sólidos orgánicos e inorgánicos como las sales, minerales y entre otros compuestos que pueden ser medidos mediante la conductividad eléctrica de agua y su límite deseable y permitido es de 500mg/l.

Sólidos en suspensión: Se refiere a la materia sedimentable como las arenas, tierra y otros materiales que pueden ser medidos con filtros de poros definidos y luego pesar la cantidad de sólidos definidos, los sólidos en suspensión pueden ser eliminados mediante técnicas de filtración y sedimentación.

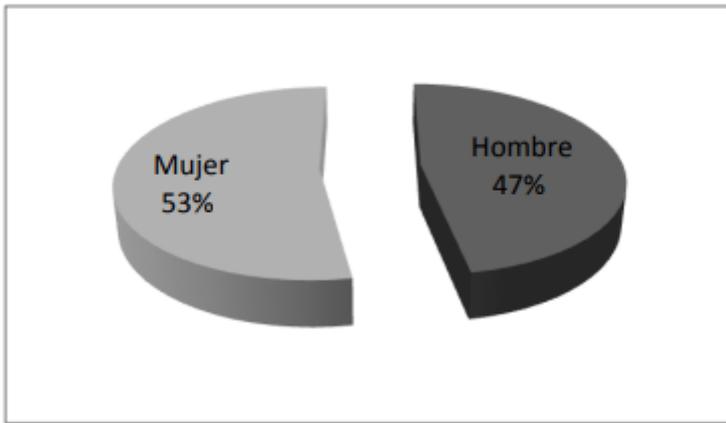
1.4 ACTIVIDAD SOCIO ECONÓMICA

1.4.1 Características de la población

Nabón es una población en la que habitan 15.121 personas, según el VI Censo de Población y Vivienda. De este total, el 6,9% reside en la zona urbana y el 93,1% en la zona rural, y la distribución por género es de 6.926 hombres y 8.195 mujeres. Se estima que alrededor del 23% de la población es analfabeta y que la escolaridad media en el área rural es de 3,6 años (Mora, 2019) .

Dentro del marco del Plan del Buen Vivir, una de las metas establecidas es garantizar el acceso al servicio de agua potable, y se tenía previsto cumplirla hasta el año 2017. No obstante, el GAD Municipal Nabón logró anticiparse a la meta y en el año 2015 ya había conseguido cubrir el 97% del territorio con este servicio (Nabñn, 2019).

Figura 8. Población total del cantón Nabón.

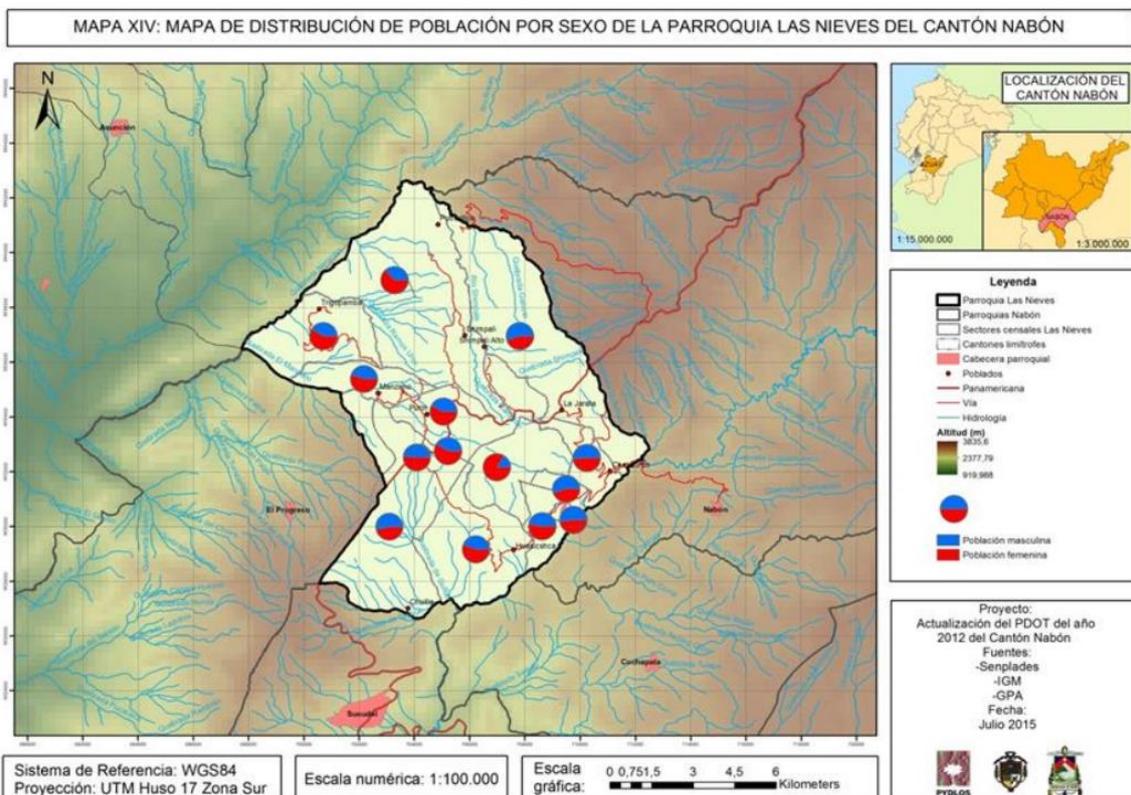


Fuente: (Censo de población y vivienda,2010).

Elaboración: Equipo técnico-PYDLOS

Según los datos del censo de 2010, el 53% de la población de "Las Nieves" eran mujeres y el 47% restante eran hombres. Esta proporción no ha sufrido cambios significativos en comparación con el censo de 2001, donde la representación de género también fue similar. Esto sugiere que las mujeres tienen una mayor presencia y permanencia en el territorio, mientras que los hombres tienden a emigrar con mayor frecuencia (Nieves, 2019)

Figura 9. Distribución de la población por sexo.



Fuente: (INEC 2010. Elaboración Equipo Técnico PYDLOS).

1.4.2 Viviendas

En la parroquia Las Nieves, casi la mitad de las viviendas (49.5%) tienen características inadecuadas como paredes de materiales deficientes o pisos de tierra. Esta parroquia y otra más tienen la mayor carencia de viviendas en el cantón. Además, el 20% de las viviendas presentan hacinamiento crítico, lo que significa que más de tres personas en promedio duermen en una misma habitación.

El 34,4% de los hogares presentan servicios inadecuados, la vivienda no tiene conexión a acueductos o tubería, es decir no posee agua potable o no posee un sistema de alcantarillado. En los últimos años se ha trabajado en brindar cobertura de agua potable y alcantarillado, por ello de las 12 comunidades 10 cuentan con agua potable, solo Trigopamba y Shimpale carecen del servicio (Nieves, 2019).

Tabla 9. Servicio público de agua potables en la parroquia las nieves.

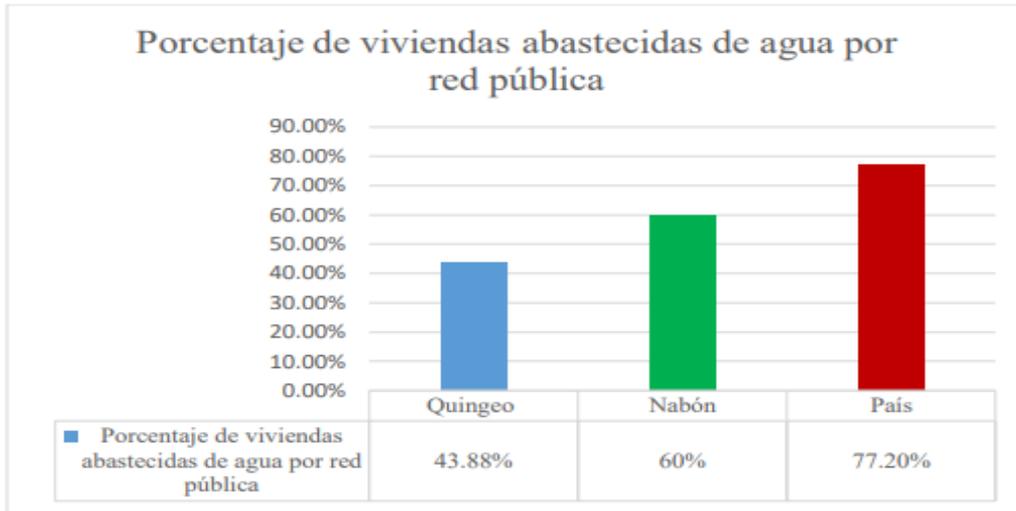
Sectores de la parroquia Las Nieves	Agua					
	Junta Admin. De Agua Potable a la que pertenece	CAUDAL I/S	Agua	Tipo de agua	N° De Usuarios	N° Familias Beneficiarias
Trigopamba	No tiene	-----	No	Ninguno	-----	-----
Shimpali	No tiene	-----	No	Ninguno	-----	-----
Potreriillo	Potreriillo	0.17	Si	Entubada	20	20
Huasicashca	Huasicashca	0,1(075)	Si	Entubada	15	15
Camara	Camara		Si	Entubada	20	20
San Marcos	San Marcos		Si	Entubada	27	27
Chayaurco	Chayaurco		Si	Entubada	10	10
Manzano	Manzano	0.1	Si	Entubada	22	22
La Jarata	No tiene	0.287	Si	Entubada	No tienen	No tienen
Chuilla	Chuilla		Si	Entubada	25	25
La Paz	La Paz	0.15	Si	Entubada	220	220
Las Nieves Centro	Las Nieves Centro	1 litro por segundo	Si	Entubada	80(50 residen en Las Nieves y 30 en otros lugares, pero tienen el derecho)	80

Fuente: (Gad Parroquia las Nieves, 2023)

Elaboración: Equipo Técnico- PYDLOS

Vivienda

Grafico 1. Porcentaje de vivienda abastecidas de agua por red publica



Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

Según los datos, los cantones analizados tienen una tasa de acceso a ciertos servicios por debajo del promedio nacional de 77.2%. A pesar de esto, se menciona que en el cantón Nabón existen comunidades dispersas que dificultan la gestión de dichos servicios.

1.4.3 Características Socioeconómicas

Las empresas en la parroquia Las Nieves tienen una capacidad limitada de generación de empleo, ya que la mayoría de ellas son unidades económicas pequeñas con un rango de 1 a 9 empleados. El sector de servicios es el que más trabajo genera, con 14 de las 17 empresas de la parroquia ubicadas en este sector. Además, la baja cantidad de empresas con empleados sugiere que la mayoría de las unidades económicas son emprendimientos individuales sin contratación de personal de apoyo (Nieves, 2019).

Tabla 10. Las Nieves: Empresas según sectores económicos y personal empleado,2013

Sectores Económicos		Rangos empleados	
		Estrato I (≤ 9)	Total
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	Número	1	1
	%	100.00%	100.00%
Industrias Manufactureras	Número	1	1
	%	100.00%	100.00%
Comercio	Número	1	1
	%	100.00%	100.00%
Servicios	Número	14	14
	%	100.00%	100.00%
Total	Número	17	17
	%	100.00%	100.00%

Fuente: INEC- Directorio de Empresas y Establecimientos 2013

Elaboración: Equipo Técnico- PYDLOS

Tabla 11 Productos agropecuarios de sus respectivas comunidades

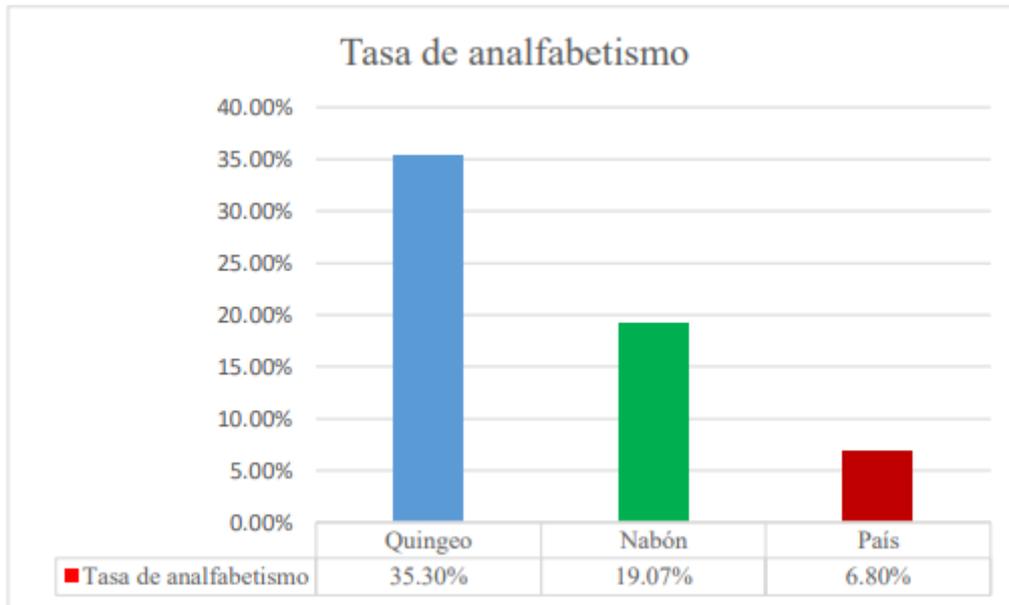
COMUNIDAD	AGRICULTURA	GANADERIA
NIEVES CENTRO	Hortalizas, tubérculos, granos, frutas, (Tomate de riñón, mora, durazno, granadilla, fresas, papa, alfalfa, maíz, frejol) Tomate de árbol	Cuyes, chanchos. Pollos Ganado Vacuno (producción de leche)
CHAYAURCO	Hortalizas, granos (maíz), tubérculos (papas)	Cuyes, huevos, gallinas
SAN MARCOS	Hortalizas, granos y frutas	Ganado Vacuno (producción de leche)
LA PAZ	Hierva (reigrás), tubérculos (papas, melloco), frutas (mora, fresa). Hiervas aromáticas (Horchatas)	Ganadería de leche y quesillo. Truchas, cuyes. Chanchos, pollos
MANZANO	Tubérculos (papas), hiervas aromáticas, hortalizas, frutas (fresas, caña), granos (maíz). Tomate de árbol	Trucha, ganadería de leche, quesillos
TRIGOPAMBA	Hortalizas, palmito, tubérculos (yuca, camote, papas), granos (cebada, trigo, avena, maíz), frutos (caña de azúcar, guayaba, cocos, guineo), repe	Ganado Vacuno, ovejas, cabras, caballos, conejos, raposos
POTRERILLOS	Tubérculos (papa, achira, melloco, oca, camote), granos (maíz), legumbre (haba)	Ganadería de leche, criadero de truchas
HUASICASHCA	Hortalizas, tubérculos (papa, melloco, oca), granos (trigo, cebada, maíz), frutas (caña, tomate de árbol, fresa)	Vacuno, ovino, cabras, conejos
CHUILLA	Hortalizas, legumbre (frejol), tubérculo (papa), frutas (tuna, tomate de árbol)	Ganadería de leche, cuyes, chanchos
CAMARA	Granos (maíz, trigo), hortalizas (huertos de hortalizas, alfalfa), tubérculos (papas), penco	Vacas, ovejas, chivos

Fuente: INEC- Directorio de Empresas y Establecimientos 2013

Elaboración: Equipo Técnico- PYDLOS

Educación

Grafico 2. Taza de Analfabetismos en el cantón Nabón

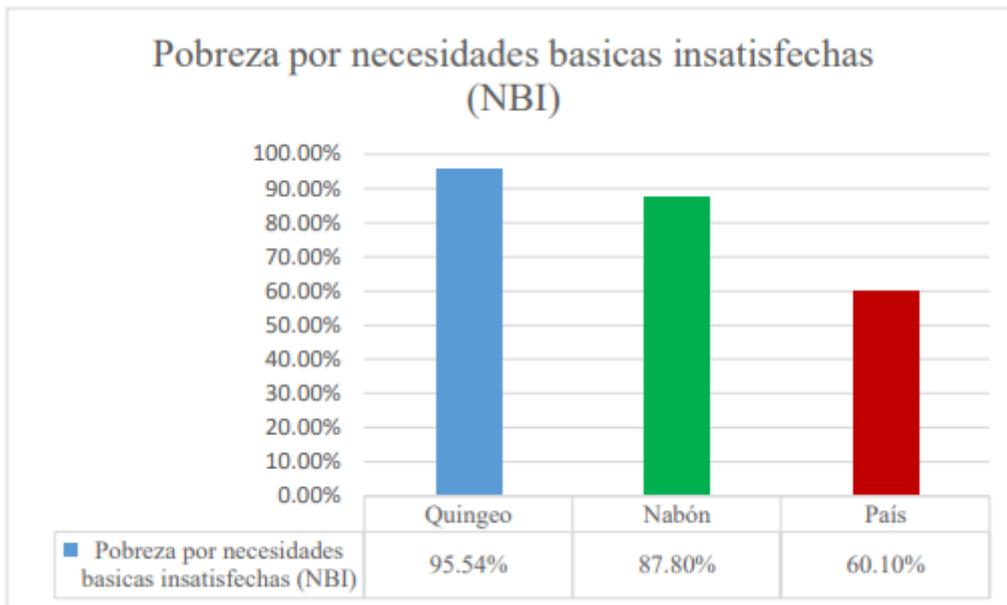


Fuente: PDYOT NABO. QUINGEO Y SICES,2014

Según los datos, la tasa de analfabetismo en Nabón es significativamente alta en comparación con el promedio nacional, lo que sugiere la necesidad de un mayor enfoque en la educación en esta zona para reducir esta brecha.

Pobreza

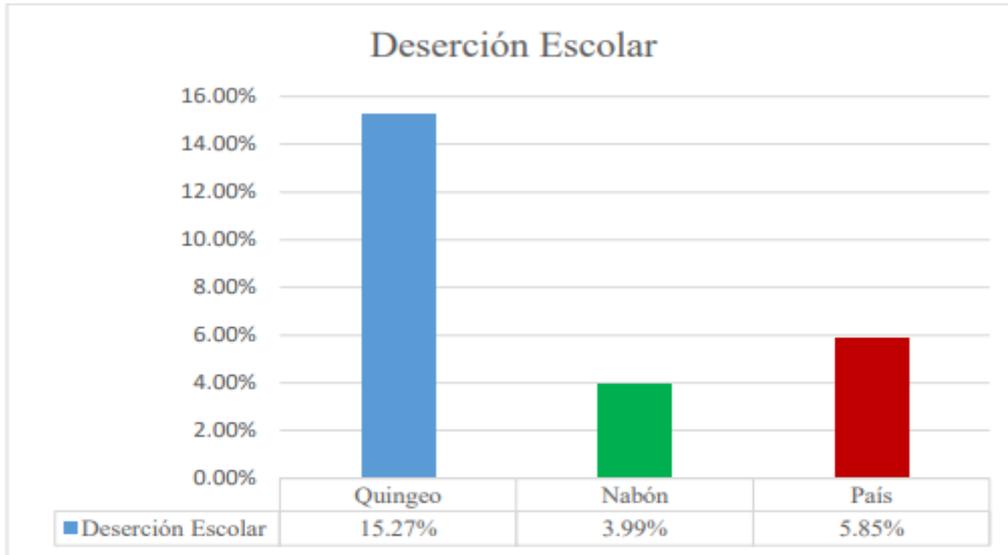
Grafico 3. Pobreza por necesidades básicas insatisfecha (NBI)



Fuente: PDYOT NABON, QUIGEO Y SICES, 2014

Según la tabla podemos observar que en ambos cantones supera el nivel nacional de 60.10% (Nieves, 2019).

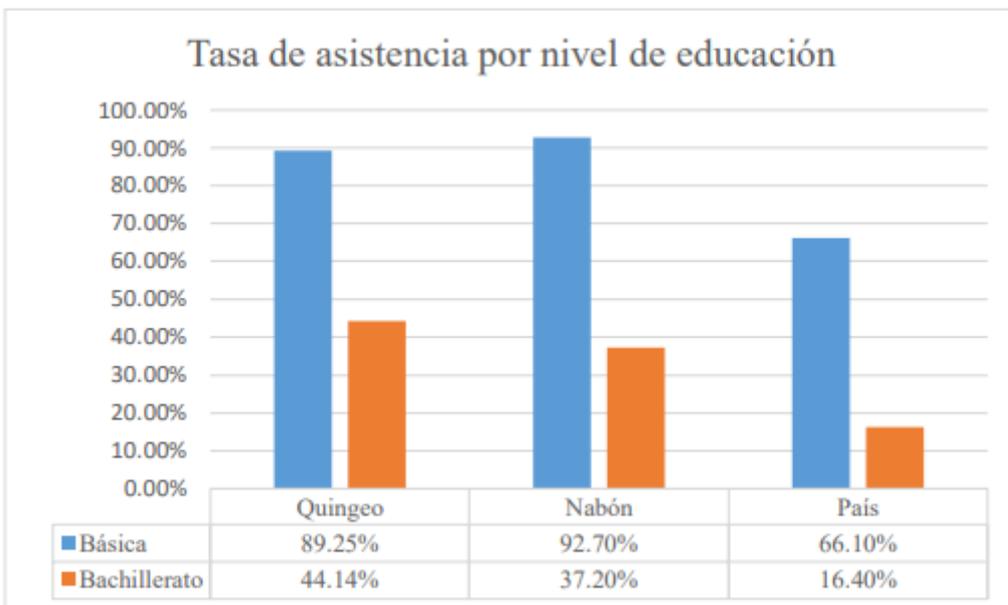
Grafico 4. Porcentaje de Deserción escolar



Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

A pesar de que la tasa de deserción escolar en Nabón es menor que el promedio nacional, es importante tomar medidas para evitar que se incremente. Por otro lado, es necesario prestar atención a la situación en Quingeo y buscar soluciones para reducir su tasa de deserción escolar.

Grafico 5. Tasa de asistencia por nivel de educación

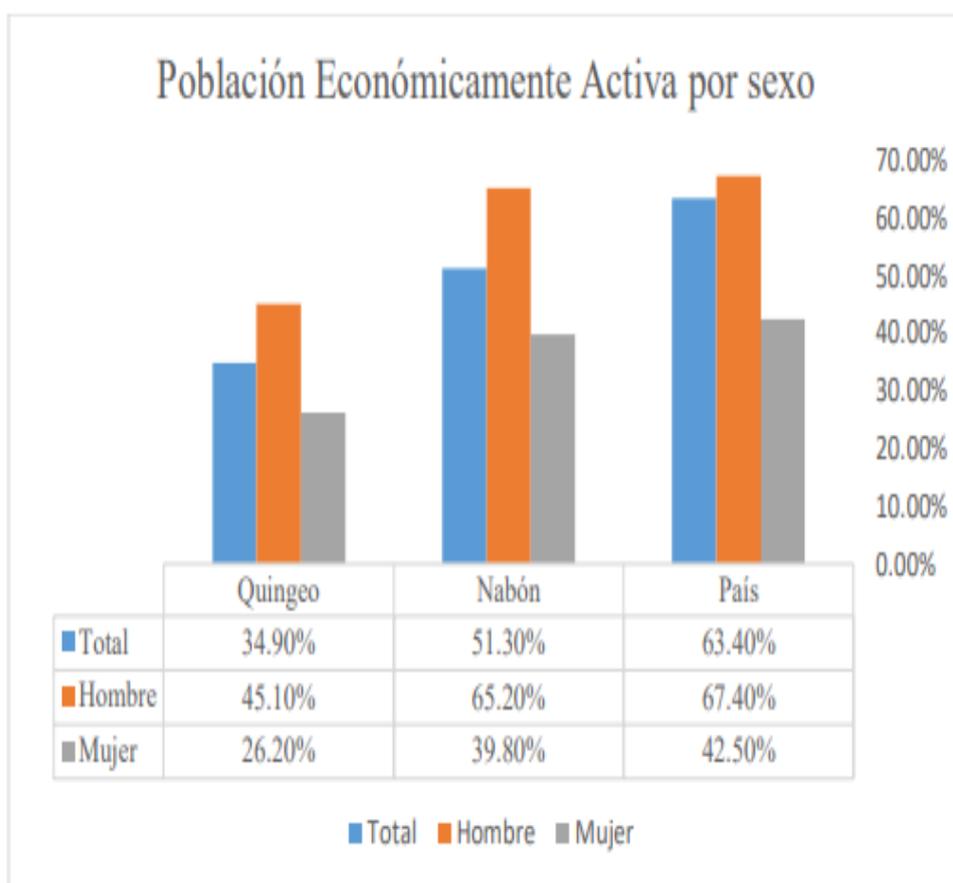


Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

A pesar de que los cantones de Nabón y Quingeo superan significativamente el promedio nacional en cuanto a la educación básica y bachillerato, es importante seguir trabajando en la mejora de la calidad educativa para garantizar un futuro prometedor a los estudiantes de la región.

Empleo

Grafico 6. Población Económica Activa (por sexo)

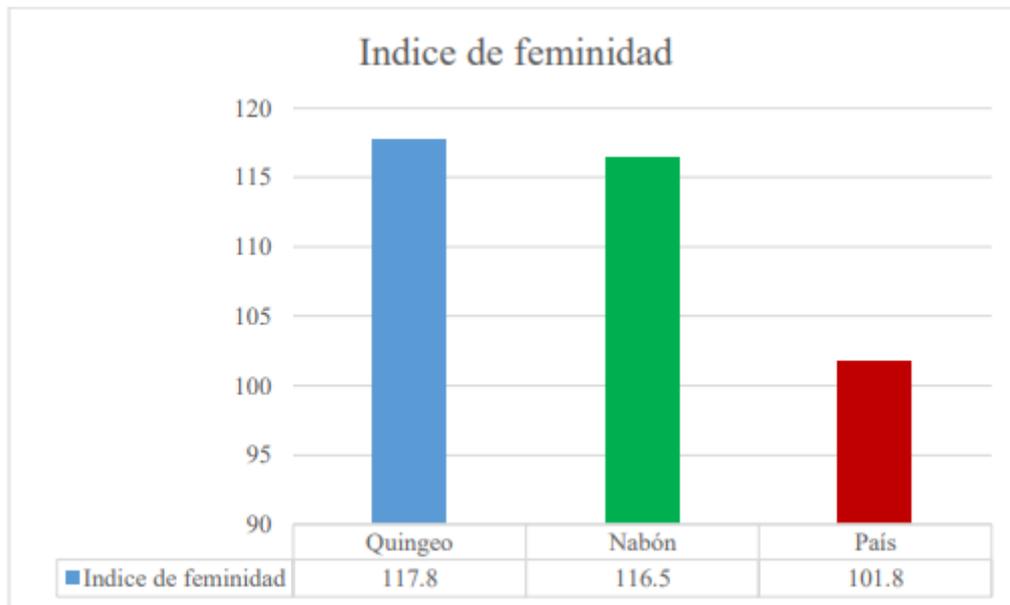


Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

Esta tabla indica que los dos cantones tienen un porcentaje menor de la Población Económicamente Activa (PEA) en comparación con el promedio nacional.

Población

Grafico 7. Índice de feminidad

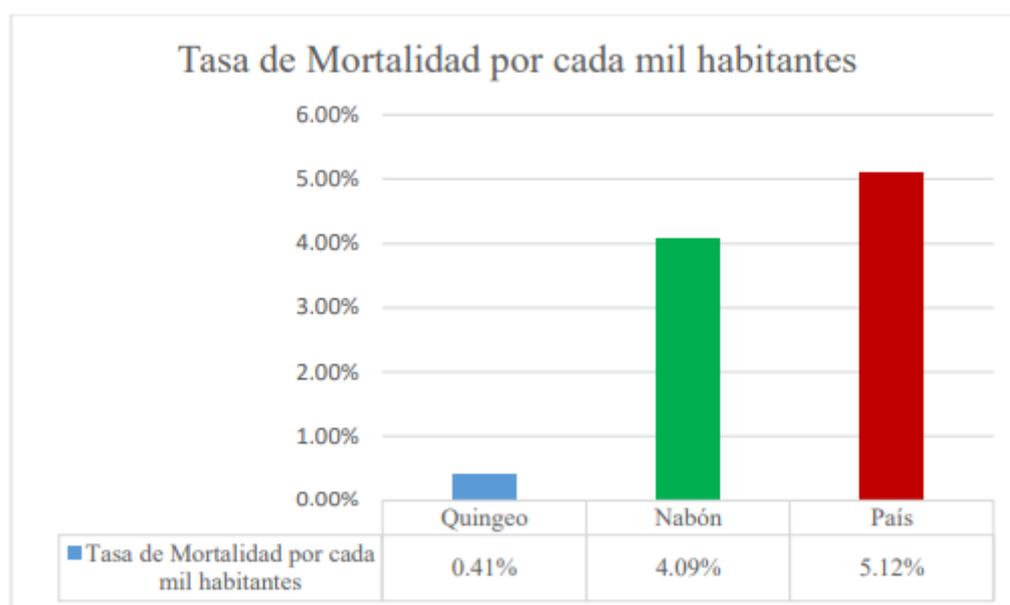


Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

Este texto indica que la proporción de mujeres es mayor que la de hombres en los cantones de Quingeo y Nabón, con un índice de 117.8 y 116.5 mujeres por cada 100 hombres, respectivamente. Además, se destaca que estos índices superan al promedio nacional.

Salud

Grafico 8. Tasa de mortalidad por cada 1000 habitantes



Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

El análisis muestra que ambas zonas tienen una tasa de mortalidad por debajo de la tasa nacional. No obstante, es importante destacar que Quingeo presenta una tasa de mortalidad aún más baja que Nabón, lo que sugiere que se están realizando acciones más efectivas en Quingeo para mejorar la salud y bienestar de su población.

1.4.4 Trabajos y actividades de los habitantes del cantón

El cantón Nabón está ubicado en la zona sur de la provincia actualmente cuenta con 17.500 habitantes, sus trabajos y actividades se detallan en las siguientes tablas.

Tabla 12. Grupos Ocupacionales en los trabajos del cantón Nabón

SEGUN SU GRUPO OACUPACIONAL			
TOTAL	5.538	3.634	1.904
MIEMBROS, PROFESIONALES TECNICOS	96	40	56
EMPLEADOS DE OFICINA	74	43	31
TRAB DE LOS SERVICIOS	190	84	106
AGRICULTORES	2.382	1.535	847
OPERARIOS Y OPERADORES DE MAQUINAS	607	527	80
TRAB NO CALIFICADO	2.048	1.322	726
OTROS	141	83	58

Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

En relación a los grupos ocupacionales en el cantón, se puede afirmar que existen un total de 5.538 personas distribuidas en distintos campos de trabajo. Entre ellas, se destaca la presencia de 3.634 mujeres y 1.904 hombres, lo que sugiere una diferencia de género en la distribución ocupacional.

Tabla 13. Ramas de Actividad.

SEGUN SU GRUPO ACTIVIDAD			
TOTAL	5.538	3.634	1.904
AGRICULTORES, GANADERIA CAZA, PESCA, SILVICULTURA	3.896	2.595	1.301
MANUFACTURA	172	112	60
CONSTRUCCION	473	470	3
COMERCIO	173	111	62
ENSEÑANSA	115	46	69
OTRAS ACTIVIDADES	709	300	409

Fuente: PDYOT NABON, QUINGEO YSICES, 2014

En el cantón Nabón de las 7 ramas de actividades que podemos observar se puede decir que tiene un total de 5.538 personas, siendo 3.634 mujeres y 1.904 hombres. La agricultura, ganadería, construcción y servicios son las principales actividades económicas que generan empleo y contribuyen al desarrollo local.

CAPITULO 2

NORMAS, ESPECIFICACIONES Y PARAMETROS EN EL REDISEÑO

2.1 Normas Generales Para El Rediseño (NEC)

Artículo 4.- Principios. El control a la calidad de agua para consumo humano responderá a los principios de obligatoriedad, generalidad, uniformidad, eficiencia, responsabilidad, universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad y calidad (Cuello, 2022, p. 7).

Artículo 5.- Definiciones. Para efectos y aplicación de esta norma técnica, se deben considerar las siguientes definiciones: Agua Cruda, Agua para el consumo Humano, Calibración, Consumidor, Control Normativo, Control Operativo, Control Operativo, Junta de administración de agua, etc (Cuello, 2022, p. 7).

Agua potable: Es el agua cuyas características física, químicas microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar que esta sea apta para consumo humano, debe estar exenta de organismos capaces de provocar enfermedades, de elementos o sustancias que puedan producir efectos fisiológicos perjudiciales y cumplir los requisitos de calidad establecidos por la norma técnica NTE INEC 1108 (revisión vigente) en observación de lo que dicta el reglamento técnico Ecuatoriano (Cuello, 2014, p. 10).

Agua cruda: Es el agua que se encuentra en su estado natural, sin haber sido sometida a ningún proceso de modificación de sus características físicas, químicas o microbiológicas. Este tipo de agua no ha pasado por ningún tratamiento humano o industrial para alterar sus propiedades. Es considerada como el agua más pura y original, tal como se encuentra en la naturaleza, antes de ser sometida a procesos de tratamiento o purificación para su consumo humano (Cuello, 2014, p. 10)

Planta de tratamiento de agua cruda: Se realiza la elaboración de un plano que muestra la ubicación precisa en relación con la localidad o zona a la que se va a brindar servicio, el cual incluye acotaciones. Además, se recopilan datos de las instalaciones existentes, como los procesos, número de unidades, dimensiones y cotas, así como las características de funcionamiento de todas las unidades, incluyendo su estado físico, necesidad de reparaciones o reemplazo, y eficiencia de tratamiento. También se lleva a cabo un análisis de la hidráulica del sistema, que abarca el gradiente de energía, períodos de retención, cargas y pruebas de trazadores, entre otros aspectos (Ramíz, 2003, p. 6).

Potabilización de agua: Proceso que se lleva a cabo sobre cualquier agua para transformarle en agua potable y de esta manera hacerla absolutamente apta para el consumo humano (Ramíz, 2003, p. 6).

Prestadores Comunitarios: Las Juntas Administradoras de Agua Potable (JAAPs), las comunas, pueblos y nacionalidades, así como las organizaciones del pueblo afro ecuatoriano y el pueblo montubio, son responsables de brindar servicios de agua potable y saneamiento. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales (GADMs) tienen la responsabilidad de apoyar a los prestadores comunitarios en la recopilación de información sobre los servicios que ofrecen. Además, deben presentar Planes de Mejora ante la Autoridad Única del Agua para su aprobación, teniendo en cuenta la integralidad en la prestación de servicios de agua potable y saneamiento tanto en áreas urbanas como rurales (Gutierrez, 2018, p. 6).

Servicios públicos básicos: De acuerdo con lo establecido en el artículo 37 de la Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado (LORHUyA), se consideran servicios públicos básicos, en el contexto de esta regulación, aquellos relacionados con el suministro de agua potable y el saneamiento ambiental. (Cuello, 2020, p. 6).

2.2 Especificaciones Basadas Con Etapa Ep

2.2.1 Limpieza Y Desinfección

Limpieza

La limpieza se realizará mediante lavado a presión. Si no existen hidrantes instalados o válvulas de desagüe, se procederá a instalar tomas de derivación con diámetros adecuados, capaces de producir que la salida del agua se produzca con una velocidad mínima de 0.75 m/seg. Para evitar en lo posible dificultades en la fase de lavado se deberán tomar en cuenta las precauciones que se indican en las especificaciones referentes a instalación de tuberías y accesorios (Gutierrez, 2018, p. 7)

Desinfección

La desinfección del agua es crucial para eliminar microorganismos dañinos y prevenir enfermedades. Se realiza en plantas de tratamiento con métodos como cloración, ozonización o radiación ultravioleta. Es una medida preventiva esencial para proteger la salud pública y garantizar la seguridad del agua potable.

Generalmente, estas recomendaciones varían según las regulaciones y normativas locales y nacionales en cada país. Sin embargo, en muchos países, las cantidades máximas de cloro libre residual recomendadas para agua potable oscilan entre 0.5 y 1.0 partes por millón (ppm) (Guzmán, 2022, p. 12).

2.3 Análisis De Normas Internacionales

2.3.1 Color

El color del agua puede deberse a la presencia de sales metálicas, materia orgánica y otros materiales disueltos o suspendidos. Por ejemplo, la presencia de hierro y manganeso puede causar coloraciones marrones o rojizas, mientras que la materia orgánica en descomposición puede generar colores amarillos o verdosos. Además, otros materiales disueltos o suspendidos, como sedimentos o partículas finas, también pueden contribuir

al color del agua. El color del agua, aunque no representa necesariamente un riesgo para la salud, puede afectar la estética y la aceptabilidad del agua potable. Por lo tanto, el monitoreo y tratamiento adecuado del color del agua son importantes en la gestión de la calidad del agua para garantizar su potabilidad y satisfacción del consumidor (Argueta, 2011, p. 21).

2.3.2 Olor Y Sabor

El olor y sabor del agua son parámetros sensoriales y cualitativos utilizados para evaluar la calidad del agua destinada al consumo humano, basados en criterios de aceptabilidad. Sin embargo, el sabor es un parámetro que se considera menos en las normativas actuales. Aunque no representan riesgos para la salud, pueden afectar la satisfacción del consumidor. Por lo tanto, es importante considerarlos en la evaluación y control de la calidad del agua (Argueta, 2011, p. 21).

2.3.3 Conductividad

La conductividad del agua es un parámetro que está directamente relacionado con la concentración de sustancias ionizadas presentes en el agua. Por lo general, se mide en unidades de uS/cm (microsiemens por centímetro) o microhmios por centímetro, y se deriva de la resistividad eléctrica del agua. La conductividad es una medida de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica debido a la presencia de iones en su composición (Argueta, 2011, p. 21).

2.3.4 Turbiedad

La turbiedad es una característica que se puede observar en el agua y es causada por la presencia de diversas materias como materia orgánica, sustancias arcillosas en estado coloidal, entre otras. La medición de la turbiedad implica evaluar la propiedad óptica de una muestra de agua, que resulta de la dispersión y absorción de la luz por las partículas presentes en el agua (Argueta, 2011, p. 21).

2.3.5 Aplicación De Guías En Las Áreas Urbanas, Periurbanas Y Rurales.

En el caso de la normativa que aplica para la determinación de la calidad del agua de consumo humano o agua potable, la Norma COGUANOR NGO 29001:99 indica que los análisis a realizar se dividen en grupos denominados E1, E2 y E3, según su complejidad y se efectúan en diferente frecuencia en el tiempo, pero no en relación al tipo de espacio geográfico. En la parte del muestreo del agua, dentro de esta norma, se hace referencia únicamente al número de habitantes para definir el número de muestras y su representatividad, no refiriéndose a áreas urbanas o periurbanas (Argueta, 2011, p.33).

2.3.6 Acuerdo Gubernativo 113-2009

Artículo 5. Definiciones

El agua de todas las fuentes que utilice el servicio debe ser analizada física, química y microbiológicamente de manera semestral; para asegurar que tiene y/o conserva su aptitud sanitaria para ser objeto de tratamiento y desinfección, de manera que pueda satisfacer las normas y especificaciones de potabilidad vigentes (Morales, 2009, p. 2).

El agua que esta proyectada para el consumo humano es definida como un servicio de abastecimiento para beber, cocinar y utilizarla en servicios de higiene personal o doméstico (Morales, 2009).

La desinfección del agua es necesaria para mantener una seguridad en su potabilización, en este proceso se reduce los riesgos patógenos de microorganismos, es una etapa muy importante ya que se implementa la cloración para alcanzar un mejor nivel de seguridad en el consumo (Morales, 2009).

Una obra sanitaria se refiere a la infraestructura civil que se utiliza, junto con equipos, materiales, personal y acciones de administración, operación y mantenimiento, para suministrar agua destinada para consumo humano (Morales, 2009, p. 2).

El tratamiento del agua para consumo humano consiste en una serie de procesos y métodos físicos, químicos y/o biológicos que tienen como objetivo purificar el agua, de manera que cumpla con las normas y especificaciones de potabilidad establecidas (Morales, 2009, p. 2).

Es de suma importancia proteger el área en donde se encuentran las captaciones, conducciones, tratamiento y almacenamiento del agua, para poder cubrir el acceso de personas no autorizadas o el ingreso de animales o elementos contaminantes (Morales, 2009)

Para prevenir la contaminación superficial o subsuperficial del agua, es importante proteger físicamente los tanques de succión existentes. Esto se puede lograr mediante medidas como cercar el área, colocar tapas o cubiertas herméticas y realizar inspecciones periódicas para detectar y corregir problemas. De esta manera, se asegura que el agua suministrada sea segura y de calidad (Morales, 2009).

Cuando se utilicen pozos como fuentes de agua, es fundamental que cuenten con un brocal y una tapa adecuados para evitar la entrada de agentes contaminantes externos. Esto es esencial para mantener la calidad del agua y prevenir la contaminación (Morales, 2009).

Es necesario que el sistema encargado del tratamiento y desinfección del agua cuente con una infraestructura adecuada, esta infraestructura debe tener equipo, dispositivos, métodos y materiales suficientes para garantizar que se suministre agua potable, de acuerdo con la cantidad y calidad física, química y microbiológica de las fuentes de agua utilizadas.

Cuando sea necesario interrumpir el suministro de agua debido a trabajos de mantenimiento o reparación en algún componente del servicio, los proveedores del servicio deben informar a la población que será afectada con al menos 48 horas de anticipación. En caso de que la interrupción sea causada por situaciones de fuerza mayor, deben informar de inmediato después de que ocurra el evento que la haya causado (Morales, 2009, p. 3).

2.4 TERMINOS Y CONDICIONES PARA EL REDISEÑO

2.4.1 Normas Nacionales

Fuente de Abastecimiento

El abastecimiento de agua debe ser continuo y permanente. El agua deberá cumplir los requisitos de calidad (Velarde & Mendoza, 2009, p. 34).

La fuente deberá asegurar un caudal mínimo de 2 veces el caudal máximo diario futuro calculado (Velarde & Mendoza, 2009, p. 34).

2.4.2 Conducción

Cuando la conducción no requiera bombeo, el caudal de diseño será de 1.1 veces el caudal máximo diario calculado al final del período de diseño (Velarde & Mendoza, 2009).

En ningún caso el caudal de diseño de la conducción corresponderá al caudal máximo horario (Velarde & Mendoza, 2009, p. 35).

2.4.3 Tratamiento

La capacidad de la planta de potabilización será de 1.10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño (Velarde & Mendoza, 2009, p. 35).

En cualquier tipo de agua se considerará la desinfección como tratamiento mínimo (Velarde & Mendoza, 2009, p. 35).

2.4.4 Almacenamiento

La capacidad del almacenamiento será el 50% del volumen medio diario futuro (Velarde & Mendoza, 2009, p. 36).

En ningún caso, el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m³ (Velarde & Mendoza, 2009, p. 36).

CAPITULO 3

REDISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO Y LAS LINEAS DE CONDUCCIONES.

3.1 Definiciones generales

3.1.1 Normativa

Los criterios de diseño se basan principalmente en las Normas para el estudio y diseño de sistemas de Agua Potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1 000 habitantes, del ex-IEOS (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias) publicada en el Registro Oficial No. 6 del 18 de agosto de 1992, integrante del Código Ecuatoriano de la Construcción CO 10.07 – 60, Parte Novena, Obras Sanitarias, que es de carácter obligatoria.

Periodo de diseño: De acuerdo a dicho estudio y el numeral 4.1.2 de la Norma Nacional se adopta un período de diseño de 30 años, y se establece el horizonte de diseño en el año 2053.

Vida útil: El tiempo después del cual una obra o equipo se considera obsoleto y debe ser reemplazado.

Dotación media actual: Promedio de la cantidad de agua potable consumida por cada habitante al comienzo del periodo de diseño, en una base diaria.

Dotación media futura: Promedio de la cantidad de agua potable consumida por cada habitante al final del periodo de diseño, en una base diaria.

Caudal medio Anual: Cantidad total de agua consumida por la comunidad en promedio, incluyendo pérdidas por fugas.

Caudal Unitario: El caudal diario es la cantidad de agua que se necesita para abastecer una casa, se debe considerar el numero de casas y el caudal máximo horario.

Ecuación Número 1

$$Q_{unitario} = \frac{QMH}{N \text{ casas}}$$

Qunitario = Caudal unitario, en l/seg*casa.

QMH= Caudal máximo horario, en l/seg.

Ncasa= Numero de casas de todo el proyecto

Caudal máximo diario: Cantidad promedio de agua consumida durante el día de máxima consumo.

Caudal máximo horario: Cantidad de agua consumida por la comunidad durante la hora de máxima demanda diaria.

Nivel de servicio: El nivel de servicio esta referido a la facilidad y comodidad que los usuarios puedan tener en los sistemas de abastecimiento de agua y disposición de excretas y residuos líquidos.

Fugas: Es la cantidad de agua perdida la cual no está registrada, lo cual ocurre mediante fugas o escapes del sistema.

Factor de mayoración máximo diario (KMD): Se refiere a la relación entre el caudal máximo diario con respecto al caudal medio.

Factor de mayoración máximo horario (KMH) Se refiere al caudal máximo horario con respecto al caudal medio.

3.1.2 Periodo de diseño

En el ámbito de las obras civiles relacionadas con los sistemas de agua potable, se considera un periodo de diseño estándar de 30 años, este plazo puede ser variado con una

justificación adecuada. También se debe considerar el ciclo de vida de los equipos tomando en cuenta su duración que la misma que vienen detallada en las especificaciones del fabricante.

Las siguientes tablas contienen datos de la población del sector de los censos del 2012 y del 2015 respectivamente.

Taable 14. Encuestas del año 2012 y actualización de información en el 2015

ENCUESTAS DEL AÑO 2012.				ENCUESTAS DEL AÑO 2015.		
PARROQUIA	COMUNIDAD	POBLACIÓN	ASENTIMIENTO CONCENTRADO	Comunidades de la parroquia Las Nieves	Población	
					Población Total	Número de familias
LAS NIEVES	La Paz	758	✓			
	Nieves Centro	201	✓	Trigopamba	56	14
	San Marcos	102		Shimpali	60	15
	Camara	95		Potreriillo	56	14
	Chuilla	90		Huasicashca	60	15
	Manzano	77	✓	Camara	80	20
	Huasicashca	65		San Marcos	108	27
	Potreriillos	63		Chayaurco	40	10
	Trigopamba	63		Manzano	88	22
	Chayaurco	44		La Jarata	40	10
	La Jarata			Chuilla	100	25
	Shimpali			La Paz	820	205
				Las Nieves Centro	200	50
Total	12	1,558	3	Total	1,708	427

Fuente: (Gad parroquia Las Nieves, 2023)

Elaboración: Equipo técnico-PYDLOS

3.1.3 Población de diseño

La población de diseño considerada para este proyecto se basa con datos estadísticos obtenidos de los censos realizados en años anteriores a través de las encuestas realizadas por parte del plan de desarrollo y ordenamiento territorial para el Buen vivir.

En cada comunidad se estima una población futura la cual tiene influencia directa con el sistema de diseño, para determinar este factor se utilizan tres métodos existentes, aritméticos geométricos y exponencial. El método para el diseño de la construcción de obras sanitarias que nos recomienda el código ecuatoriano es el método geométrico.

Tabla 15. Metodos para la proyeccion de diseño

METODOS	FORMULAS
Proyección Aritmética	$Pf=Pa*(1+r*n)$
Proyección Geométrica	$Pf=Pa*(1+r)^n$
Proyección Exponencial	$Pf=Pa*e^{(r*n)}$

Fuente: (Propia,2023)

Pf= Población Futura (Habitantes)

Pa= Población actual (Habitante)

r= Tasa de Crecimiento poblacional

n= Periodo de diseño

3.1.4 Niveles de servicio

El nivel de servicio del agua potable puede variar según la comunidad, el nivel de vida y las actividades que realizan, en el nivel de servicio incluye los factores climáticos y los recursos financieros.

3.1.5 Dotaciones

Las dotaciones determinadas para un proyecto de agua potable están basadas en el nivel de servicio que se desea brindar y en las características climáticas en donde se va a implementar.

Según el numeral 4.1.4.2 de la normativa nacional (Dotaciones recomendadas). En la siguiente tabla se presenta un resumen.

Tabla 16. Normativa nacional de dotaciones según los habitantes

Población (habitantes)	Clima	Dotación Media Futura (l/hab/día)
Hasta 5000	Frio	120-150
	Templado	130-160
	cálido	170-200
5000 a 50000	Frio	180-200
	Templado	190-220
	cálido	200-230
Mas de 50000	Frio	>200
	Templado	>220
	cálido	>230

Fuente: (Nec,2015).

3.1.6 Variaciones de Consumo

Caudal Medio Diario

Es el promedio de los consumos diarios durante un año es una medida fundamental para el diseño de los abastecimientos eficientes y adecuados a las necesidades de la población. Se expresa en litros por segundo y se basa en el análisis del consumo de agua durante un año completo.

Ecuación Número 2

$$Qm = \frac{(P * D)}{86400}$$

Qm= Caudal Medio (lts/seg).

P= Población al final del periodo de diseño.

D= Dotación bruta(lts/hab*día).

Caudal máximo diario

El caudal máximo diaria es la cantidad máxima que fluye en la red de abastecimiento en un solo día.

$$QMD = KMD \times Qm$$

QMD= Caudal máximo diario

KMD= Coeficiente de variación de consumo máximo diario.

Para el factor KMD en los distintos niveles se asume un valor de 1.3.

Caudal máximo horario

Para determinar el caudal máximo horario se utiliza la siguiente formula.

Ecuación Número 3

$$QMH = K_{MH} \times QMD = K_{MH} \times K_{MD} \times Qmd = K_2 \times Qmd$$

QMH= Caudal máximo horario.

KMH= Factor de mayoración horario.

Para el factor KMH se utiliza un valor de 2.

El resultado de $KMD \times KMH = K_2 = 1.82$.

Fugas

Las fugas se determinan midiéndolas en porcentaje ya que depende del nivel de servicio que se le va a dar al proyecto.

Tabla 17. Nivel de servicio

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
Ila y Ilb	20%

Fuente: (MIDUVI)

El nivel del servicio es Ilb y se utiliza el 20% como porcentaje de fugas.

Para el presente proyecto los caudales requeridos serian:

Tabla 18. Poblacion Actual

Población (hab)	Dotación (lt/hab/día)	Factor Fugas	Caudal Media	KMD	Caudal Max Diario (lt/s)	KMH	Caudal Max Horario QMH (lt/s)
1012	120	1.2	1.69	1.3	2.197	2	3.38

Fuente: (Propia,2023)

Tabla 19. Poblacion Futura

Población (hab)	Dotación (lt/hab/día)	Factor Fugas	Caudal Media	KMD	Caudal Max Diario (lt/s)	KMH	Caudal Max Horario QMH (lt/s)
2186	120	1.2	3.65	1.3	4.745	2	7.3

Fuente: (Propia,2023)

Para el caso de una Conducción de Agua No Tratada se estima el caudal de diseño como QMD + 10%, en donde el 10% representa el volumen de agua para atender las necesidades de la planta de tratamiento (volúmenes de lavado y consumo interno).

Considerando este particular el caudal demandado por el sistema es:

Tabla 20. Caudal demandado por el sistema

Caudal conducción 2053(lt/s)	5.027
---	-------

Fuente: (Propia,2023)

3.1.7 Perdida de carga

Para el cálculo de tuberías a presión, se adopta la fórmula experimental de Hazen-Williams, para el cálculo de las pérdidas de carga, cuya expresión es:

Ecuación Número 4

$$j = \frac{10.674 \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot d^{4.871}}$$

En donde:

j = Pérdida de carga unitaria [m/m]

Q = Caudal [m³/s]

C = Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

d = diámetro interior [m]

Valores del coeficiente C de Hazen- Williams

Se adoptaron los siguientes valores de C:

Tabla 21. Valores del coeficiente de Hazen Williams

HIERRO DUCTIL	120
PVC	140

Fuente: (Propia,2023)

3.1.8 Presiones en las líneas de conducción

Es necesario que las presiones dinámicas mínimas en las tuberías de agua no sean menores a 5 metros de columna de agua (mca) para que los accesorios como las válvulas funcionen correctamente. (Norma CO 10.07-602, Capítulo 6, Sistemas de agua potable, numeral 5.3.2.2).

La línea piezométrica de las tuberías que transportan agua bajo presión debe ser calculada considerando las condiciones más desfavorables de flujo. Además, debe ubicarse al menos a una distancia de 2 metros por encima de la clave del conducto y 1 metro por encima de la superficie del terreno. Esta medida garantiza el correcto funcionamiento del sistema de conducción de agua y evita posibles problemas de sobrepresión que puedan generar daños a las instalaciones.

3.1.9 Golpe de ariete

Definiciones de Fenómeno Elástico en un Transitorio

Un flujo es considerado estacionario o permanente si sus características principales, como la presión y la velocidad, no cambian con el tiempo. Por otro lado, si las condiciones del flujo varían con el tiempo, el flujo se considera transitorio y existen tres tipos diferentes de fenómenos transitorios que son los siguientes:

- Transitorio muy lento cuasi-estático
- Transitorio lento u oscilación de masa
- Transitorio rápido o golpe de ariete

Este análisis está enfocado en el fenómeno conocido como golpe de ariete, que se produce cuando hay cambios bruscos de velocidades del líquido en las tuberías, estos cambios se dan por el monitoreo del cierre abrupto de las válvulas, genera una sobrepresión en las paredes del conducto cuando el movimiento del flujo se interrumpe bruscamente.

Cuando la velocidad en una tubería cambia abruptamente, también lo hace la presión la cual genera ondas de presión de corta duración. Estas variaciones de presión son significativas, por lo que se debe tomar en cuenta los efectos elásticos de dicha tubería y el líquido durante estos cambios.

En este fenómeno hay dos parámetros básicos para el análisis de un transitorio elástico:

El Pulso de Joukovsky

Teóricamente puede demostrarse que cualquier cambio instantáneo en la velocidad del flujo a presión, Δv en un punto de una tubería, genera una variación instantánea ΔH de la carga hidráulica en el mismo punto según la siguiente ecuación:

Ecuación Número 5

$$\Delta H = \frac{C}{g} \Delta v$$

Dónde:

ΔH = Variación de la carga hidráulica [m.c.a]

Δv = Variación de la velocidad [m/s]
 g = Aceleración de la gravedad [g = 9.81 m/s²]
 C = Velocidad de propagación de la onda [m/s]

Los cambios en la velocidad y la carga hidráulica ΔH y Δv , son transmitidas con ondas de presión siendo así una celeridad C , se conforma este fenómeno hasta que encuentre otro diámetro de la tubería o un cambio del material ya sea una unión o un extremo de la tubería.

La velocidad del flujo en una tubería afecta la presión en ambas direcciones. Una disminución en la velocidad causa una sobrepresión aguas arriba y una depresión aguas abajo, y lo contrario ocurre cuando la velocidad aumenta.

Cuando se produce un cierre en una tubería, la velocidad del flujo disminuye y esto provoca una variación repentina en la presión. Esta variación se propaga en ambas direcciones y causa una retención del flujo aguas arriba, lo que genera una sobrepresión repentina, y una liberación del flujo aguas abajo, lo que genera una depresión repentina.

La ecuación de Joukowsky muestra que los transitorios pueden causar sobrepresiones extremadamente altas. Por ejemplo, si se detiene instantáneamente un flujo con una velocidad de 2 m/s en una tubería de acero, la presión puede aumentar hasta 200 m.c.a., lo cual es peligroso para las tuberías de agua potable. Afortunadamente, los cambios de flujo no suelen ser instantáneos y las sobrepresiones rara vez alcanzan niveles tan altos.

Celeridad del punto de presión

Un cambio repentino en las condiciones del flujo en un punto de una tubería a presión se propaga a lo largo de la tubería con una velocidad llamada celeridad o C . La celeridad depende de la elasticidad del fluido y de la pared de la tubería, y es distinta de la velocidad del flujo v .

Ecuación Número 6

$$C = \frac{C_o}{\sqrt{1 + \frac{KD}{E \epsilon}}}$$

Dónde:

C = Celeridad o Velocidad de Propagación de la onda	[m/s]
$C_o =$ Velocidad del sonido en el agua $= \sqrt{K/\rho}$	
$\rho =$ Densidad del agua	[kg/m ³]
K = Módulo de Elasticidad volumétrica del agua	[N/m ²]
E = Módulo de Elasticidad (módulo de Young) del material de la tubería	[N/m ²]
D = Diámetro interior de la tubería	[m]
$\epsilon =$ Espesor de la pared de la tubería	[m]

La ecuación anterior es válida para tubos de pared delgada. Para el cálculo de la velocidad de propagación se considera que un tubo es de pared delgada si su relación D/ϵ es igual o mayor de 25.

Para tubos de pared gruesa, cuando D/ϵ es menor de 25 se utiliza la siguiente ecuación:

Ecuación Número 7

$$C = \frac{C_o}{\sqrt{1 + \frac{KD}{E\epsilon}U}}$$

El coeficiente U se calcula de la siguiente forma:

Ecuación Número 8

$$U = \frac{2\epsilon}{D}(1 + \mu) + \frac{D(1 - \mu^2)}{D + \epsilon}$$

Donde μ es el coeficiente de Poisson.

La velocidad del sonido en el agua C_o depende de la temperatura; para las temperaturas normales del agua en conducciones tiene valores de 1425 a 1440 m/s. El módulo de elasticidad del agua es igual a 2115×10^4 kg/cm² (2.704×10^9 N/m²) y su densidad es $\rho = 1000$ kg/m³; mientras que el valor de E dependerá del material (Tabla 21). La ecuación de la celeridad queda como:

Ecuación Número 9

$$C = \frac{1440}{\sqrt{1 + \frac{2.704 \cdot 10^9 D}{E\epsilon}U}}$$

Tabla 22. Modulo de Elasticidad Según los materiales

Material	Módulo de Elasticidad [10 ⁶ N/m ²]
Acero	210000
Cobre	100000 - 130000
Fibrocemento	24500
Fundición Dúctil	165000
Hormigón	15000 - 30000
Hormigón Armado	40000
Plomo	5000 - 20000
Polietileno Baja Densidad	220
Polietileno Media Densidad	400
Polietileno Alta Densidad	900
Polipropileno	950
PVC rígido	2950

Fuente: (Properties of Some Metal And Alloys, 2005)

3.1.10 Accesorios de las líneas de conducción

Válvulas de Aire y Vacíos

Se organizan según su función principal y su ubicación en los puntos más altos del perfil. El primer objetivo de los purgadores de aire es eliminar el aire de la línea durante el llenado y la suspensión del flujo para garantizar un llenado rápido y sin pulsaciones.

El segundo objetivo es permitir la entrada de aire durante el vaciado, tanto por razones operativas como por roturas accidentales de la tubería.

El tercer objetivo es purgar el aire que se acumule en los puntos elevados para evitar aumentos de pérdida de carga y problemas de cavitación.

Principio del formulario

En tal sentido, se consideran válvulas de aire combinadas (VAC) de triple función (admisión, expulsión y purga de aire), otras combinadas (VAE) de doble función (admisión-expulsión) y finalmente válvulas simples (VAS) de purga de aire

Para el dimensionamiento de las válvulas de expulsión de aire se recomienda la siguiente relación:

Ecuación Número 10

$$d \geq D/12$$

Donde d = diámetro de la válvula de aire

D = diámetro de la tubería

Y para el caso de admisión y expulsión como regla práctica se recomienda que el diámetro tenga la siguiente relación:

Ecuación Número 11

$$d \geq D/8$$

Para el dimensionamiento de las válvulas VAS, se adoptó las siguientes recomendaciones prácticas establecidas por los fabricantes de estos accesorios:

La capacidad de purgar aire en funcionamiento normal debe ser igual o mayor a la tasa de acumulación de aire en los puntos altos. Dicha tasa de acumulación se define empíricamente como los siguientes porcentajes del caudal nominal de la conducción.

Tabla 23. Porcentajes de acumulación de aire en puntos elevados de una conducción

Caudal de agua en la conducción		Porcentaje de acumulación de aire	
Gpm	(l/s)		
0-1.000	0-63	6	
1.000-2.000	63-126	5	
2.000-5.000	126-315	2	
5.000-50.000	315-3.150	1.5	
>50.000	>3.150	1.2	

Fuente: (Ingeniería Sanitaria-UTN-FRRO, 2012)

Se determina el diámetro del orificio de purga de la válvula VAS basándose en el caudal de aire a expulsar y la presión dinámica del agua en el punto, utilizando los catálogos del fabricante. A partir de esto, se selecciona el diámetro adecuado de la válvula VAS.

Para estimar el tamaño adecuado de las válvulas necesarias, se ha utilizado la información técnica del fabricante APCO como referencia, pero esto no implica necesariamente que se deban utilizar dichas válvulas.

Planta de tratamiento de agua potable

Análisis de Riesgo y Selección de Tecnología

3.2 Planta de tratamiento de agua potable

La elección de la tecnología para potabilizar el agua implica considerar diversos factores, como la situación económica y cultural de la comunidad, los recursos disponibles y la calidad del agua. El objetivo es asegurar la sostenibilidad del sistema, proporcionando agua apta para el consumo humano de manera continua y a un costo razonable para los usuarios.

En la fase de pre dimensionamiento del proyecto se analizó la posibilidad de utilizar la tecnología convencional y la de usar tecnología FIME. A continuación, se elabora las opciones:

3.2.1 Tecnología convencional

Debido a que el caudal previsto para la planta de potabilización de agua es de aproximadamente 4.6 L/s, siguiendo la teoría de la potabilización del agua, no es aconsejable seleccionar este método de tratamiento por dos motivos fundamentales.

- a. Desde el punto de vista económico, el uso de esta tecnología resulta más costoso en términos de inversión inicial, así como en la operación y mantenimiento debido a los implementos y accesorios necesarios para su utilización.
- b. En términos de operación y mantenimiento, la tecnología con filtros rápidos resulta compleja debido a sus procesos no solo físicos, sino también por la constante necesidad de lavado y limpieza de los filtros.

3.2.2 Tecnología FIME

Seleccionar la tecnología de filtración en múltiples etapas (FIME) es una opción adecuada para asegurar la viabilidad de la gestión, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua, especialmente en situaciones en las que no se puede garantizar la disponibilidad de productos químicos necesarios para el proceso. Además, la tecnología FIME es bien aceptada por las comunidades y presenta una operación y mantenimiento

relativamente sencillos en comparación con otros sistemas de tratamiento de agua para consumo humano.

La tecnología FIME potencializa el uso la filtración lenta en arena como tratamiento para la potabilización del agua, teniendo como base los conceptos básicos de multibarrera y de tratamiento integrado.

El enfoque de multibarrera consiste en la implementación de varias etapas de tratamiento que trabajan en conjunto para eliminar gradualmente los contaminantes presentes en el agua y producir un agua de calidad adecuada para el consumo humano. Se busca que antes de la etapa final de tratamiento, el agua ya tenga un bajo riesgo sanitario, de manera que esta etapa se convierta en una barrera adicional de seguridad.

El tratamiento en múltiples etapas implica diferentes mecanismos y eficacias de remoción de contaminantes. En el tratamiento integrado, se deben equilibrar las fortalezas y debilidades de cada etapa para eliminar los contaminantes de manera efectiva y rentable. Se recomienda comenzar eliminando los materiales más grandes y pesados, y luego enfocarse gradualmente en los más pequeños, incluyendo los microorganismos.

Tras tomar en cuenta varios factores y basándose en la experiencia previa del CINARA con fuentes superficiales, se concluye que la fuente de suministro presenta un riesgo moderado. Por lo tanto, se sugiere que el tratamiento adecuado consistiría en el uso de un prefiltros, un filtro lento de arena y una desinfección como barrera de seguridad.

3.2.3 Criterios de Diseño de la filtración lenta en la arena

Consiste en un tanque con un lecho de arena fina colocada sobre una camada de grava que constituye el medio soporte y de transición. En el fondo del filtro se encuentra el sistema de drenaje constituido por ladrillos o bloques de concreto poroso.

Son unidades de baja velocidad de filtración que no requieren sustancias químicas y permiten reducir virus, bacterias, protozoarios o huevos de nemátodos dañinos para la salud pública. Dichas unidades reducen materia fina orgánica e inorgánica, la cual es retenida en el lecho de arena. Compuestos orgánicos disueltos son más o menos degradados, dependiendo de su naturaleza.

Partes del filtro lento:

Caja de filtración y su estructura de entrada.

Lecho filtrante.

Capa de agua sobrenadante.

Sistema de drenaje, que incluye lecho de soporte y cámara de salida.

Conjunto de dispositivos para regulación, control y rebose de flujo.

Tabla 24. Criterios De Diseño De La Filtración Lenta Según Varios Autores

Criterio de diseño	Recomendación			
	Huasman and wood (1974)	Ten states Standards (1987)	Visscher et al. USA (1987)	Cinara IRC (1997) Colombia
Periodo de diseño (años)	n.e	n.e	10-15	8-12
Periodo de operación (h/d)	24	n.e	24	24
velocidad de filtración (m/h)	0,1-0,4	0,08-0,24	0,1-0,2	0,1-0,3
Altura de área (m)				
inicial	12	0,8	0,9	0,8
Mínima	0.7	n.e	0,5	0,5
Diámetro Efectivo (mm)	0,15-0,30	0,15-0,35	0,30-0,45	0,15-0,30
Coefficiente de uniformidad				
Aceptable	<3	<2.5	<5	<4
Deseable	<2	n.e	<3	<2
Altura del lecho de soporte Incluye drenaje (m)	n.e	0,4-0,6	0,3-0,5	0,25
Altura de agua sobrenadante (m)	1-1,5	0,9	1	0,75(*)
Borde libre (m)	0,2-0,3	n.e	0,1	0,1
área superficial máxima por modulo (m)	n.e	n.e	<200	<100

Fuente: (Propia, 2023)

Para el diseño de la unidad adicional se utilizará como referencia la velocidad de filtración de 0.2 m/h.

3.2.4 Filtro Grueso (FG)

Los filtros gruesos de grava pueden ser de flujo horizontal o vertical. Consta de un compartimento principal con tres capas de grava de diferente tamaño como lecho filtrante. El tamaño de las gravas disminuye a medida en que el agua fluye, para el flujo ascendente se utiliza un sistema de tuberías en el fondo de la estructura la cual permite disminuir el flujo de agua en forma uniforme dentro del filtro.

Tabla 25. Filtro Grueso (FG)

	Datos	Símb	Valor	U	Criterio	Resultado	Símb	Valor	U
1	Caudal de diseño	Qd	5.027	l/s	$A_s = \frac{Q_d}{V_f N}$	Área requerida	Asr	90.52	m ²
	Número de unidades	N	3	u		Área existente	Ase	56.55	m ²
	Velocidad de filtración	Vf	0.2	m/h		Área superficial	As	33.97	m ²
2	Largo	L	7.5	m	[*b=A y b=2l]	Largo	L	7.42	m
	Ancho	B	3.7	m		Ancho	B	3.71	m
DISEÑO DEL MULTIPLE									
3	Diámetro de orificios	f	12.5	mm					
	Velocidad en los orificios	Vf	1	m/s					
	Relación área de orificios								
4	área superficial del filtro	R0	0.001		$A_\phi = R_0 A_s$ $N_\phi = \frac{4 A_\phi}{\pi \phi^2}$ $N_\phi = \frac{4 Q_l}{V_\phi \pi \phi^2}$	Área total de orificios	Af	275.418	cm ²
	Número de orificios*	Nf	224.5	u		Número de orificios	Nf	224.54	u
	Número de laterales	Nl	74.85	u		Número de orificios	Nf	74.85	u
5	Número orificios por lateral	Nf1	3	u	$D_l = \sqrt{\frac{N_\phi \phi^2}{R_1}}$	Diámetro lateral	Dl	152.94	mm
	Relación área del orificio al área del lateral	R1	0.5						
6	Diámetro de lateral*	Dl	160	mm	$D_p = \sqrt{\frac{N_l \phi^2}{R_2}}$	Diámetro principal	Dp	187.31	mm
	Relación área del lateral al área del principal	R2	1						
6	Diámetro del principal*	Dp	220	mm					

Fuente: (Propia,2023)

Estos tipos de filtro gruesos desempeñan un papel esencial en las plantas de tratamiento de agua potable. Su objetivo principal es actuar como una barrera física para evitar que partículas grandes ingresen o obstruyan los sistemas de drenaje y filtración, Estos filtros representan la primera etapa de filtración en los sistemas de tratamiento de agua potable.

3.2.4 Filtro Lento de Arena

- La etapa principal de tratamiento garantiza que el agua que se distribuirá cumpla con los estándares de calidad, tanto en su aspecto físico como químico y bacteriológico, para que sea segura para el consumo humano.
- La estructura de entrada del filtro lento tiene como objetivo disminuir la energía y el flujo turbulento para evitar la erosión, rotura o falta de formación de la biomembrana en la superficie del lecho de arena. Además, permite la medición y control del caudal de entrada.
- La estructura de salida del filtro lento tiene un vertedor que mantiene una lámina de agua por encima del nivel máximo del lecho de arena y permite medir el caudal de salida. Esta condición evita la generación de una presión menor que la atmosférica en el lecho filtrante y garantiza el funcionamiento del filtro sin importar las variaciones en el nivel del tanque de agua clara.

Las características que deben tener el medio filtrante y la estructura de soporte se indican en los planos de detalle.

El filtro tiene control a la salida, con nivel de sobrenadante variable. La máxima pérdida de carga permitida en el filtro lento es de 0.8 m (nivel máximo del sobrenadante).

En función de la cantidad de arena que se extraerá en cada raspado, y de la que se debe guardar antes de proceder al rearenado de las unidades se han diseñado las estructuras para el lavado y almacenamiento de la arena de los filtros.

El sistema de recolección del agua filtrada es un múltiple

Tabla 26. Filtro Lento de Arena

	Datos	Símb	Valor	U	Criterio	Resultado	Símb	Valor	U
1	Caudal de diseño	Qd	4.590	l/s	$A_s = \frac{Q_d}{V_f N}$	Área requerida	Asr	82.625	m2
	Número de unidades	N	2	u		Área existente	Ase	56.55	m2
	Velocidad de filtración	Vf	0.2	m/h		Área superficial	As	41.312	m2
2	Diámetro del filtro*	D	7.30	m		Diámetro filtro	D	7.25	m
	DISEÑO DEL MULTIPLE								
3	Diámetro de orificios	f	12.5	mm	$A_\phi = R_0 A_s$ $N_\phi = \frac{4 A_\phi}{\pi \phi^2}$ $N_\phi = \frac{4 Q_l}{V_\phi \pi \phi^2}$	Área total de orificios	Af	413.12	cm2
	Velocidad en los orificios	Vf	1	m/s		Número de orificios	Nf	336.82	u
	Relación área de orificios área superficial del filtro	R0	0.001			Número de orificios	Nf	37.42	u
4	Número de orificios*	Nf	336.8	u	$D_l = \sqrt{\frac{N_\phi \phi^2}{R_1}}$	Diámetro lateral	DI	108.14	mm
	Número de laterales	NI	37.42	u					
	Número orificios por lateral	Nf1	9	u					
	Relación área del orificio al área del lateral	R1	0.5						
5	Diámetro de lateral*	DI	110	mm	$D_p = \sqrt{\frac{N_l \phi^2}{R_2}}$	Diámetro principal	Dp	229.41	mm
	Relación área del lateral al área del principal	R2	1						
6	Diámetro del principal*	Dp	220	mm					

Fuente: (Propia,2023)

3.2.6 Reservas

Se plantea la construcción de un tanque de Reserva, como último elemento de la Planta. La misma se ha dimensionado para almacenar la mitad de la producción media del día de mayor consumo. Considerando que el QMD al final del período de diseño es 4.6 l/s, el volumen necesario de reserva es 48.5 m3. Considerando que la planta actual ya cuenta con un tanque de reserva, se adopta 50 m3 como volumen de la reserva adicional.

3.2.7 Distribución de las conducciones

La ilustración N# presenta la distribución de las condiciones actuales, se observa que tienen diferentes longitudes y desniveles en los cuales se colocara válvulas según sea su necesidad, de esta manera se mejora un flujo continuo y se domina las diferentes presiones del caudal.

Figura 10. Localización de las tres conducciones de agua cruda



Fuente: Propia, 2023

CAPITULO 4

4.1 Especificaciones Técnicas

Esta tesis se basa en las especificaciones técnicas proporcionadas por la Secretaría de Agua (Senagua) para el diseño de una planta de tratamiento de agua potable. Se consideran las normas y procedimientos establecidos para garantizar un buen funcionamiento del diseño. Estas especificaciones técnicas son fundamentales para asegurar que la planta cumpla con los estándares y requisitos de calidad del agua potable. El documento desarrollado toma en cuenta los lineamientos de Senagua con el objetivo de diseñar una planta eficiente y confiable en su operación.

4.2 Recomendaciones

Es fundamental realizar un monitoreo periódico de la calidad del agua tanto en la fuente de abastecimiento como en el agua tratada de la planta. Esto permitirá evaluar la eficacia del sistema de tratamiento y garantizar que los estándares de calidad sean cumplidos. Además, se deben establecer protocolos de capacitación para el personal encargado de operar el sistema. Es esencial que este personal cuente con los conocimientos necesarios para llevar a cabo el monitoreo adecuado, así como para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del sistema. La capacitación garantizará que el personal esté capacitado para identificar y abordar posibles problemas, asegurando el buen funcionamiento de la planta de tratamiento de agua potable.

Es importante llevar a cabo una labor de responsabilidad con los habitantes de la comunidad acerca de la importancia de mantener protegidas las fuentes de abastecimiento de agua. Esto se debe a que la contaminación del agua puede tener graves consecuencias para la salud y el bienestar de todos.

Durante la etapa de construcción del sistema de agua potable, es fundamental que el constructor siga de manera estricta los planos y especificaciones técnicas establecidas en el estudio. Esto asegurará que la obra se realice con calidad y garantizará un buen funcionamiento del sistema en el futuro.

En caso de que surjan inconvenientes durante la construcción del sistema de agua potable y sea necesario realizar cambios en los planos, es imprescindible contar con la aprobación del fiscalizador. El fiscalizador es responsable de supervisar y controlar el desarrollo de la obra para garantizar su correcta ejecución y cumplimiento de los requisitos establecidos.

Conclusiones

En la comunidad de LA PAZ el sistema de abastecimiento de agua potable se encuentra en un estado deficiente y es necesario remplazar un nuevo sistema de tratamiento, de esta manera se realizó un nuevo diseño para el tratamiento de agua potable en la comunidad en este sistema se realizó un levantamiento topográfico en las tres líneas de conducción y se colocó válvulas de aire y válvulas de purga en los puntos requeridos, para la planta de tratamiento se diseño dos filtros gruesos como primer tratamiento y dos filtros lentos de arena como segundo tratamiento también se considera un tanque para la reserva de agua clorada.

El nuevo sistema tiene como objetivó principal mejorar el suministro de agua potable, teniendo en cuenta el nivel de servicio y las características específicas del sector, El propósito del nuevo diseño es asegurar que los habitantes tengan un fácil acceso al agua, si enfrentar dificultades.

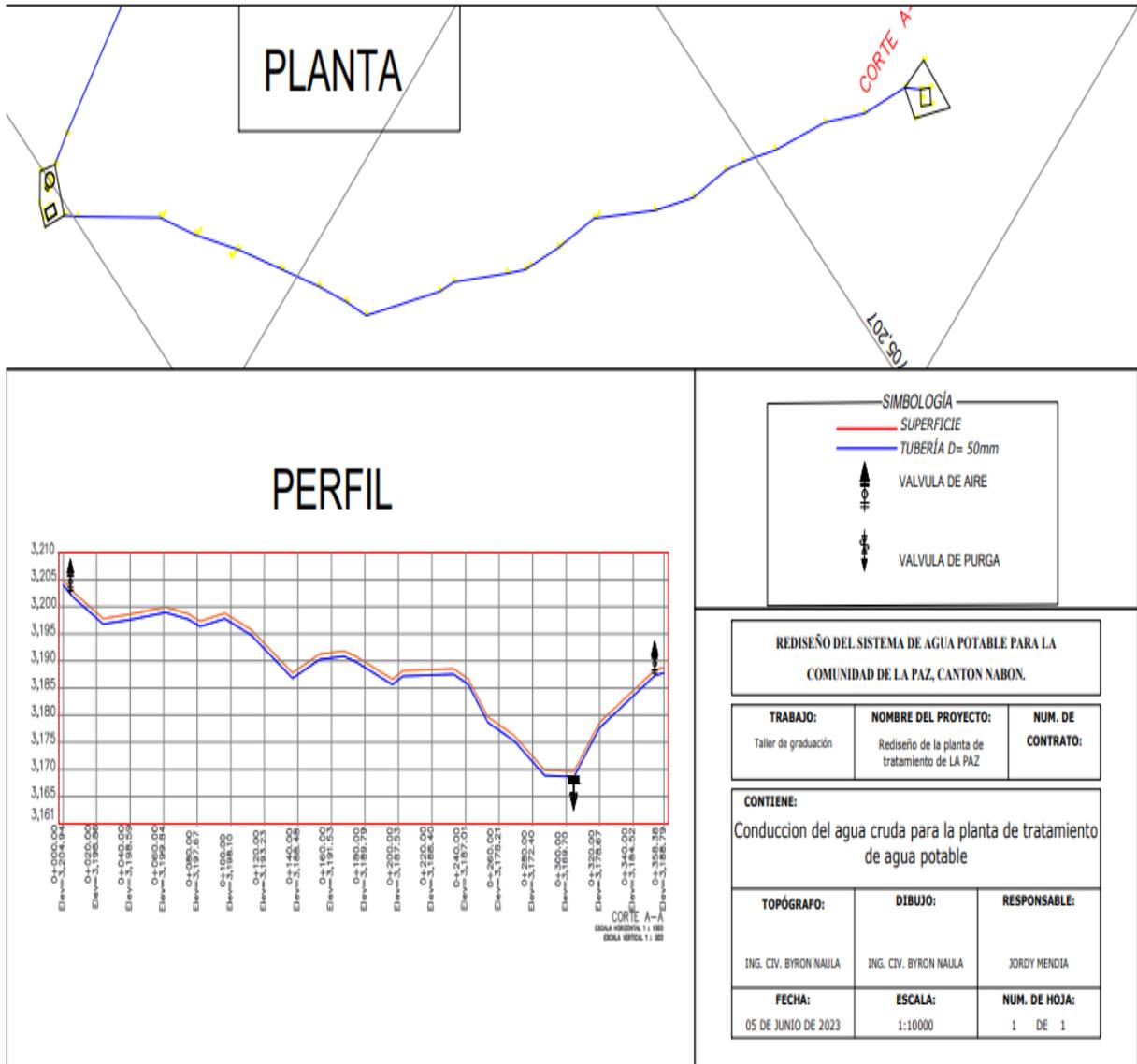
En el diseño propuesto se tuvieron en cuenta tanto las recomendaciones como las especificaciones técnicas contempladas en la normativa actual. Esto asegura que el sistema de agua potable cumpla con los requisitos establecidos, garantizando la calidad y seguridad del agua para la población.

Además, se consideró el aspecto social de la comunidad en el dimensionamiento de todos los elementos del sistema. Esto implica tomar en cuenta las necesidades de la comunidad en términos de capacidad de suministro, demanda de agua, características demográficas y condiciones socioeconómicas. Se buscó encontrar las mejores alternativas técnicas y económicas que se ajusten a las condiciones particulares de la comunidad, con el objetivo de optimizar tanto la eficiencia del sistema como los costos de implementación y operación.

Anexos

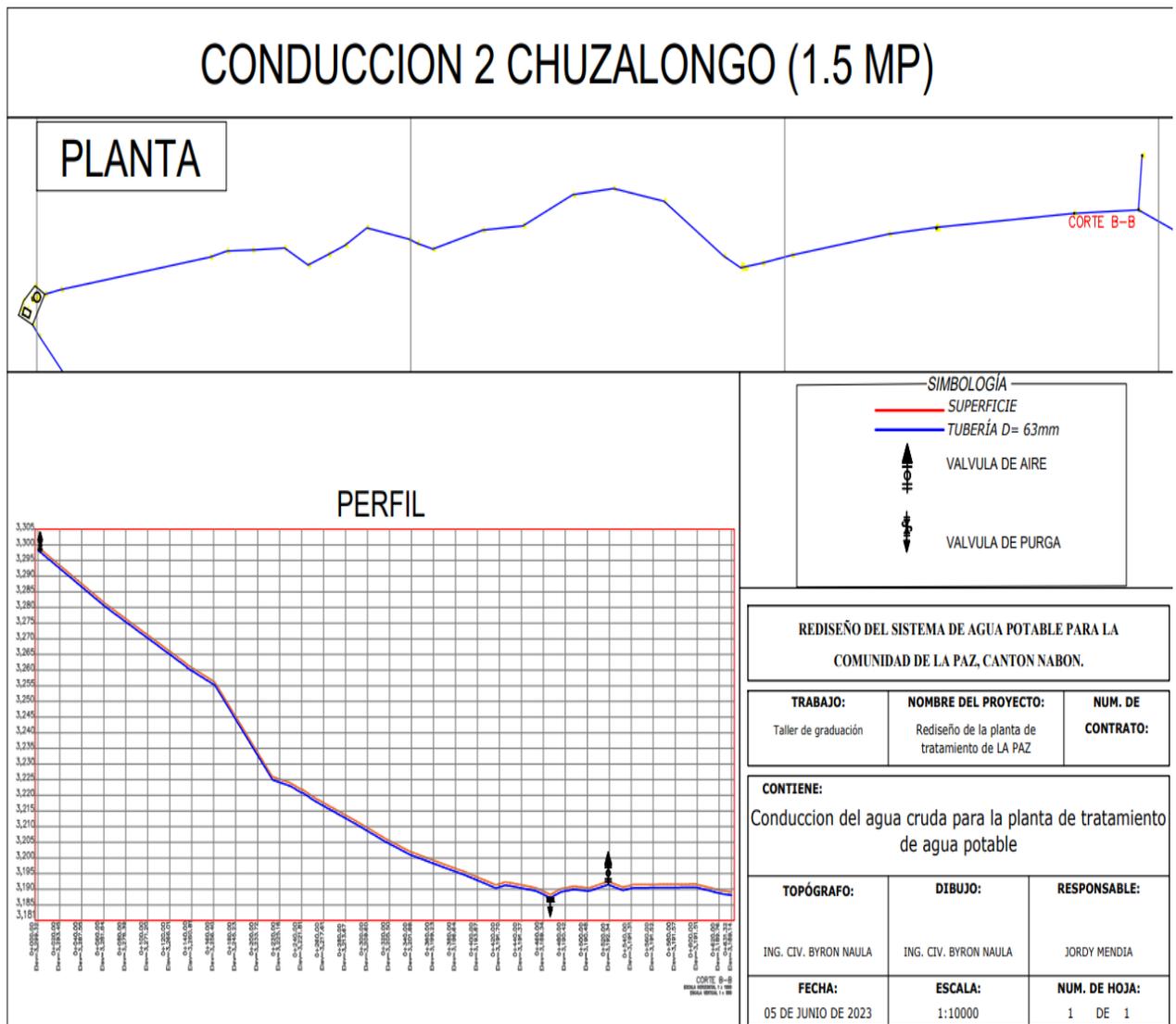
Anexo 1. Planta y Perfil de la conduccion de Killopayana

CONDUCCION 1 KILLOPAYANA (1 MPA)



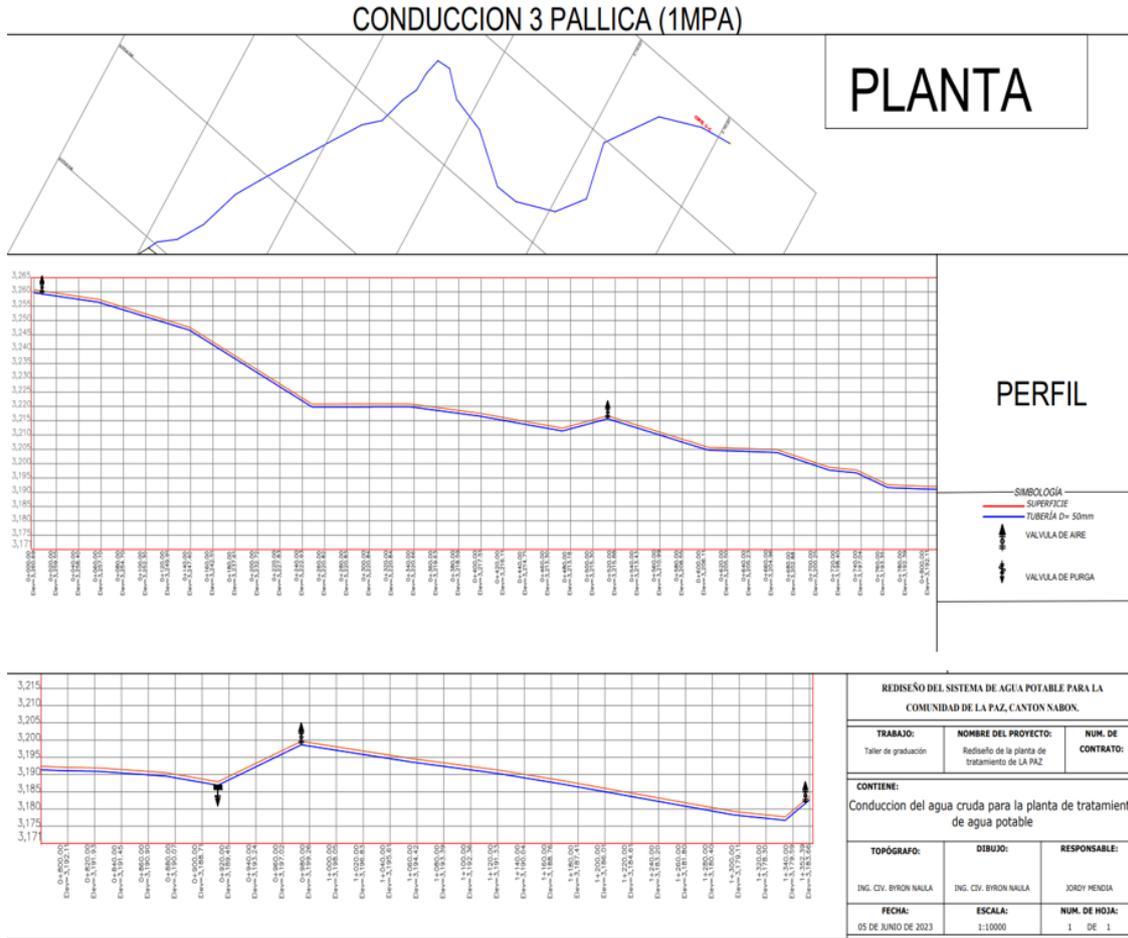
Fuente: (Propia,2023)

Anexo 2. Planta y Perfil de la conduccion de Chuzalongo



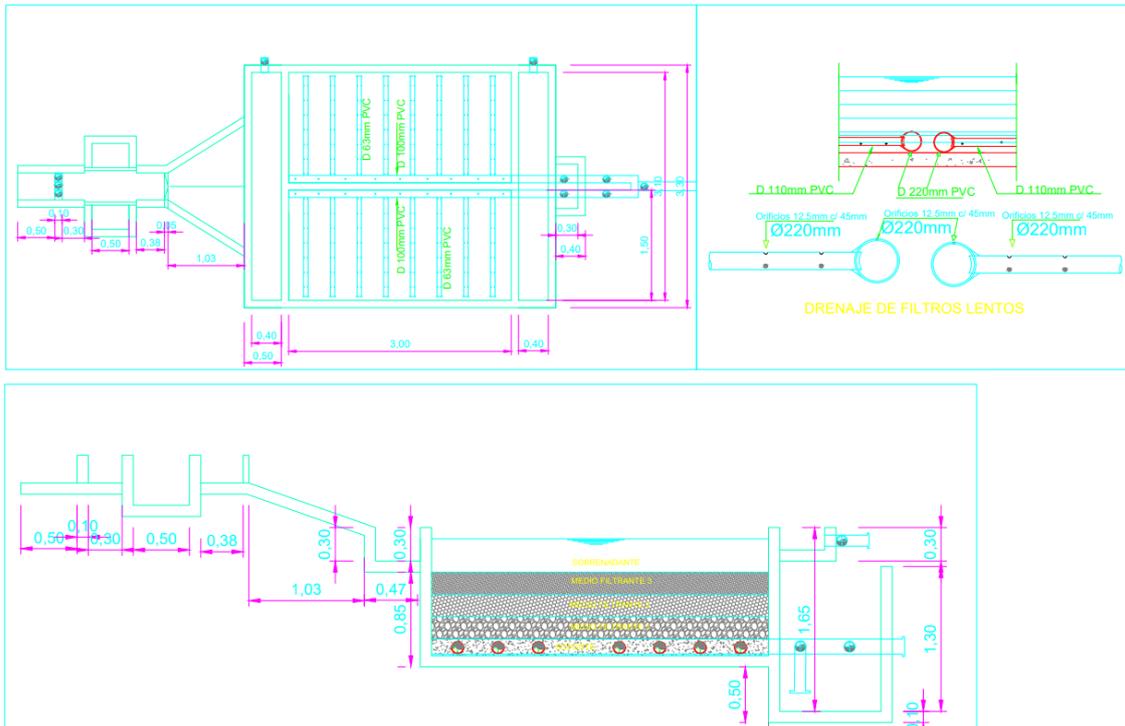
Fuente. (Propia,2023)

Anexo 3. Planta y Perfil de la conduccion de Pallica



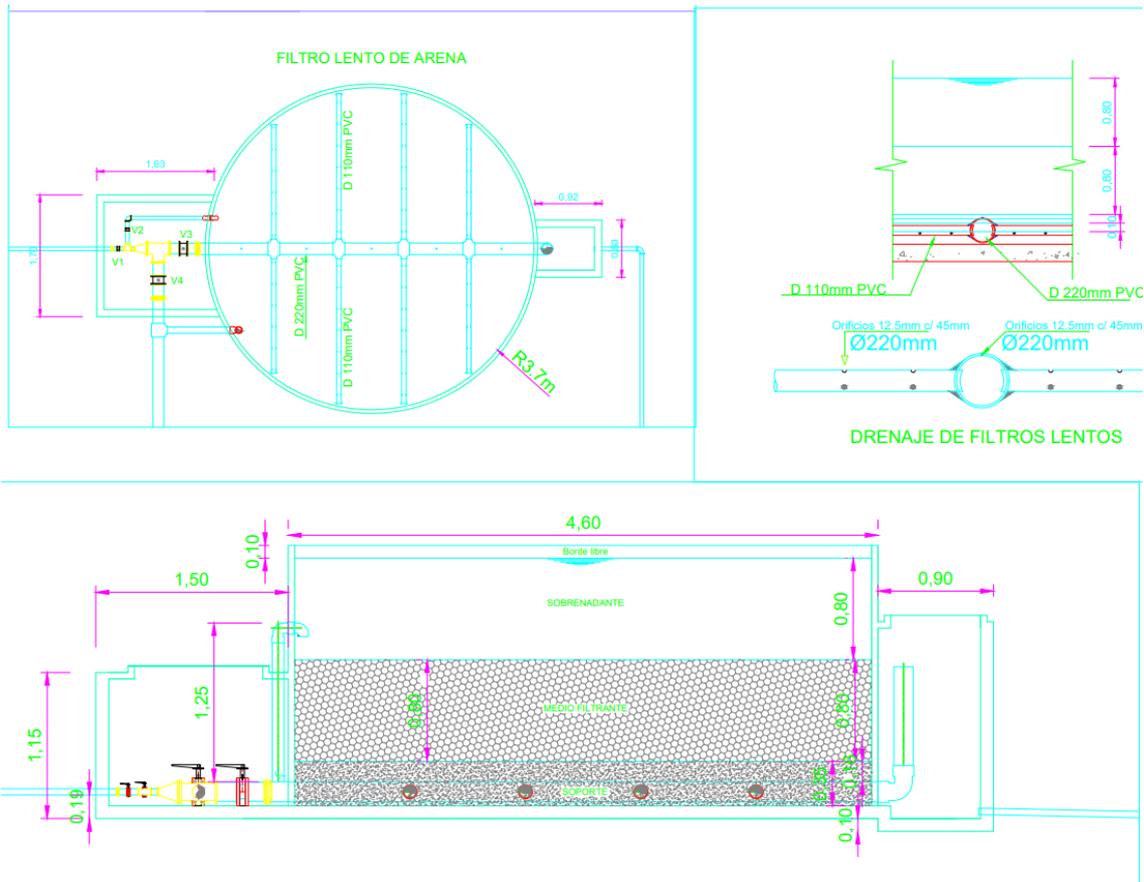
Fuente. (Propia)

Anexo 4. Filtro Dinamico Grueso



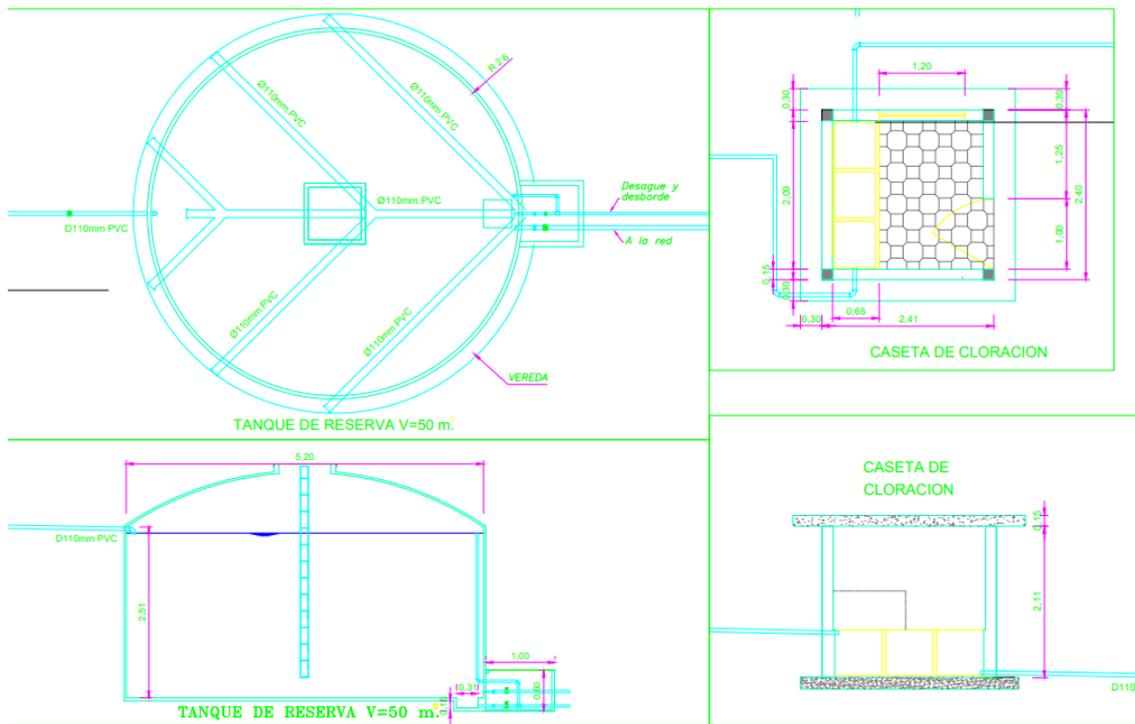
Fuente. (Propia,2023)

Anexo 5. Filtro Lento de Arena



Fuente. (Propia,2023)

Anexo 6. Tanque de Reserva y Caseta de Cloracion



Fuente. (Propia,2023)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bibliografía

- Argueta, S. (2011). Guia de normas y estandares tecnicos aplicados a agua y saneamiento. 33.
- Argueta, S. (2011). Guia de normas y estandares tecnicos aplicados a agua y saneamiento. 20-21.
- Cuello, M. (2014). *Norma tecnica Ecuatoriana*. Quito.
- Cuello, M. (2020). Gestion de agua potable y saneamiento. 15-18.
- Cuello, M. (2022). *Agencia de Regulacion y Control del Agua*. Quito.
- Ep, E. (2016). *Subgerencia de ingenieria y proyectos*. Etapa Ep, Cuenca.
- EP, E. (2016). Subgerencia de ingenieria y proyectos. *Ampliacion de la captacion de la planta de tratamiento de agua potable Tixan*. Cuenca.
- EP, E. (2017). Especificaciones Tecnicas Generales . 169.
- Gutierrez, B. (2018). Normativa para evaluacion de los servicon publicos de agua potable. 6.
- Guzmán, V. (2022). Cloracion de agua potable. 12.
- Levantamiento de cartografía tematica. (2015). 9. Nabon: Memoria Tecnica.
- Mora, K. (15 de Abril de 2019). Vulnerabilidades Socioeconómicas en la Zona 6. 4.
- Morales, V. (20 de Abril de 2009). *Acuerdo Gubernativo*. Guatemala.
- Nabñn. (2019). *Estatuto Nacional* . CUENCA.
- Nieves, L. (2019). *Actualizacion del Plan Desarrollo y Ordenamiento Territorial Para El Buen Vivir 2015-2019*. Cuenca.
- Ramíz, M. (2003). *Instituto Ecuatoriano de Normalizacion*. Quito.
- Velarde, C., & Mendoza, B. (2009). Normas de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable. 34-35-36.