



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA
SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE
YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL
PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA
POBLACIÓN – 2023

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

VARELA ENRIQUEZ, SAMUEL

ORCID: 0000-0002-2224-3455

ASESOR

LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

CHIMBOTE – PERÚ

2023

1. Título de la tesis.

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023.

2. Equipo de Trabajo

Autor

Varela Enríquez, Samuel

ORCID: 0000-0002-2224-3455

**Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,
Chimbote, Perú**

Asesor

León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

**Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ciencias e
Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Chimbote, Perú**

Presidente

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID ID: 0000-0001-9298-4059

Miembro

Bada Alayo, Delva Flor ORCID

ID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

Lázaro Díaz, Saul Heysen

ORCID ID: 0000-0002-7569-9106

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

Presidente

Bada Alayo, Delva Flor

Miembro

Lazaro Díaz, Saul Heysen

Miembro

León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

Asesor

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

Agradecer a Dios por la vida, salud, sabiduría para lograr cada una de mis metas, y por la fuerza que cada día me da para salir adelante.

A mi familia por su apoyo incondicional, por siempre apoyarme en cumplir mis objetivos y poder lograr ser un gran profesional.

Dedicatoria

Dedico este gran logro a mi familia y a mis amigos, por siempre apoyarme en brindarme ánimos, para cumplir con mis objetivos profesionales.

5. Resumen y abstract

Resumen

En la presente investigación se aplicó la línea de investigación: Sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023. La metodología que se aplicó en la presente investigación fue del tipo correlacional, nivel cualitativo y cuantitativo, de diseño descriptivo no experimental de corte transversal. El resultado comprende en un sistema SA-03, aplicando la RM-192-Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, donde se contará con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable; pozo tubular de 100 metros de profundidad, con una sección de diámetro de 6 pulg, entubado con tubería de PVC C- 10 de un diámetro de 4 pulg, en una longitud de 20 metros de perforación del pozo será de un diámetro de 6 pulg, ya que contará con un filtro de diámetro de grava de $\frac{1}{4}$ pulg y $\frac{3}{4}$ pulg. El volumen del reservorio será de 10 m³, donde esta será abastecida mediante la línea de impulsión desde el pozo tubular hacia el reservorio con una tubería de un diámetro de 2 pulg, la línea de aducción será de tubería de PVC C- 10 de un diámetro de 2 pulg y un rebose de tubería de PVC C- 10 de un diámetro de 3 pulg, se concluye con el diseño de tubería PVC C-10 de diámetro 2 plg y 1 $\frac{1}{2}$ plg, las redes de distribución, según los tramos detallados en los planos de la tesis, se concluye con las 53 conexiones domiciliarias con tuberías de PVC C- 10 de diámetro de $\frac{1}{2}$ plg, esta tubería se empalmará a la red matriz de agua potable \varnothing 1 $\frac{1}{2}$ plg, de acuerdo a los circuitos de diseño indicados en los planos de la tesis.

Palabra clave: Sistema de abastecimiento agua potable, diseño del sistema, condición sanitaria.

Abstract

In the present investigation, the line of investigation was applied: Drinking water supply system in the Santa Teresita native community, Yarinacocha district, Coronel Portillo province, Ucayali region, for its impact on the health condition of the population - 2023. The methodology that was applied in the present investigation was of the correlational type, qualitative and quantitative level, of a descriptive non-experimental cross-sectional design. The result includes a SA-03 system, applying the RM-192-Ministry of Housing, Construction and Sanitation, where the design of the drinking water supply system will be available; 100-meter-deep tubular well, with a 6-inch diameter section, cased with 4-inch-diameter PVC C-10 pipe, in a 20-meter length of drilling the well will have a 6-inch diameter, since it will have a gravel diameter filter of $\frac{1}{4}$ in and $\frac{3}{4}$ in. The volume of the reservoir will be 10 m³, where it will be supplied by the impulsion line from the tubular well to the reservoir with a pipe with a diameter of 2 inches, the adduction line will be PVC pipe C-10 with a diameter of 2 inches and an overflow of PVC C-10 pipe with a diameter of 3 inches, it is concluded with the design of PVC C-10 pipe with a diameter of 2 inches and 1 $\frac{1}{2}$ inches, the distribution networks, according to the sections detailed in The plans of the thesis conclude with the 53 home connections with PVC C-10 pipes with a diameter of $\frac{1}{2}$ inch, this pipe will be connected to the main drinking water network \varnothing 1 $\frac{1}{2}$ inches, according to the design circuits indicated. in the thesis plans.

Key word: Drinking water supply system, system design, sanitary condition.

6. Contenido

1. Título de la tesis.....	ii
2. Equipo de Trabajo.....	iii
3. Hoja de firma del jurado y asesor.....	iv
4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria.....	v
5. Resumen y abstract.....	viii
6. Contenido.....	x
7. Índice de figuras, gráficos, tablas, cuadros y fotografías.....	xii
I. Introducción.....	16
II. Revisión de literatura.....	19
2.1 Antecedentes.....	19
2.2 Bases teóricas de la investigación.....	¡Error! Marcador no definido.
III. Hipótesis.....	35
IV. Metodología.....	36
4.1 Diseño de la investigación.....	36
4.2 Población y muestra.....	37
4.3 Definición y operacionalización de las variables e indicadores.....	47
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
4.5 Plan de análisis.....	50
4.6 Matriz de consistencia.....	51
4.7 Principios éticos.....	54

V. Resultados	56
5.1 Resultados.....	56
5.2 Análisis de resultados	64
VI. Conclusiones	66
Aspectos complementarios	68
Recomendaciones	68
Referencias bibliográficas	69
Anexos	74
Anexo 1. Instrumento de recolección de datos	75
Anexo 2. Consentimiento informado.....	79
Anexo 3. Norma Técnica de Diseño.....	82
Anexo 4. Cálculos hidráulicos	147
Anexo 5. Planos del diseño.....	154
Anexo 6. Panel fotográfico	163

7. Índice de figuras, gráficos, tablas, cuadros y fotografías

Figuras

Figura 1. Agua	19
Figura 2. Agua potable	20
Figura 3. Contaminación de agua	20
Figura 4. Sistema de agua por gravedad.....	23
Figura 5. Sistema de abastecimiento de agua potable	24
Figura 6. Aguas superficiales	26
Figura 7. Aguas subterráneas.....	27
Figura 8. Aguas de lluvias	28

Gráficos

Grafico 01. Cantidad de agua potable.....	61
Grafico 02. Cobertura de agua.	62
Grafico 03. Continuidad de agua.	62
Grafico 04. Calidad de agua.....	63

Tablas

Tabla 01. Definición y operacionalización de variables.....	47
Tabla 02. Matriz de consistencia.	51
Tabla 03. Aplicación del Algoritmo de selección.....	56
Tabla 04. Datos de diseño.....	57
Tabla 05. Memoria de cálculo de diseño.	57
Tabla 06. Memoria de cálculo de la línea de impulsión.	58
Tabla 07. Memoria de cálculo de la línea de aducción.....	59
Tabla 08. Se describe en el cuadro 08 el cálculo de la red de agua.	60

I. Introducción

El Banco Mundial (1), “Describe que los seres humanos en la tierra no tienen accesibilidad a un servicio de abastecimiento de agua potable, considerado una problemática para los países del mundo.” Teniendo en cuenta presente problemática se desarrolla en la investigación, donde mejoraría la calidad de vida de la población de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, ubicada en el distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, establecida en las coordenadas 536354 E y 9076453 N, se encuentra en una altitud de 157.27 m.s.n.m. Las Naciones Unidas (2), detalla que el agua es el líquido vital para la vida humana, donde el acceder a un agua de calidad es un derecho universal, donde mejore las condiciones de vida de las personas y genere el desarrollo en las zonas rurales, ante la necesidad de la población de la comunidad nativa se plantea el siguiente **enunciado del problema** “¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la condición sanitaria de la población - 2023?”, para la respuesta a la interrogancia se tiene como **objetivo general**, “Realizar el diseño de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023”, a su vez se considera los siguientes **objetivos específicos**, Plantear el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023, Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad

nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023, Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023, Determinar los parámetros de diseño, velocidades, perdidas de carga y presiones de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023 y Determinar la incidencia en la condición sanitaria de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023, la investigación **justifica**, considerando que la población en la actualidad no tienen acceso a un servicio de agua potable, por lo que existe la necesidad y mejorar la calidad de vida de la población, por lo cual genera cumplirá con ayudar a cubrir las necesidades básicas de las personas de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo. **La recopilación de datos**, estará detallada en recolectar toda la información posible, antecedentes, referencias con respecto a la comunidad nativa, estas deben ser confiables, para poder cumplir con el objetivo general y obtener los resultados de la presente investigación, teniendo en cuenta el estado actual de la población no tiene acceso a servicios básicos. En la presente investigación se aplicará la siguiente **metodología** donde será de tipo correlacional y corte transversal, de nivel cuantitativo y cualitativo, de diseño descriptivo, no experimental, la **muestra** de la presente investigación está “constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel

Portillo, región Ucayali – 2023”, la **delimitación temporal** se realizara en los meses de diciembre 2022 a marzo 2023 y estará en la **delimitación espacial** estará desarrollado en el periodo enero a marzo del 2023, en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

II. Revisión de literatura

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes internacionales

Según Se define que el agua es la sustancia compuesta por 2 átomos, los cuales son el hidrógeno y oxígeno, el cual conforman el agua, se puede encontrar en los estados sólido, líquido y gaseoso, donde sus propiedades físicas y químicas son importantes para la supervivencia del ecosistema.



Figura 1. Agua

Fuente: Webconsultas (2023)

2.1.2 Agua potable

Se define el agua que esta para su consumo por las personas, considerada sin ninguna restricción para beber o preparar alimentos. El agua puede ser potable de manera directa o mediante un sistema de tratamiento, dado los niveles físicos y químicos que esta pueda tener.



Figura 2. Agua potable

Fuente: andina (2021)

2.1.3 Contaminación del agua

A medida que el agua sea requerida por el ser humano, esta va sufriendo alteraciones y contaminaciones en el estado que se encuentre, por lo que en la actualidad la gran mayoría de ríos, lagos o acequias han sufrido grandes índices de contaminación, perjudicando la disponibilidad del agua para su consumo.



Figura 3. Contaminación de agua

Fuente: Agua.org (2017)

2.1.4 Importancia del agua

La importancia de potabilizar y producir agua potable en cantidad y calidad para el consumo humano, donde garantice la viabilidad e higiene de las personas en su entorno.

2.1.5 Resolución Ministerial N°192-2018 – Vivienda

Se adopta un sistema de selección, mediante las opciones tecnológicas, los cuales cumplen con los parámetros de diseño de un sistema de agua potable, considerando el consumo de las personas, se debe tener en cuenta los siguientes componentes; fuente de abastecimiento, captación, línea de conducción e impulsión, estación de bombeo, reservorio, línea de aducción, redes de distribución, conexiones domiciliarias. Estas deben tomar en cuenta y cumplir con los parámetros de diseño, considerando el cumplimiento de las normativas vigentes y el de la Resolución Ministerial N°192-2018 – Vivienda, para su aplicación en el diseño en zonas rurales.

2.1.6 Parámetros de diseño

2.1.6.1 Población de diseño

Según Sedapar (11), “Detalla la cantidad de habitantes actual y proyectada, el cual se utilizará para el cálculo de diseño, cumpliendo con las normativas vigentes y los parámetros de diseño, debe cumplir con la cantidad que requiera la población de diseño, considerando el periodo proyectado de los componentes.”

La Resolución Ministerial N°192-218 de Vivienda, considera que se aplica el método aritmético para el determinar la población futura de diseño.

Esta se puede aplicar mediante los métodos:

a) Método racional

“Este método depende del criterio del que desarrolla el proyecto.”

(11)

b) Método aritmético

“Este método se emplea cuando la población está en pleno crecimiento.” (11)

2.1.6.2 Periodo de diseño

Según Aneas (12), Es considerado el tiempo el cual se proyecta el diseño del sistema de agua potable, cumpliendo con la demanda, presiones, caudales y parámetros de diseño y estas cumplan con la funcionabilidad, para dotar de agua a la población sin ningún percance. El periodo de diseño es el tiempo donde el sistema su funcionamiento debe ser eficiente.

Es el tiempo que se considera para el funcionamiento eficiente del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.1.6.3 Sistema de abastecimiento de agua potable

Es el conjunto operacional para el abastecimiento de agua y para el consumo de las personas, considerada un agua de calidad, considerando los límites permisibles en cuanto a sus características microbiológicos, físicos y químicos.

a) Sistema de agua potable por gravedad

“Estas se establecen en un punto alto o superior que otro, para cumplir con las presiones máximas y mínimas, en este sistema la captación esta con una cota superior a la del reservorio, donde influirá la velocidad.” (12)

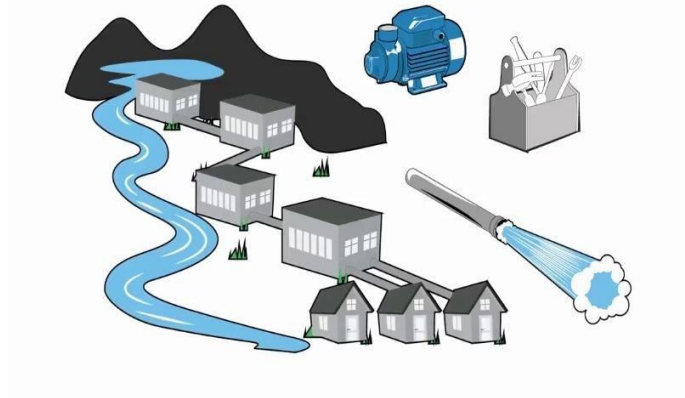


Figura 4. Sistema de agua por gravedad

Fuente: SSWM.Info

b) Sistema de agua potable por bombeo

“Este sistema se emplea, cuando las altitudes ni sean de mucha diferencia, estas se encuentran por debajo de las cotas de las viviendas o tambien una de las viviendas necesita de una energía adicional es por ello que se opta por una bomba electromecánica.” (12)

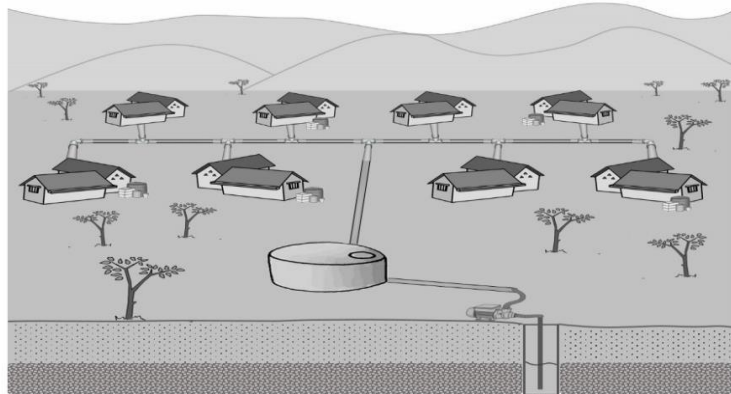


Figura 5. Sistema de abastecimiento de agua potable

Fuente: SSWM.Info

2.1.6.4 Demanda de agua

Según Gonzales (13), “Es el requerimiento y abastecimiento de agua que es necesario para cubrir los servicios y el consumo de la población, donde el periodo de diseño proyecta para evitar el desabastecimiento, la demanda la necesidad básica de agua de la población, el almacenamiento de agua es proyecta y el permanente abastecimiento.”

Cantidad de agua que debe satisfacer las necesidades diarias de la población, donde la demanda de agua para las viviendas es de 100 l/hab.d. para el consumo de agua y para la preparación de sus alimentos, uso de aseo personal.

a) Consumo domestico

“Es la utilización del agua para las personas en sus viviendas, para sus diferentes usos domésticos”. (13)

b) Consumo publico

“Es el consumo para las instituciones estatales, como centros de salud, postas médicas, escuelas, mercados, etc”. (13)

2.1.6.5 Variaciones de periódicas

Según Ministerio de Economía y Finanzas (14), En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada, de lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes, Máximo anual de la demanda diaria: 1,3.

Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5.

2.1.6.6 Fuentes de agua

Según Chávez et al (15), Estas pueden ser diversas, considerando que puedan ser superficiales, subterráneas y de lluvia, donde según el diseño son calculas y puedan cumplir con la demanda de la población, su principal objetivo es de abastecer de agua de manera continua. Las fuentes de agua superficiales pueden ser de quebrada, ríos, lagos, acequias, etc. Las fuentes de agua subterránea pueden ser pozos profundos excavados y perforados, estas se encuentran por debajo del terreno natural.

a) Aguas Superficiales

“Estas fuentes están ubicada a la vista humana, donde son aguas acumuladas en la superficie, como ríos, lagos, estanques, presas, esta es la fuente de agua más común que consume la población, teniendo en cuenta su tratamiento.”

(15)

Es la fuente de agua que se encuentran expuestas al interperie, en la superficie, estas pueden ser conducidas mediante gravedad o mediante un equipo electromecánico de impulsión hacia un reservorio de almacenamiento.



Figura 6. Aguas superficiales

Fuente: JAPAC (2016)

b) Aguas Subterráneas

Es la fuente de agua ubicada en el subsuelo, donde son fundamentales porque abastecen a una gran parte de habitantes del mundo. Las aguas subterráneas consideradas dentro de una formación geológica nombrada acuífero,

donde es permeable y permite cumplir con las demandas de las poblaciones. (15)



Figura 7. Aguas subterráneas

Fuente: Dreamsitme (2014).

c) Aguas de lluvias

Estas aguas en años pasados eran puras, se encuentran en la naturaleza ante las precipitaciones pluviales, en la actualidad ante el cambio climático y el alto índice de contaminación estas en su mayoría no son de buena calidad. Estas aguas pueden ser captadas y almacenadas con todas las precauciones, pueden ser áreas de recojo los techos de las viviendas y recipientes al interperie.



Figura 8. Aguas de lluvias

Fuente: EcoHabitar (2023)

2.1.6.7 Calidad de agua

Según Scielo (16), La importancia de la calidad de agua en el sistema de abastecimiento es relevante, considerando el cumplimiento de las normas vigentes de vivienda y de salud, donde debe cumplir con parámetros establecidos para que esta sea potable y para el consumo humano sin que este pueda crear malestares, enfermedades. La calidad de agua se debe garantizar mediante estudios y mediante el control de las instituciones de salud, donde corroboren que el agua se pueda ser consumida por las personas.

2.1.6.8 Agua potable

Según Convenio sobre la diversidad biológica (17), El agua es vital para nuestra vida diaria y es el recurso hídrico más valioso, nuestro planeta está hecha con un porcentaje de agua, pero no todo es potable, acta para el uso doméstico y consumo humano, el porcentaje del agua potable es muy baja, ya por ello no todas las personas cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable optimo y saludable para la población.

2.1.6.9 Abastecimiento de agua

Según Cardenas et al. (18), “Un sistema de abastecimiento de agua consta de un conjunto de obras hidráulicas tales como la captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y

la red de distribución desde las fuentes de agua seleccionada sea subterráneas o superficiales hasta las viviendas de las personas.”

2.1.6.10 Periodo de diseño

Según OCSAS (19), “En el presente proyecto la fuente de agua se encuentra en subterráneo, el cual mediante una línea de impulsión – equipo electromecánico será conducido al reservorio, donde se realizará el cálculo para obtener el diseño, cumpliendo con las normas vigentes de diseño y este cumpla con la dotación de la población de estudio.”

2.1.6.11 Caudal

“Dato importante del diseño hidráulico de la captación para cumplir con la demanda máxima de la población, considerando el almacenamiento del agua y su continuidad para el abastecimiento.” (19)

2.1.6.12 Línea de conducción

Según Jimenez (20), “Es una estructural hidráulica que conducirá el agua desde la captación hasta el reservorio, que puede ser por medio de forma de canal abierto o por tuberías cerradas recomendable de PVC, se puede conducir por mediante la gravedad o por uso de bombas y contara con sus accesorios y el caudal a utilizar para su cálculo hidráulico es el caudal máximo diario (Q_{md}) y las ecuaciones de Hazen y Williams.”

Es el conjunto de tuberías, estación de bombeo y accesorios, donde el objetivo principal es transportar hacia el tanque de regulación o reservorio.

2.1.6.13 Diámetro

“Consiste en seleccionar la sección de la tubería a utilizar dentro del diseño del sistema de abastecimiento de agua, considerando en los componentes que se utilizara dentro, estas deben cumplir con el diseño y las secciones dispuestas, donde debe ser tubería con el diámetro correspondiente es estos se han comerciales en la zona.” (20)

Se estudia diversas alternativas, el punto de vista económico, se considera el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro diseñado y seleccionado deberá tener la capacidad de conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.60 y 3.00 m/s, y las pérdidas de carga.

2.1.6.14 Velocidad

“Con el diámetro de tubería seleccionado se debe calcular la velocidad en que se conducirá el agua a través de la tubería a su destino, se recomienda tener una velocidad como mínima de 0,60 m/s y como máximo 3 m/s en las tuberías.” (20)

La velocidad del agua dentro de las tuberías en la línea de conducción o línea de impulsión, debe mantener la presión con el diseño del diámetro correcto, se puede determinar utilizando las formulas, considerando las pérdidas de carga en relación de

la velocidad, diámetro interior y la pérdida de carga unitaria de las tuberías.

2.1.6.15 Presión

“Es la energía que se produce el agua cuando está el movimiento dentro de la tubería hasta llegar a su destino se recomienda para zonas rurales una presión mínima de 5m.c.a. y como máximo 50m.c.a.” (20)

La presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. Considerando el tramo de tubería que se diseña a tubo lleno.

2.1.6.16 Válvula de purga

“Se colocan en las partes bajas de las líneas de conducción, la válvula tiene la función de eliminar el barro o arenilla que se concentra en el tramo de la tubería. Utilizando la misma fuerza dinámica del flujo y son válvulas del tipo compuerta.” (20)

2.1.6.17 Reservorios

Según Siapa (21), “Es el encargado de almacenar el agua y estas se ubican en una cota topográfica, garantizando las presiones mínimas y máximas, en el punto más favorable del sistema de distribución correspondientes, el reservorio deberá contar con tuberías de ingreso, salida, limpieza, ventilación y rebose, está compuesta de diversos componentes como tubería, válvulas, etc.”

Tipos de reservorios

Dentro de los tipos de reservorios que se puedan diseñar, estas pueden ser reservorios apoyados y elevados.

Los reservorios apoyados, estas están pegadas al terreno natural, manteniendo un sistema de abastecimiento mediante gravedad, considerando que su ubicación es en una altura superior a las de las viviendas.

Los reservorios elevados, están pueden ser ubicadas dentro del área de las viviendas, solo que tienen una altura superior, para obtener una mayor presión y abastecer de agua a la población.

(21)

a) Reservorio apoyado

“Son Aquellos que están en contacto con la superficie del terreno y son utilizados como una alternativa a los reservorios enterrados, según la topografía se ubican en terreno superior a la cota de nivel de las viviendas, para mantener las presiones mínimas y máximas, estas pueden ser circular o rectangular.” (25)

b) Reservorio elevado

“Son estructuras que se ubican por encima del nivel del terreno natural, estas son soportadas por columnas, pilotes o paredes, estas tienen forma cuadradas, rectangulares, esféricas o cilíndricas.” (25)

c) **Reservorio enterrado**

“Son estructuras que se encuentran construidas por debajo de la cota de la superficie, estas pueden ser cuadradas, rectangulares o circulares.” (25)

Volumen

El diseño del volumen del reservorio, tiene como función que se cumpla con la demanda de la población de estudio, considerando que esta debe ser continua y de calidad, cumpliendo con los parámetros. (25)

2.1.6.18 Línea de aducción

Según Dorado (22), “Es un conjunto de tuberías que se utiliza para distribuir el agua desde el reservorio hasta la primera red de distribución para la población, se usa la gravedad para la presión del agua que produzca dentro de la tubería mientras esta en movimiento para su cálculo hidráulico se utilizara las fórmulas de Hazen y Williams y el caudal para ello es máximo horario (Q_{mh}).”

Esta línea está conformada por tuberías, las cuales se utilizan para direccionar por los conductos los fluidos hídricos, tales como el agua desde el reservorio hacia la red de distribución.

2.1.6.19 Red de distribución

Según Iglesias (23), Las redes de distribución, pueden ser cerradas o abiertas, considerando el tipo de diseño, teniendo en cuenta la topografía de la zona de estudio.

Según Garcia (24), “La red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones de tuberías, accesorios, el cual cumplan según los cálculos de las presiones máximas y mínimas de diseño, estas redes pueden ser cerradas o abiertas.”

a) Redes de distribución abierta

“Como su propio nombre lo indica está constituida por un conductor como eje principal de tubería, de ahí se forma ramales, estas se utilizan en poblaciones que sus viviendas se encuentran de manera lineal.” (24)

b) Redes de distribución cerrada

“Es un sistema que tiene todas sus conexiones de tuberías interconectadas entre sí, las cuales, al tener mínima en el sistema, son más convenientes al ser más económicos.” (24)

2.1.6.20 Condición sanitaria

a) Calidad de agua

Según Reto (25), Describe el agua que consume la población de estudio, cumpla con los parámetros químicos y físicos. El agua potable de calidad mejora la salud de la población y genera desarrollo, socioeconómico.

b) Cantidad de agua

Deber ser suficiente para que cumpla con las necesidades de los habitantes. (25)

c) Cobertura de agua

Todos los peruanos en su mayoría de zonas rurales puedan tener acceso a un servicio de agua potable. (25)

d) Continuidad de agua

“Consiste en mantener de manera permanente el abastecimiento del agua, esto dependerá del diseño y factores climatológico, considerando que el servicio debe ser constante o continua para no dejar desabastecida a la población beneficiada.” (25)

III. Hipótesis

No aplica, considerando el proyecto descriptivo

IV. Metodología

4.1 Diseño de la investigación

4.1.1 Tipo de investigación

Fue de tipo correlacional y corte transversal, correlacional porque determino dos variables, el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y la incidencia en la condición sanitaria de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo (dos variables) y de corte transversal por que se estudió los datos en un lapso de tiempo concluyente.

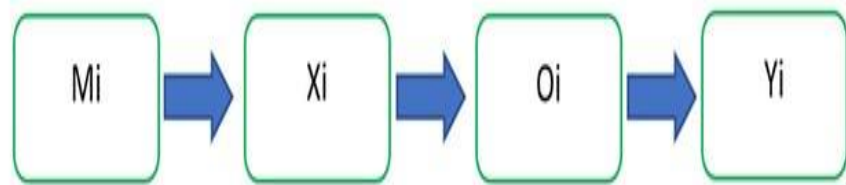
4.1.2 Nivel de la investigación

Fue de carácter cualitativo y cuantitativo, se refiere a que es cualitativo dado que se recolecta la información de estado situacional de la variable sistema de abastecimiento de agua potable y cuantitativo por que los datos obtenidos se tendrán que cuantificar (medir) para poder procesarlos.

4.1.3 Diseño de la investigación

El estudio del proyecto se desarrolló de diseño no experimental, solo Correlacional, ya que describe todos los fenómenos tal y como están en su contexto natural, para después analizar cómo afecta un variable de la otra en propuesta de un cambio medianamente severo.

Se presenta el siguiente esquema de diseño:



Donde:

Mi: Sistema de abastecimiento de agua potable

Xi= Diseño del sistema de agua potable

Oi= Resultados

Yi: Incidencia en la condición sanitaria

4.2 Población y muestra

4.2.1 Población

La población de la investigación estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.

4.2.2 Muestra

La muestra de la investigación estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.

4.3 Definición y operacionalización de las variables e indicadores

Tabla 01. Definición y operacionalización de variables.

	CONCEPTUAL	OPERACIONAL		MEDIDA	
Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.	Un sistema de abastecimiento de agua potable es el conjunto de infraestructura, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable para su consumo.	Se diseñó el sistema de abastecimiento de agua potable que contempla desde la captación hasta las redes de distribución cumpliendo con la especificaciones técnicas de las normas de saneamiento del RNE y la Resolución Ministerial N° 192-2018 – Vivienda, la investigación se realizara mediante encuestas y fichas técnicas del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la	Capitación	Tipo de captación. Caudal.	Nominal Nominal
			Línea de conducción	-Tipo de tubería.	Nominal
				-Clase de tubería.	Nominal
				-Diámetros de la tubería.	Nominal
			Reservorio	-Presión.	Intervalo
				-Velocidad.	Intervalo
				-Tipo de reservorio.	Nominal
Línea de aducción	-Forma de reservorio.	Nominal			
	-Material volumen.	Nominal			
	-Tipo de red.	Nominal			
	-Tipo de tubería.	Nominal			
			-Clase de tubería.	Nominal	
			-Presión.	Nominal	
			-Velocidad.	Intervalo	

		comunidad nativa.		-Tipo de red.	Nominal
			Red de distribución	-Tipo de tubería	Nominal
				-Clase de tubería.	Nominal
				-Diámetro de tubería.	Intervalo
				-Presión.	Nominal
				-Velocidad.	Intervalo
	Todas las personas realizan diferentes actividades del día a día, donde	Se verifico de acuerdo a las fichas del compendio del sistema de información regional en agua y saneamiento SIRAS.	Cobertura de agua	- Número de viviendas	Nominal
Condición sanitaria				- Beneficiarios del sistema	
	tienen la necesidad de tener una salud favorable por lo cual hasta la población más alejada deben tener servicios básicos que cumplan con los parámetros del ministerio de salud.		Cantidad de agua	Caudal	Nominal
			Continuidad del servicio	Horas de servicio	Nominal
			Calidad de agua	Parámetros de calidad	Nominal

Fuente: Elaboración propia (2023).

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1 Técnica de recolección de datos

a) Técnicas

La técnica es la observación directa, el conjunto de reglas y procedimientos que permiten al investigador establecer la relación con el objeto o sujeto de la investigación y se clasifican observación, entrevista, etc.

b) Observación

Se aplicó como una técnica para realizar el diagnóstico de las estructuras existentes, del cual se calificó como deficiente por esa valoración se recomendó el diseño de un nuevo sistema.

c) Entrevistas

Se realizó a la autoridad, para recoger información primaria sobre la historia de las estructuras existentes que funcional en la localidad dotándoles de un agua entubada.

d) Instrumentos

Menciona en su libro que consiste en registrar y obtener la información necesaria para verificar los logros y dificultades que habrá realizar en dicha investigación.

Las herramientas que se utilizaron para la recolección de datos fue un Formato técnico que fueron elaborados con ayuda de modelos de encuestas y fichas técnicas que nos facilitaron más rápido la elaboración de dichos instrumentos como el RM 192-2018, Luego

fueron validados por 3 profesionales dando veracidad del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa.

Dentro de los instrumentos, se tomará en cuenta:

- Fichas técnicas.
- Protocolos y encuestas.

4.5 Plan de análisis

Se tomó en cuentas criterios:

- Se realizó la sistematización de las fichas de recolección de datos, organizando en carpetas digitales.
- Se realizó las descargas de datos del levantamiento topográfico, para luego procesarlos utilizando el AutoCAD Civil 3D.
- Se tomó los datos de topografía se toma las muestras de agua y sondeo de sistemas de abastecimiento de agua potable de caseríos y comunidades aledañas.

La topografía también nos ubicó las estructuras de captación y reservorio para realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

- Los datos primarios como el padrón de viviendas y el censo del INEI se obtuvieron la población futura para el diseño de 20 años, se utilizó como normativa de ayuda la R.M N°192-2018-M.V.C.S.
- Los datos obtenidos se dimensionaron las obras hidráulicas y se realizaron los análisis estructurales e hidráulicos para todos los componentes del sistema de agua potable.
- Finalmente se redactó el informe final utilizando el Microsoft Word.

4.6 Matriz de consistencia

Tabla 02. Matriz de consistencia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<p>a) Caracterización del problema: Según el Banco Mundial (1), En el mundo existe un aproximado de 2200 millones de personas que no cuentan con acceso a agua potable y 4200 millones que no dispone de servicios básicos como saneamiento o alcantarillado, donde la escasez de agua y fuentes de abastecimiento, el crecimiento poblacional, ha puesto en riesgo el progreso económico de la</p>	<p>a) Objetivo general: Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2023.</p> <p>b) Objetivos específicos: ✓ Plantear el sistema de abastecimiento de agua potable de la</p>	<p>Antecedentes: Se utilizó: - Antecedentes Internacionales - Antecedentes Nacionales - Antecedentes Locales</p> <p>Bases teóricas: Sistema de agua potable - Abastecimiento de agua - Tipos de abastecimiento - Captación - Línea de conducción - Reservorio</p>	<p>El tipo de investigación La presente investigación es tipo correlacional y transversal.</p> <p>Nivel de la investigación El nivel de la investigación es cualitativo y cuantitativo por su propia denominación.</p> <p>Diseño de la investigación. El diseño de la investigación es descriptiva no experimental, ya que se describe la realidad del</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Banco Mundial. Programa general. [seriado en línea] 2021, disponible en: https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview#:~:text=Unos%202200%20millones%20de%20personas,b%C3%A1sicas%20para%20lavarse%20las%20manos. 2. Naciones Unidas. [seriado en línea] 2019. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. disponible en: https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf 3. Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos. [seriado en línea] 2022. LUCHA

<p>población, donde en zonas rurales es precaria la situación en donde viven las personas, creando pobreza y menor desarrollo sostenible.</p> <p>b) Enunciado del problema: ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la condición sanitaria de la población - 2023?</p>	<p>comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.</p> <p>✓ Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.</p> <p>✓ Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.</p> <p>✓ Determinar los</p>	<p>- Red de distribución - Conexiones domiciliarias</p>	<p>lugar de estudio sin alterarlo.</p> <p>El universo y muestra. El sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Ojeayo, distrito de Raymondi, provincia de Atalaya, región Ucayali.</p> <p>Definición y operacionalización de las variables Variables: -Sistema de abastecimiento de agua potable -Condición sanitaria.</p> <p>Técnicas e instrumentos Técnicas: Encuestas, Análisis Documental y Observación no experimental. Instrumentos: Ficha de Técnica de diagnóstico y la Entrevista.</p>	<p>CONTRA LA ESCASEZ DE AGUA EN EL PERÚ. disponible en: https://www.unops.org/es/news-and-stories/stories/combating-water-scarcity-in-peru</p> <p>4. Acciona. POTABILIZAMOS EL AGUA PARA SEGURAR LA VIDA. [seriado en línea] 2021. disponible en: https://www.acciona.com/es/soluciones/agua/areasactividad/potabilizacion/?_adin=02021864894</p> <p>5. Sunass. Ucayali: regulador busca mejorar acceso a los servicios de saneamiento en zonas rurales. [seriado en línea] 2021. disponible en: https://www.sunass.gob.pe/regiones/ucayali-regulador-busca-mejorar-acceso-a-los-servicios-de-saneamiento-en-zonas-rurales/</p>
---	---	---	---	---

	<p>parámetros de diseño, velocidades, pérdidas de carga y presiones de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.</p> <p>✓ Determinar la condición sanitaria de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023.</p>		<p>Plan de análisis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis descriptivo de la condición actual - Procesamiento de datos - Resultados finales. 	
--	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia (2023)

4.7 Principios éticos

a) Protección a las personas

Se mantendrá en anonimato de los datos de las personas que proporcionen información relevante con respecto al objetivo general de la investigación del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita, considerando la relevancia e importancia de la información que se brindará por las personas.

b) Cuidado del medio ambiente y la biodiversidad

Se tendrá en cuenta el impacto ambiental ocasionado en el proyecto, se acordó y se determinó con la población para que no se den casos extremos de contaminación ambiental y el cuidado de la biodiversidad que rodea a la población de la comunidad nativa Santa Teresita.

c) Libre participación y derecho a estar informado

Las personas que participen en cumplir con el objetivo de la investigación estarán informadas de manera continua, con el propósito de que se involucren de manera directa o indirecta a la investigación.

d) Beneficiencia no maleficencia

Salvaguardando el bienestar de las personas que participen en la investigación, estos no deben tener algún daño posible y cumpliendo con las reglas generales de no causar ningún efecto adverso.

e) Justicia

La investigación es justa, donde se brindará la información de la presente investigación, compartiendo los logros y siendo justo con las personas,

considerando el derecho a acceder a los resultados. El trabajo de investigación se desarrolló con datos reales con fundamentos y de ello depende realizar un trabajo responsable, los principios éticos son fundamentales porque tiene prioridad los aspectos morales y científicos donde prevalece la veracidad, de tal manera los resultados de nuestra investigación se obtuvieron datos ciertos los cuales se emplearon de manera real y obtener un diseño de calidad para un buen funcionamiento del sistema de abastecimiento.

f) Integridad científica

Se rige en extender la actividad científica, donde se enseñe las actividades realizadas, donde estas sean relevantes, en función de las normas deontológicas profesionales y se planteen soluciones inmediatas en beneficio de la investigación.

V. Resultados

5.1 Resultados

De Los resultados están relacionados con los objetivos específicos.

Resultado 01: Dando respuesta al primer objetivo específico:

“Plantear el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023”.

- a) Se detalla el resultado aplicando el ALGORITMO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PARA EL AMBITO RURAL.

Tabla 03. Aplicación del Algoritmo de selección.

Tipo de fuente	Subterránea
Sistema de abastecimiento de agua potable subterránea	SA-03 CAP, LCON, RES, DESF, L-ADU, RED

Autoría: propia (2023).

Resultado 02: Dando respuesta al segundo objetivo específico:

“Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023”.

Tabla 04. Datos de diseño.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Cantidad viviendas	63 viv.
Densidad poblacional	3.24 habs/viv
Periodo de diseño	20 años
Dotación de agua por conexión	100 lts/hab/día
Tasa de crecimiento	8.00 %
Población actual 2023	204 habs
Población futura 2043	530 habs
Número de viviendas al 2043	164 viv

Fuente: Elaboración propia (2023)

Resultado 03: Respondiendo al tercer objetivo específico:

“Determinar la dotación de agua requerida en el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023”.

Tabla 05. Memoria de cálculo de diseño.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Q promedio	0.61 lps
“Caudal de consumo máximo diario”	0.79 lps
“Caudal máximo horario”	1.22 lps
“Caudal de bombeo (2.6 horas)”	5.51 lps

“Volumen de regulación 20%”	13.65 m ³
“Volumen de reserva”	3.41 m ³
“Volumen de almacenamiento”	17.06 m ³
“Volumen adoptado”	10.00 m ³

Fuente: Elaboración propia (2023)

Resultado 04: Respondiendo al cuarto objetivo específico:

“Determinar los parámetros de diseño, velocidades, pérdidas de carga y presiones de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023”.

Tabla 06. Memoria de cálculo de la línea de impulsión.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Longitud total del tramo	11.30 m
Q _{mh}	0.79 l/seg
“Tiempo de funcionamiento de la bomba”	3.44 hrs
“Caudal de bombeo”	5.51 l/seg
“Velocidad de impulsión”	1.50 m/seg
Tubería de impulsión	2.00 pulg
Pie de tanque velocidad	2.72 m/seg
Gradiente hidráulico	0.13 m/m
Perdida de carga por fricción	3.05 m
Perdida de carga por accesorios	0.38 m
Perdida de carga total	12.74 m

Altura dinámica	38.70 m
Potencia de quipo de bombeo	2 hp

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 07. Memoria de cálculo de la línea de aducción.

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
Caudal promedio	0.61 lps
Caudal máximo diario	0.80 lps
Caudal máximo horario	1.23 lps
Caudal unitario	0.00066 lps

Fuente: Elaboración propia (2023)

Tabla 08. Se describe en el cuadro 08 el cálculo de la red de agua.

CALCULO HIDRAULICO DE LA RED DE AGUA
COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACOHCA, CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2023

PROY: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACOHCA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2023"

LOCALIDAD: COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACOHCA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGION UCAYALI

Caudal Unitario 0.00066

0.51 2"
0.38 1.5"
0.25 1"

TRAMO	NUDOS		L (m)	GASTO				Hf (m)	COTA PIEZOMETRICA		COTA TERRENO		PRESIONES		C	DIAMETRO NOMINAL		V (m/s)
				INICIAL (lt/s)	FINAL (lt/s)	TRAMO (lt/s)	DISEÑO (lt/s)		INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	INICIAL (msnm)	FINAL (msnm)	INICIAL (mca)	FINAL (mca)		(mm)	(Pulg.)	
	T	A			1.2278													
1	A	B	15.45	0.7541	0.7439	0.0102	0.7490	0.05	186.24	186.19	175.50	175.40	10.74	10.79	150	51	2"	0.37
2	B	C	127.04	0.1842	0.1000	0.0842	0.1421	0.02	186.19	186.17	175.40	175.00	10.79	11.17	150	51	2"	0.07
3	B	D	79.10	0.5597	0.5073	0.0524	0.5335	0.14	186.19	186.05	175.40	176.00	10.79	10.05	150	51	2"	0.26
4	D	E	100.58	0.1918	0.1252	0.0666	0.1585	0.02	186.05	186.03	176.00	175.00	10.05	11.03	150	51	2"	0.08
5	E	F	38.00	0.1252	0.1000	0.0252	0.1126	0.00	186.03	186.03	175.00	175.35	11.03	10.68	150	51	2"	0.06
6	D	H	270.00	0.3154	0.1365	0.1789	0.2260	0.10	186.05	185.95	176.00	175.50	10.05	10.45	150	51	2"	0.11
7	H	I	55.11	0.1365	0.1000	0.0365	0.1183	0.01	185.95	185.95	175.50	174.90	10.45	11.05	150	51	2"	0.06
8	A	G	453.54	1.0737	0.7732	0.3005	0.9234	2.18	186.24	184.06	175.50	175.60	10.74	8.46	150	51	2"	0.45
9	G	H	125.72	0.1833	0.1000	0.0833	0.1417	0.02	184.06	184.04	175.60	175.50	8.46	8.54	150	51	2"	0.07
11	G	J	79.45	0.5899	0.5372	0.0526	0.5635	0.64	184.06	183.42	175.60	176.00	8.46	7.42	150	38	1.5"	0.50
12	J	K	222.24	0.2473	0.1000	0.1473	0.1736	0.20	183.42	183.21	176.00	177.04	7.42	6.17	150	38	1.5"	0.15
13	J	L	97.86	0.2899	0.2251	0.0648	0.2575	0.19	183.42	183.23	176.00	176.20	7.42	7.03	150	38	1.5"	0.23
14	L	M	188.77	0.2251	0.1000	0.1251	0.1625	0.15	183.23	183.08	176.20	175.70	7.03	7.38	150	38	1.5"	0.14
				Σ = 1,852.86	→Qmh =		1.8278											
						1.8278												

Fuente: Elaboración propia (2023)

Resultado 05: Respondiendo al quinto objetivo específico:

“Determinar la condición sanitaria de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2023”.

- a) “El cuestionario empleado fue ¿Usted cree que, al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la cantidad del agua?”

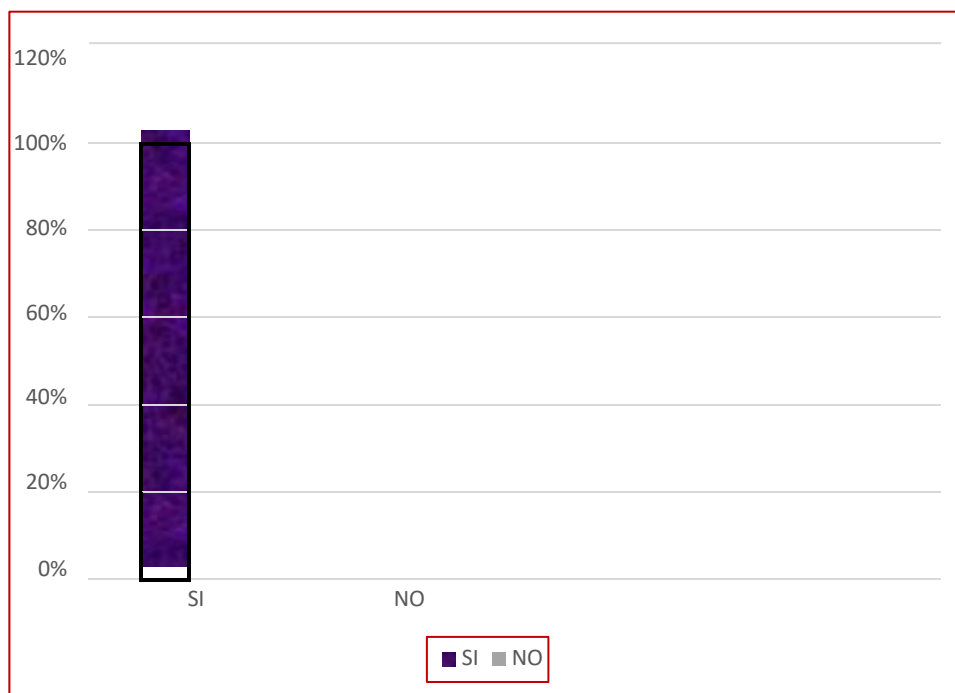


Grafico 01. Cantidad de agua potable.

- b) “Dando respuesta a la Interrogancia ¿Usted cree que, al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa, distrito de Yarinacocha, provincia de coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la cobertura del agua?”



Grafico 02. Cobertura de agua.

- c) “Dando respuesta a la interrogancia ¿Usted cree que, al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la continuidad del agua?”



Grafico 03. Continuidad de agua.

d) “Dando respuesta a la interrogancia ¿Usted cree que, al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la calidad del agua?”

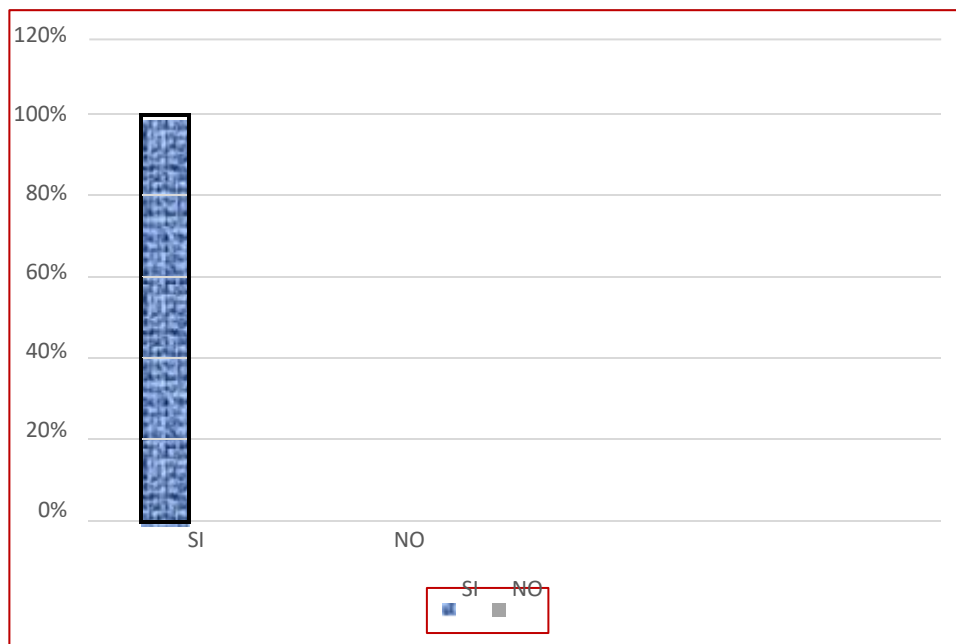


Grafico 04. Calidad de agua.

5.2 Análisis de resultados

- ✓ “En la tabla 03, nos indica el resultado del sistema de abastecimiento SA-03, aplicando, la RM-192-Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el cual comprende en la captación subterránea, línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción, red de distribución y conexiones domiciliarias”.
- ✓ “En la tabla 04, nos indica la recolección de datos para el diseño, donde en la actualidad hay 63 viviendas, teniendo una densidad poblacional 3.24 hab/viv, donde el periodo de diseño es 20 años, con una dotación de agua conexión 100 lts/hab/día, la tasa de crecimiento 8.00 % y la población actual en el año 2023 es 204 hab. La población futura en el año 2043 será de 530 hab y el número de viviendas en el año 2043 será de 164 viv”.
- ✓ “En la tabla 05, nos indica el diseño del cálculo del reservorio, donde el caudal promedio es de 0.61 lps, donde el consumo máximo diario es de 0.79 lps, el caudal máximo horario será de 1.22 lps, donde el caudal de bombeo es 5.51 lps, el volumen de regulación 13.65 m³, el volumen de reserva 3.41 m³, el volumen de almacenamiento de 17.06 m³, adoptándose un volumen cumpliendo la RM-192-2018-MVCS es de 10 m³”.
- ✓ “En la tabla 06, nos indica el diseño de la línea de impulsión, donde la longitud total del tramo es de 11.30 m, el caudal máximo diario 0.79 l/seg., el tiempo de funcionamiento de la bomba 3.44 horas, el caudal de bombeo 5.51 l/seg, la velocidad de impulsión 1.50 m/seg, la tubería de impulsión 2 pulg, el pie de tanque velocidad 2.72 m/seg, la gradiente hidráulico 0.13 m/m, la perdida de carga por fricción 3.05 m, la perdida de carga de accesorios 0.38

m, la pérdida de carga total 12.74 m, la altura dinámica 38.70 m. y la potencia de equipo de bombeo 2HP”.

✓ “En la **tabla 07**, nos indica el diseño de la línea de aducción, el caudal promedio 0.61 lps, el caudal máximo diario 0.80 lps, el caudal máximo horario 1.23 lps, el caudal unitario 0.00066 lps”.

✓ “En la **gráfica 01**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, SI mejora la cantidad del agua”.

“En la **gráfica 02**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, SI mejora la cobertura del agua”.

En la **gráfica 03**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, SI mejora la continuidad del agua.

✓ En la **gráfica 04**, nos dio como resultado que al realizarse el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, SI mejora la calidad del agua.

VI. Conclusiones

Se Se concluye con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, donde:

1. “Se concluye con un sistema de abastecimiento 03, aplicando la RM-192- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, donde se contará con una captación subterránea, línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción y red de distribución”.
2. “Se concluye en el diseño de un pozo tubular con una profundidad de 100 metros, con una sección de diámetro de 6 pulg, el cual estará entubado con tubería de PVC SAP CLASE 10 de un diámetro de 6 pulg, al inicio del fondo en una longitud de 20 metros de perforación del pozo será de un diámetro de 6 pulg, ya que contará con un filtro de diámetro de grava de $\frac{1}{4}$ pulg y $\frac{3}{4}$ pulg. El volumen de almacenamiento del reservorio será de 10 m³, donde esta será abastecida mediante la línea de impulsión desde el pozo tubular hacia el reservorio con una tubería de un diámetro de 2 pulg, la línea de aduccion será de tubería de PVC CLASE 10 de un diámetro de 2 pulg y un rebose de tubería de PVC CLASE 10 de un diámetro de 3 pulg, se concluye con el diseño de tubería PVC SAP C-10 de diámetro 2 plg y 1 $\frac{1}{2}$ plg, las redes de distribución, según los tramos detallados en los planos de la tesis, se concluye con las 53 conexiones domiciliarias con tuberías de PVC – CLASE 10 de diámetro de $\frac{1}{2}$ plg, esta tubería se empalmará a la red matriz de agua potable \varnothing 1 $\frac{1}{2}$ plg, de acuerdo a los circuitos de diseño indicados en los planos de la tesis”.
3. “Se determina que la condición sanitaria de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, es precaria, donde no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua

potable, dado que en la actualidad la población consume agua de un pozo excavado existente, el cual no tiene ningún tratamiento, por lo que es necesario el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la condición sanitaria de la población de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, donde cumplirá con cantidad, cobertura, continuidad y calidad de agua”.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

1. “Se recomienda tomar el presente proyecto de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para que las autoridades tomen como dato o referencia para ejecutar algún proyecto dentro de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, considerando la aplicación de las normativas vigentes de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales”.
2. “Utilizar accesorios de válvulas de purga para realizar de manera permanente el mantenimiento de los tramos y componentes hidráulicos del diseño, dado que genera que su periodo de diseño de cumpla de manera óptima”.
3. “Se recomienda a la población de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, realizar las gestiones pertinentes para contar con un sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la condición sanitaria de la población y mejorar su calidad de vida”.

Referencias bibliográficas

- (1) Banco Mundial. Programa general. [seriado en línea] 2021, disponible en:
<https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview#:~:text=Unos%202200%20millones%20de%20personas,b%C3%A1sicas%20para%20lavarse%20las%20manos.>
- (2) Guaman J. Diseño del sistema para el abastecimiento del agua potable de la comunidad Mangacuzana, Cantón Cañar, provincia de Cañar, tesis para optar el título profesional de ingeniero. Chimbote: Universidad Nacional de Chimborazo; 2017 [citado 10 de agosto de 2022]. Disponible en:
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3546>
- (3) Becerra W, Placencia O. Proyecto de diseño de las diferentes estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Pampas de San Juan Pueblo de Conache del distrito de Ladero, provincia de trujillo, La libertad - 2019. Tesis para obtener el título. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad; 2019.
- (4) Montalvo Rediseño del sistema de agua potable del Barrio Cashapamba desde el tanque de reserva Cashapamba hasta el tanque de reserva Dolores Vega, ubicado en la parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha. 2018;(Figura 1):242. Available from:
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/14137>
- (5) Bayona J. Diseño del sistema de saneamiento básico para mejorar la calidad de vida de las localidades de Chirapa y Pacchilla, San Martín, 2018 [Internet]. Repositorio.ucv: 2019. [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en:
<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/36347>

- (6) Paima K. Diseño de un sistema de abastecimiento para agua potable mediante la captación del manantial de fondo concentrado, San Juan de Pumayacu, Yurimaguas -2018 [Internet]. Repositorio.ucv: 2018. [Consultado 2021 enero12]. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30724>
- (7) Baron H. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Las Playas, distrito de Calamarca, provincia de Julcan, región La Libertad y su incidencia en la condición sanitaria de la población. [Internet]. Repositorio. Uladech: 2021. [Consultado 2021 Agosto12]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/21872>
- (8) Avendaño K. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío San Lorenzo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – año 2019[tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Ucayali: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/15620>
- (9) Alvarado K. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Nuevo San Martín, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año 2019 [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Ucayali: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13032/15773>
- (10) Flores M. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Masaray, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año 2019 [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil] Ucayali: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2019. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.13032/15966>

- (11) Servicio de agua potable y alcantarillado de Arequipa. Estudio de la población, demanda, oferta y balance [Internet]. Sedapar: 2017 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en:
<https://www.sedapar.com.pe/wp-content/uploads/2018/02/8.CALCULO-DE-LA-DEMANDA-1.pdf>
- (12) Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento [internet]. Aneas: 2016 [consultado 2021 enero 12]. Disponible en:
<http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15- Libro4.pdf>
- (13) Gonzales M, Saldarriaga G, Jaramillo O. Estimación de la demanda de agua conceptualización y dimensionamiento de la demanda [Internet]. documentación. ideam: 2010 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en:
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/021888/CAP5.pdf>
- (14) Ministerio de Economía y Finanzas. Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales [Internet]. mef.gob: 2016 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en:
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/aneamiento/_3_Parametros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_sanea_miento_CC_PP_rurales.pdf
- (15) Chavez J, Lopez H. Estudio de la fuente de abastecimiento de agua potable del c.p.m campo nuevo, distrito de guadalupito, provincia virú, departamento la libertad [Internet]. repositorio.uns: 2015 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en:

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2701/42969.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- (16) Biblioteca Científica Electrónica en Línea. Calidad del agua y desarrollo sostenible [Internet]. Scielo.org: 2018 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172646342018000200019
- (17) Convenio sobre la diversidad biológica. Agua potable, diversidad biológica y desarrollo [Internet]. cbd: 2010 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: <https://www.cbd.int/development/doc/cbd-good-practice-guide-water-booklet-web-es.pdf>
- (18) Cardenas D, Patiño F. Estudio y diseño definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de tutucan, canton, Paute, provincia de Azuay [Internet]. dspace.ucuenca: 2010 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- (19) Organización comunitaria prestadora de servicios de agua y saneamiento en América Latina. Operación y mantenimiento de sistema de agua potable [Internet]. sswm: 2012 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CARE-AVINA%202012.%20Operaci%C3%B3n%20y%20mantenimiento%20de%20sistemas%20de%20agua.pdf
- (20) Jimenez J. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario [Internet]. uv: 2013 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

- (21) Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades sistema de agua potable [Internet]. siapa.gob: 2014 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_2._sistemas_de_agua_potable-1a._parte.pdf
- (22) Dorado R. Línea de aducción y redes de agua potable [Internet]. 16 de Enero.2014 [Consultado 2021 enero 12]. p. 15. Disponible en: https://www.academia.edu/15727160/ADUCCION_Y_REDES_DE_AGUA_POTABLE
- (23) Iglesias M. Características de la red de distribución de agua potable [Internet]. aedic: 2016 [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: <https://www.eadic.com/caracteristicas-de-la-red-de-distribucion-de-agua-potable/>
- (24) García E. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. 2009;73. [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GARCIA2009.Manual_de_proyectos_de_agua_potable_en_poblaciones_rurales.pdf
- (25) Reto R. Líneas de Conducción (Informe). 12 Mayo [Internet]. 2011;1–8. [Consultado 2021 enero 12]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/55239266/Lineas-de-Conduccion-Informe>

Anexos

Anexo 1. Instrumento de recolección de datos

FICHA 01	TITULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2023.				
	TESISTA	BACHILLER. VARELA ENRIQUEZ SAMUEL			 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	
	ASESOR	MS. LEÓN DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL				
	LUGAR	COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA				
	DISEÑO	AGUA SUBTERRANEA – POZO TUBULAR - BOMBEO				
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD		DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CAUDAL MAXIMO DIARIO	0.31	l/seg		GRADIENTE HIDRAULICA	0.037	m/m
TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DEL ESQUIPO DE BOMBEO	2.79	Hrs		PERDIDA DE CARGA POR FRICCION EN LAS TUBERIAS DE IMPULSION	3.20	m
CAUDAL DE BOMBEO	2.79	l/seg		PERDIDA DE CARGA TOTAL	3.58	m
VELOCIDAD DE TUBERIA DE IMPULSION	1.50	m/seg		ALTURA DINAMICA	29.54	m
DIAMETRO DE TUBERIA DE IMPULSION	2	Pulg		POTENCIA DE EQUIPO DE BOMBEO	2	HP
VELOCIDAD CORREGIDA	1.38	m/seg		POTENCIA DE MOTOR DEL EQUIPO DE BOMBEO	6	HP

FICHA 02	TITULO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2023.					
	TESISTA	BACHILLER. VARELA ENRIQUEZ SAMUEL			 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE		
	ASESOR	MS. LEÓN DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL					
	LUGAR	COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA					
	DISEÑO	LINEA DE ADUCCION					
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD		DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
Q DISEÑO		0.63	lps		COEFICIENTE DE H-W	150	pie/seg
COTA DE TERRENO		176.00	msnm		GRADIENTE HIDRAULICO	2.30	%
LONGITUD TOTAL DE LA LINEA DE ADUCCION		21.1	m		PERDIDA DE CARGA TOTAL	0.08	m
VELOCIDAD DE LA LINEA DE ADUCCION		0.80	m/s		COTA DE TERRENO A (INICIO DE LA RED DISTRIBUCION)	175.5	msnm
DIAMETRO DE CALCULO		1.28	pulg		COTA PIEZOMETRICA EN EL INICIO DE RED	186.42	msnm
DIAMETRO COMERCIAL ASUMIDO		2	pulg		CARGA DISPONIBLE A INICIO DE LA RED	10.92	m

**FICHA
03**

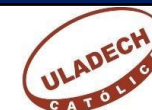
TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACOCHA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2023.

TESISTA BACHILLER. VARELA ENRIQUEZ SAMUEL

ASESOR MS. LEÓN DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL


LUGAR COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA

DISEÑO **DISEÑO DEL RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO**



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CAUDAL DE CONSUMO MAX. DIARIO	0.31	lps
CAUDAL MAXIMO HORARIO	0.41	lps
CAUDAL DE BOMBEO	2.79	lps
VOLUMEN DE REGULACION 20 % QMD	6.91	m3
VOLUMEN DE RESERVA 25 % REGULACION	1.73	m3
VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO PROYECTADO	8.64	m3
VOLUMEN DE DISEÑO REDONDEADO SEGÚN RM. 192-2018	10	m3

TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA EN LA POBLACIÓN – 2023.		 UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	
TESISTA:	BACH. VARELA ENRIQUEZ SAMUEL	FECHA:	20/02/2023
ASESOR:	MS. LÉON DE LOS RÍOS GONZALO MIGUEL	PROVINCIA:	CORONEL PORTILLO
LUGAR:	C.N. SANTA TERESITA	REGIÓN:	UCAYALI
DISTRITO	YARINACocha	CUESTIONARIO:	01
MARCAR CON UNA (X) SI LA RESPUESTA			
PREGUNTAS		SI	NO
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la cantidad del agua?		X	
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la cobertura del agua?		X	
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la continuidad del agua?		X	
¿Usted cree que al realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorará la calidad del agua?		X	
OBSERVACIONES O SUBGERENCIAS: Las condiciones actuales de la población de la comunidad nativa son de manera insalubre considerando que no cuenta con un sistema de saneamiento básico.			

Anexo 2. Consentimiento informado



PROTOCOLO DE ASENTIMIENTO INFORMADO

Mi nombre es **Samuel Varela Enriquez** y estoy haciendo mi investigación, la participación de cada uno de ustedes es voluntaria.

A continuación, te presento unos puntos importantes que debes saber antes de aceptar ayudarme:

- Tu participación es totalmente voluntaria. Si en algún momento ya no quieres seguir participando, puedes decírmelo y volverás a tus actividades.
- La conversación que tendremos será de 5 minutos máximos.
- En la investigación no se usará tu nombre, por lo que tu identidad será anónima.
- Tus padres ya han sido informados sobre mi investigación y están de acuerdo con que participes si tú también lo deseas.

Te pido que marques con un aspa (x) en el siguiente enunciado según tu interés o no de participar en mi investigación.

¿Quiero participar en la investigación de Diseño del Sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Teresita, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población - 2023?	Sí	No
--	---------------	----

Fecha: 23/01/2023

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION - 2023**, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. El propósito de la investigación es: Mejorar la condición sanitaria de la población de la comunidad nativa Santa Teresita de Cashibo.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 5 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través de Número de celular: 973920361. Si desea, también podrá escribir al correo svevarela@hotmail.com para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: Samuel Varela Enriquez

Fecha: 23 / 01 / 2023

Correo electrónico: _____

Firma del participante: _____

Firma del investigador (o encargado de recoger información): _____

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por **Samuel Varela Enriquez** católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA, DISTRITO DE YARINACOA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGION UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICION SANITARIA DE LA POBLACION – 2023.**

- La entrevista durará aproximadamente 5 minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico svevarela@hotmail.com o al número 973920361 Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al correo electrónico division_personal@uladech.edu.pe

Complete la siguiente información en caso desee participar:

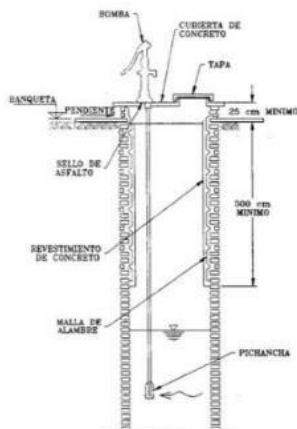
Nombre completo:	
Firma del participante:	
Firma del investigador:	

Anexo 3. Norma Técnica de Diseño.

2.8. POZOS

Se realizan para la captación de agua subterránea a una gran profundidad.

Ilustración N° 03.30. Pozo con Bomba manual



Tipologías

Pueden ser:

- Pozos someros:
 - Excavados
 - Perforados
- Pozos Profundos
 - Perforados manualmente
 - Perforados con maquinaria

Criterios de diseño.

- La ubicación de los pozos y su diseño preliminar se determinan como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico. En la ubicación no sólo se considera las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/ o proyectados para evitar problemas de interferencias.
- Se diseña el número de pozos necesarios para el sistema de acuerdo con el caudal de diseño, y se ubican sin causar interferencias a otros pozos existentes, y preferiblemente en zonas no inundables.
- Para obtener el rendimiento de los pozos se deben evaluar los pozos existentes cercanos de la zona (rendimiento, años de producción y variaciones estacionales) o se debe realizar un estudio hidrogeológico para determinar la calidad del agua, el rendimiento del pozo y su variabilidad estacional, la profundidad del manto acuífero y las características del terreno.
- Se deben proteger contra posibles fuentes de contaminación. Las paredes del pozo deben ser de material impermeable hasta una profundidad de 3 m como mínimo, y debe cubrirse con un sello sanitario, que sobresale 0,50 m sobre el piso o sobre el nivel de inundación.
- La distancia mínima entre un pozo de agua destinado para el consumo humano y un sistema de percolación es de 20 m. El pozo se debe ubicar a una cota superior con respecto al sistema de percolación.

Para el diseño de los pozos se debe tomar en consideración los siguientes aspectos:

- Pozos someros, captan agua subsuperficial de acuíferos de poca profundidad, hasta los 30 m.
 - Excavados. Los pozos excavados no requieren de dimensionamiento específico, sin embargo, debe considerarse los siguientes aspectos:
 - Diámetro mínimo de 1,00 metro para permitir la excavación manual.
 - Empleo de anillas de hormigón en caso de terrenos deleznable.
 - El revestimiento del pozo excavado debe ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
 - Se debe profundizar el pozo al menos 2 metros debajo del nivel freático en época de estiaje para permitir la explotación del agua. La profundidad del pozo excavado se determina en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.
 - Perforados. Los pozos perforados someros, no requieren dimensionamiento específico; pueden diseñarse en base a estudios prospectivos iniciales o, en su caso, debe realizarse la perforación directamente hasta alcanzar los niveles freáticos suficientes para la explotación del agua. Pueden ser pozos perforados manual o mecánicamente.
- Pozos profundos, captan agua subterránea a profundidades mayores a los 30 m, dependiendo de las condiciones del acuífero.
 - Perforados manualmente. emplea equipos simples para perforar pozos de pequeño diámetro empleando los métodos de rotación y percusión, en terrenos de baja concentración de material granular. Los pozos perforados manualmente, sólo pueden ser diseñados en su concepción general. Solamente con pruebas en campo puede identificarse la posibilidad o no de perforar con esta tecnología.
 - Perforados con maquinaria. Los pozos perforados con máquina permiten captar aguas subterráneas profundas, y requieren equipos de perforación especiales. Las técnicas de perforado pueden ser de percusión, rotación directa o reversa, inyección y otros. El diseño de los pozos perforados profundos requiere la participación de especialistas en hidrogeología y estudios de prospección de aguas subterráneas con equipos de resonancia electromagnética.
 - Durante la perforación del pozo se debe determinar su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.
 - Los filtros son diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.

Consideraciones específicas.

- En la construcción del pozo somero, se debe considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- Los pozos deben contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo debe sobresalir 0.50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- El menor diámetro del forro de los pozos profundos debe ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.
- La construcción de los pozos se debe hacer en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se consigue con uno o varios métodos de desarrollo.

- Todo pozo, una vez terminada su construcción, debe ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable, durante un periodo de tiempo a determinar en función del informe hidrogeológico, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deben ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.
- Antes del inicio de la prueba se debe medir el nivel estático del agua mediante un tubo instalado en el interior de diámetro ≥ 19 mm. El procedimiento de la prueba de rendimiento consta de las siguientes fases:
 - Bombeo de desarrollo y limpieza: se debe bombear durante 24 horas para limpiar el pozo. El agua descargarse a una distancia mínima de 30 metros al pozo.
 - Prueba de rendimiento o aforo: tras el periodo de recuperación, se debe realizar la extracción en 5 escalones de caudales variables y aproximadamente una hora de duración cada uno. En cada uno de los 5 escalones se debe anotar el aforo y la velocidad. Con los resultados, se elabora la curva de bombeo y se selecciona el caudal explotable, que es empleado en la siguiente fase.
 - Prueba de acuífero: tras el periodo de recuperación, se debe extraer durante 43 horas el caudal explotable, midiéndose el nivel de la napa durante la recuperación, por un periodo mínimo de 24 horas. Los resultados de esta prueba permiten determinar los parámetros hidráulicos del acuífero.
- Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento deben tomarse muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.
- El caudal explotable es el que fije el documento de Autorización de Uso del Agua de la ALA (Autoridad Local del Agua) dependiente del ANA (Autoridad Nacional del Agua).

Memoria de Cálculo

- **Determinación del periodo de bombeo**
Las horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, costo de operación y la disponibilidad de energía. Resulta conveniente que el periodo de bombeo sea de 8 horas diarias, las que serán distribuidas en el mejor horario; en situaciones excepcionales se debe adoptar un periodo mayor, pero como máximo de 12 horas.

$$Q_b = Q_{md} \times \left(\frac{24}{N}\right)$$

Donde:

Q_b : caudal de bombeo (l/s)

Q_{md} : caudal máximo diario (l/s)

N : número de horas de bombeo (h)

- **Carga dinámica o altura manométrica total**
Es el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba.

$$H_b = h_s + h_i$$

Donde:

H_b : altura dinámica o altura de bombeo (m)

h_s = Carga de succión, m.

h_i = Carga de impulsión, m.

- **Carga de succión**

$$H_b = h_s + h_{fs}$$

Donde:

h_s : altura de succión, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior del agua (m)

h_{fs} : pérdida de carga en la succión (m).

- Carga neta de succión positiva

$$NPSH_{\text{disponible}} = H_{\text{atm}} - (H_{\text{vap}} + h_s + h_{fs})$$

Donde:

$NPSH_{\text{disponible}}$: carga neta de succión positiva disponible (m)

H_{atm} : presión atmosférica (m)

H_{vap} : presión de vapor (m)

h_s : altura estática de succión (m)

h_{fs} : pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería (m).

Para evitar el riesgo de la cavitación por presión de succión, se debe cumplir que:

$$NPSH_{\text{disponible}} > NPSH_{\text{requerida}}$$

- Altura dinámica total

$$H_g = H_d + H_s$$

Donde:

H_s : altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior

H_d : altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba

H_g : Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel (altura estática total)

$$H_{dt} = H_g + H_{f_{\text{total}}} + P_s$$

$H_{f_{\text{total}}}$: pérdida de carga (totales)

P_s : presión de llegada al reservorio/planta (se recomienda 2 m)

H_{dt} : altura dinámica total en el sistema de bombeo

Tabla N° 03.18. Valores de abertura de la ranura de tubería
Área de infiltración en cm^2/m

DIAMETRO Y ESPEZOR	PESO / METRO	NUMERO DE RANURA	ABERTURA DE LA RANURA		
			1 mm	2 mm	3 mm
8 5/8 x 3/16	25,2 kg	608	316	608	985
1/4	34,3 kg	608	316	608	985
10 3/4 X 3/16	31,9 kg	752	391	752	1218
1/4	42,8 kg	752	391	752	1218
12 3/4 x 1/4	50,7 kg	912	474	912	1477
5/16	61,7 kg	912	474	912	1477
14 x 1/4	55,7 kg	992	515	992	1607
5/16	69,8 kg	992	515	992	1607
16 x 1/4	64,3 kg	1104	574	1104	1788
5/16	80,9 kg	1104	574	1104	1788
18 x 1/4	72,3 kg	1280	665	1280	2073
5/16	91,5 kg	1280	665	1280	2073
20 x 1/4	80,6 kg	1424	740	1424	2306
5/16	101,9 kg	1424	740	1424	2306
22 x 1/4	68,1 kg	1584	823	1584	2566
5/16	110,8 kg	1584	823	1584	2566
24 x 1/4	96,5 kg	1728	898	1728	2799
5/16	120,9 kg	1728	898	1728	2799

- Cálculo de la línea de impulsión
La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a las fórmulas de Bresse:
Diámetro teórico máximo ($D_{\text{máx}}$):

$$D_{\text{máx}} = 1.3 * \left(\frac{N}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * (\sqrt{Q_b})$$

Diámetro teórico económico (D_{econ}):

$$D_{\text{econ}} = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{\frac{1}{4}} * (Q_b)^{0.45}$$

- Selección del Equipo de Bombeo

$$hf = \frac{1745155.28 * L(Q_b)^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Pérdida de carga por accesorios (h_k)

$$\frac{L}{D} < 4000$$

Aplicamos la siguiente ecuación para el cálculo de la pérdida de carga por accesorio

$$h_k = 25 * \frac{V^2}{2g}$$

- Cálculo de la altura dinámica total:

$$H_{dt} = H_g + H_f \text{ total} + P_s$$

- Cálculo de la potencia a instalar:

$$\text{Pot. Bomba} = \frac{PE * Q_b * H_{dt}}{75 * n}$$

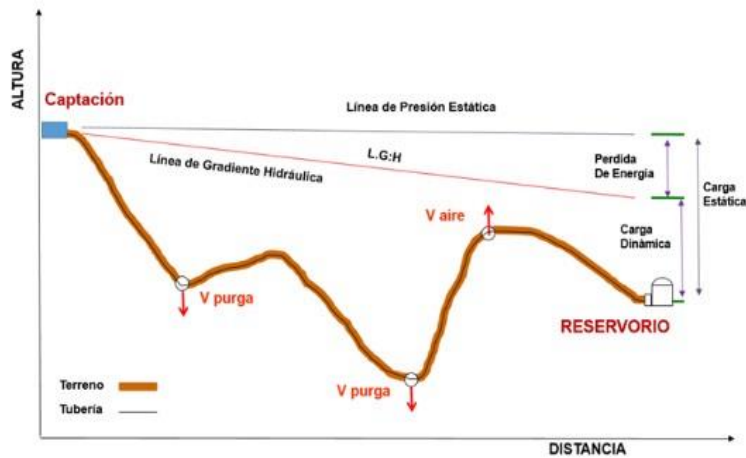
Tabla N° 03.19. Potencias comerciales en motores eléctricos

POTENCIA (hp)	INTERVALO (hp)
5	5-20
7.5	
10	
15	
20	
25	21-50
30	
40	
50	
60	
75	51-125
100	
125	
150	
200	
250	>126
300	
350	
350	

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Es la estructura que permite conducir el agua desde la captación hasta la siguiente estructura, que puede ser un reservorio o planta de tratamiento de agua potable. Este componente se diseña con el caudal máximo diario de agua; y debe considerar: anclajes, válvulas de purga, válvulas de aire, cámaras rompe presión, cruces aéreos, sifones. El material a emplear debe ser PVC; sin embargo, bajo condiciones expuestas, es necesario que la tubería sea de otro material resistente.

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

La Línea de Conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario (Q_{md}), si el suministro fuera discontinuo, se debe diseñar para el caudal máximo horario (Q_{mh}).

La Línea de Aducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Q_{mh}).

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser inferior a 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

✓ Criterios de Diseño

Para las tuberías que trabajan sin presión o como canal, se aplicará la fórmula de Manning, con los coeficientes de rugosidad en función del material de la tubería.

$$v = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * i^{1/2}$$

Donde:

- V : velocidad del fluido en m/s
n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material
- | | |
|---------------------------------------|-------|
| - Hierro fundido dúctil | 0,015 |
| - Cloruro de polivinilo (PVC) | 0,010 |
| - Polietileno de Alta Densidad (PEAD) | 0,010 |

R_h : radio hidráulico
 I : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

Para tuberías de diámetro superior a 50 mm, Hazen-Williams:

$$H_f = 10,674 * [Q^{1,852} / (C^{1,852} * D^{4,86})] * L$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m^3/s

D : diámetro interior en m

C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

- Acero sin costura	C=120
- Acero soldado en espiral	C=100
- Hierro fundido dúctil con revestimiento	C=140
- Hierro galvanizado	C=100
- Polietileno	C=140
- PVC	C=150

L : Longitud del tramo, en m.

Para tuberías de diámetro igual o menor a 50 mm, Fair - Whipple:

$$H_f = 676,745 * [Q^{1,751} / (D^{4,753})] * L$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en l/min

D : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

- Cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), ecuación de Bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + H_f$$

Donde:

Z : cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m

$\frac{P}{\gamma}$: Altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido

V : Velocidad del fluido en m/s

H_f : Pérdida de carga, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

Si como es habitual, $V_1=V_2$ y P_1 está a la presión atmosférica, la expresión se reduce a:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

La presión estática máxima de la tubería no debe ser mayor al 75% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

Se deben calcular las pérdidas de carga localizadas ΔH_i en las piezas especiales y en las válvulas, las cuales se evaluarán mediante la siguiente expresión:

$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

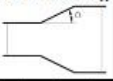

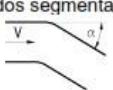

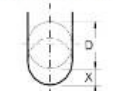
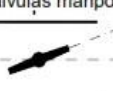
ΔH_i : Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.

K_i : Coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla N° 03.14)

V : Máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s

g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

Tabla N° 03.20. Coeficiente para el cálculo de la pérdida de carga en piezas especiales y válvulas

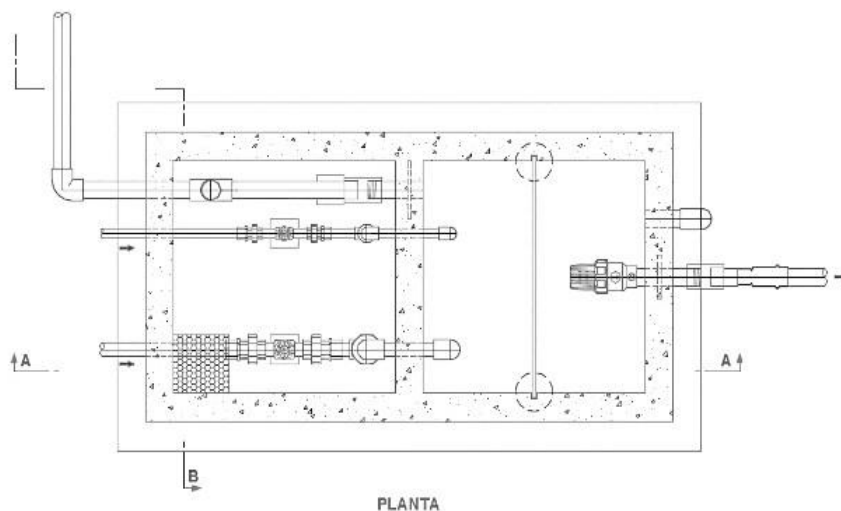
ELEMENTO	COEFICIENTE k_i								
	α	5°	10°	20°	30°	40°	90°		
Ensanchamiento gradual 	k_i	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00		
	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Codos circulares 	K_{90°	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
	$k_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$								
Codos segmentados 	α	20°	40°	60°	80°	90°			
	k_i	0,05	0,20	0,50	0,90	1,15			
Disminución de sección 	S_2/S_1	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8			
	k_i	0,5	0,43	0,32	0,25	0,14			
Otras Entrada a depósito Salida de depósito							$k_i=1,0$		
							$k_i=0,5$		
Válvulas de compuerta 	x/D	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	8/8
	k_i	97	17	5,5	2,1	0,8	0,3	0,07	0,02
Válvulas mariposa 	α	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	
	k_i	0,5	1,5	3,5	10	30	100	500	
Válvulas de globo Totalmente abierta									
	k_i	3							

2.9.1. CÁMARA DE REUNIÓN DE CAUDALES

Se debe considerar lo siguiente:

- ✓ Las cámaras de reunión de caudales se instalan para reunir los caudales de dos (02) captaciones. La estructura será de concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$; Las dimensiones internas de la estructura serán:
 - Cámara húmeda de $0,80 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 0,90 \text{ m}$, con tapa sanitaria metálica de sección $0,8 \text{ m} \times 0,8 \text{ m}$.
 - Cámara seca de $0,80 \text{ m} \times 0,80 \text{ m} \times 0,80 \text{ m}$, con tapa sanitaria metálica de sección $0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$.
- ✓ La tubería del sistema de rebose y purga en su extremo final contará con un dado móvil de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ de $0,30 \times 0,20 \times 0,20$, la cual estará superpuesta en una loza de piedra asentada con concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$. Para la elaboración del concreto se utilizará cemento portland tipo I
- ✓ Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos) y para las tapas metálicas se utilizará pintura esmalte (2 manos).
- ✓ Las tuberías de ingreso a la cámara son de $1''$ y $1 \frac{1}{2}''$ (de cada captación), la tubería de salida de la cámara es de $2''$.

Ilustración N° 03.32. Cámara de reunión de caudales



- ✓ Cálculo Hidráulico
 - ✓ En caso existan varias fuentes de captación de agua, se requiere una estructura para la reunión de los caudales y llevarlas por una sola línea de conducción al reservorio o a la planta de tratamiento de agua potable.
 - ✓ El desnivel entre la cámara de reunión y la captación más alta no debe ser mayor a los 50 m. Sin embargo, en caso fuese mayor a los 50 m, se deberá instalar en la línea de conducción una cámara rompe presión para conducciones.
 - ✓ Se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m}$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - ✓ La altura de la cámara debe calcularse mediante la suma de tres conceptos:
 - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm.
 - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm.
 - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.

- Altura mínima de salida, mínimo 10 cm
- Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm
- Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
- La tubería de entrada a la cámara estará por debajo del nivel del agua, es decir el ingreso es sumergido con el fin evitar turbulencia en el vertedero de salida.
- La tubería de salida debe disponer de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- La cámara debe incluir un aliviadero o rebose.
-
- El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

La fórmula utilizada para los cálculos es la siguiente:

$$Q = C_e \times \frac{8}{15} \times \sqrt{2g} \times \tan \frac{\theta}{2} \times (h_1 + k_h)^{2.5}$$

Donde:

Q : caudal (m³/s)

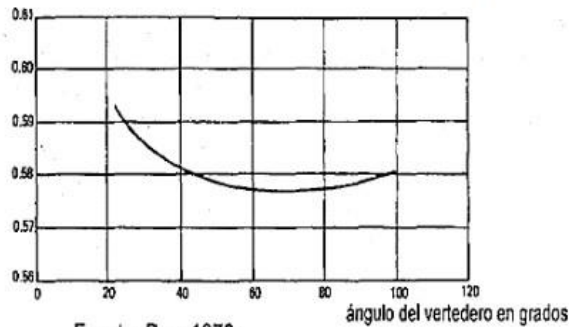
θ : ángulo del vertedero (°)

h₁ : altura del nivel de agua, aguas arriba del vertedero, medido a partir del vértice inferior del triángulo (m)

C_e : Coeficiente en función de θ

k_h : coeficiente en función de θ

Ilustración N° 03.34. Coeficiente de Descarga Ce



Fuente: Bos, 1976

Ilustración N° 03.35. Angulo del Vertedero

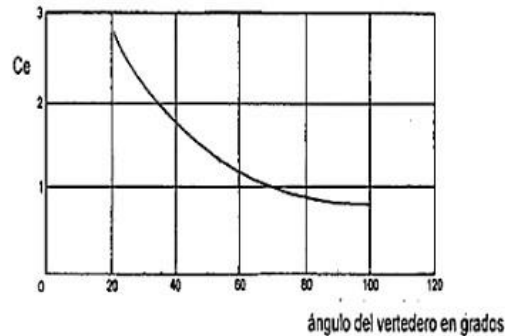


Figura 11: Valor de K_h, función de θ

Fuente: Bos, 1976

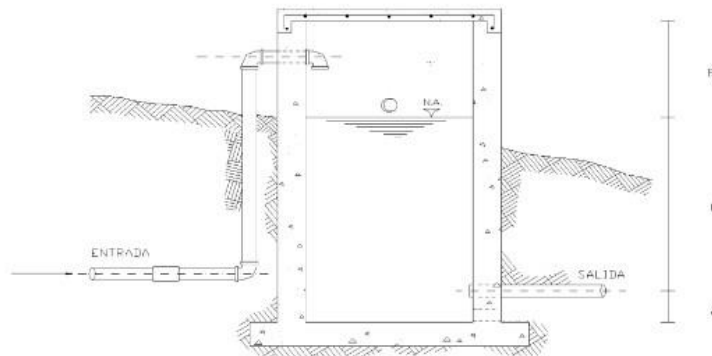
2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

La diferencia de nivel entre la captación y uno o más puntos en la línea de conducción, genera presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería a instalar. Es en estos casos, que se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

Para ello, se recomienda:

- ✓ Una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La altura de la cámara rompe presión se calcula mediante la suma de tres conceptos:
 - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm
 - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm
 - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
- ✓ La tubería de entrada a la cámara estará por encima de nivel del agua.
- ✓ La tubería de salida debe incluir una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara dispondrá de un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara rompe presión será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Ilustración N° 03.36. Cámara rompe presión



- ✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

A : altura mínima (0.10 m)

H : altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir

BL : borde libre (0.40 m)

H_t : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

- ✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

$$H = 1,56 \times \frac{V^2}{2g}$$

Con menor caudal se necesitan menor dimensión de la cámara rompe presión, por lo tanto, la sección de la base debe dar facilidad del proceso constructivo y por la

instalación de accesorios, por lo que se debe considerar una sección interna de 0,60 x 0,60 m.

- ✓ Cálculo de la Canastilla
Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida.

$$D_c = 2D$$

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

$$3D < L < 6D$$

Área de ranuras:

$$A_s = \frac{\pi D_s^2}{4}$$

Área de A_t no debe ser mayor al 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

El número de ranuras resulta:

$$N^{\circ} \text{ ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

- ✓ Rebose
La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams ($C=150$)

$$D = 4,63 \times \frac{Q_{md}^{0,38}}{C^{0,38} \times S^{0,21}}$$

Donde:

- D : diámetro (pulg)
- Qmd : caudal máximo diario (l/s)
- S : pérdida de carga unitaria (m/m)

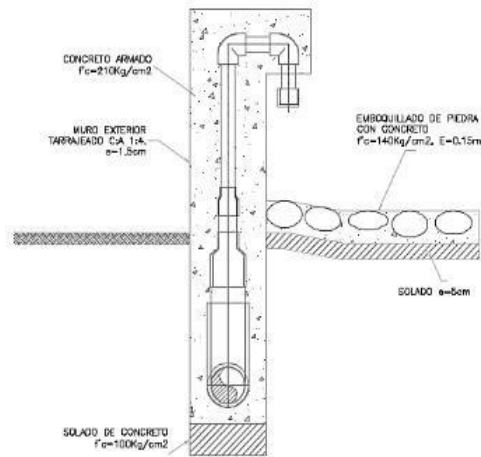
2.9.4. TUBO ROMPE CARGA

Se recomienda:

- ✓ Se debe construir un total de dos (02)²¹ tubos rompe carga. Estos deben ubicarse en lugares estratégicos para reducir las presiones en las líneas de conducción que puedan superar los 50 mca afectando así a la resistencia que tiene la tubería.
- ✓ La estructura será en base a concreto armado con un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, con dimensiones de 1,60 x 0,25 m y 1,2 de altura (0,70 m estará sobre el nivel de terreno), el tipo de cemento a utilizar dependerá de los estudios previos.
- ✓ Por el lado del tubo de ventilación (que funciona como purga) se debe habilitar una losa con el uso de piedra asentada con concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$, con dimensiones de 1,0 m x 0,50 m y 0,10 m de espesor.
- ✓ Para el pintado de la estructura se usará pintura látex (2 manos).
- ✓ Las tuberías de ingreso, salida y de ventilación será de 1", para la cámara de transición se utilizará una tubería de 3".

²¹ La cantidad y necesidad de proyecciones de tubos rompe cargas es responsabilidad del proyectista en función al trazado de la línea y la topografía del terreno.

Ilustración N° 03.37. Tubería Rompe Presión



✓ Cálculo hidráulico

El tubo rompe carga sustituye a la tradicional Cámara Rompe Presión para conducciones, cumpliendo las mismas funciones que de este dispositivo, tiene la ventaja de requerir mínima operación y mantenimiento.

Criterios de diseño

La concepción del tubo rompe carga se sustenta en los siguientes criterios:

- El flujo es permanente y uniforme, de naturaleza turbulento ($Re > 2000$)
- El diámetro de la cámara de disipación de energía es 2 veces que el de la tubería de conducción. La velocidad del agua se reduce a la cuarta parte, pasando el flujo de rápido (supercrítico) a lento (subcrítico) produciéndose un resalto hidráulico.
- El resalto hidráulico se desarrolla en $L = 6.9 (D1 - D2)$, pero por cuestiones constructivas se asume una longitud mínima de la cámara disipadora de 1.25 m.
- Para evitar el deterioro de las instalaciones por la vibración, el dispositivo se emotra con concreto.
- Se ubican a cada 50 m de desnivel
- Instalaciones deben realizarse con tuberías PVC C-10.

Funcionamiento

- El agua ingresa a la cámara de disipación, se produce pérdida de carga e incorporación de aire a la masa líquida a través del tubo de ventilación.
- Cuando aguas abajo se obtura el conducto, el TRC permite evacuar el flujo hacia un cauce seguro; esto evita que la tubería de conducción se cargue por encima de su capacidad admisible y falle.
- Una vez instalado la estructura no necesita ningún tipo de operación y solo requiere del desbroce de maleza y pintado del pedestal.

Recomendaciones:

- El diámetro de la tubería de la cámara de disipación debe ser el triple del diámetro de la tubería de conducción. "La reducción de la presión de ingreso es del orden del 70% en sistemas donde el diámetro es duplicado y del 90% donde el diámetro es triplicado"
- Construcción de un canal de evacuación a un cauce seguro para evitar socavación y deslizamientos de terreno
- Para tramos largos (> 1 km); entre estructuras deben de colocarse válvulas para efectos de refacción de tuberías.

- Este tipo de estructuras se recomienda para diámetros menor igual a 1½". Para diámetros mayores se debe usar la cámara rompe presión para líneas.
- Se recomienda su instalación a 10 metros sobre el nivel del reservorio, con esto se estaría protegiendo a la red de distribución, en caso de que el operador realice un by-pass del ingreso generando sobre presión en la red de distribución.

2.9.5. VÁLVULA DE AIRE

- Son dispositivos hidromecánicos previstos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción, necesarias para garantizar su adecuada explotación y seguridad.
- Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:
 - Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
 - Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
 - Expulsión continua de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).
- Según las funciones que realicen, podemos distinguir los siguientes tipos de válvulas de aireación:
 - Purgadores: Eliminan en continuo las bolsas o burbujas de aire de la conducción.
 - Ventosas bifuncionales: Realizan automáticamente la evacuación/admisión de aire.
 - Ventosas trifuncionales: Realizan automáticamente las tres funciones señaladas.
- Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101 1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las ventosas:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - Tipo: De triple, doble o simple función y de cuerpo simple o doble.
 - Instalación: Embrizada sobre una derivación vertical con válvula de aislamiento.
- Para el correcto dimensionamiento de purgadores y ventosas se debe tener en cuenta las especificaciones técnicas del fabricante y las características propias de la instalación: longitud, presión y volumen de aire a evacuar. Con carácter general, salvo circunstancias especiales que aconsejen o requieran de la adopción de otra solución distinta, para cubrir las funciones de aireación requeridas en las conducciones, aducciones e impulsiones, se deben instalar válvulas de aire (ventosas de tipo bifuncional o trifuncional), principalmente en aquellas zonas de difícil acceso para operaciones de mantenimiento y operación.
- Se deben disponer válvulas de aire/purgas en los siguientes puntos de la línea de agua:
 - Puntos altos relativos de cada tramo de la línea de agua, para expulsar aire mientras la instalación se está llenando y durante el funcionamiento normal de la instalación, así como admitir aire durante el vaciado.
 - Cambios marcados de pendiente, aunque no correspondan a puntos altos relativos.
 - Al principio y al final de tramos horizontales o con poca pendiente y en intervalos de 400 a 800 m.
 - Aguas arriba de caudalímetros para evitar imprecisiones de medición causadas por aire atrapado.
 - En la descarga de una bomba, para la admisión y expulsión de aire en la tubería de impulsión.
 - Aguas arriba de una válvula de retención en instalaciones con bombas sumergidas, pozos profundos y bombas verticales.
 - En el punto más elevado de un sifón para la expulsión de aire, aunque debe ir equipada con un dispositivo de comprobación de vacío que impida la admisión de aire en la tubería.

- A la salida de los reservorios por gravedad, después de la válvula de interrupción. Los tipos de válvulas de aire son:

- ✓ **Válvula de aire manual**

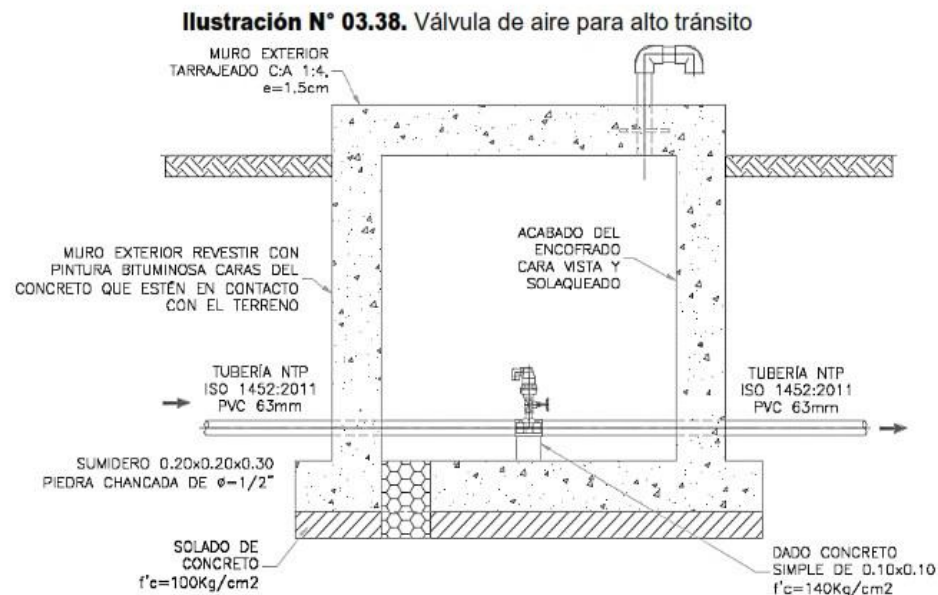
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

- ✓ **Válvula de aire automática**

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas).

El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.



- ✓ **Memoria de cálculo hidráulico**

- ✓ **Válvula de aire manual**

✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva, como para permitir el alojamiento de los elementos.

✓ La estructura será de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

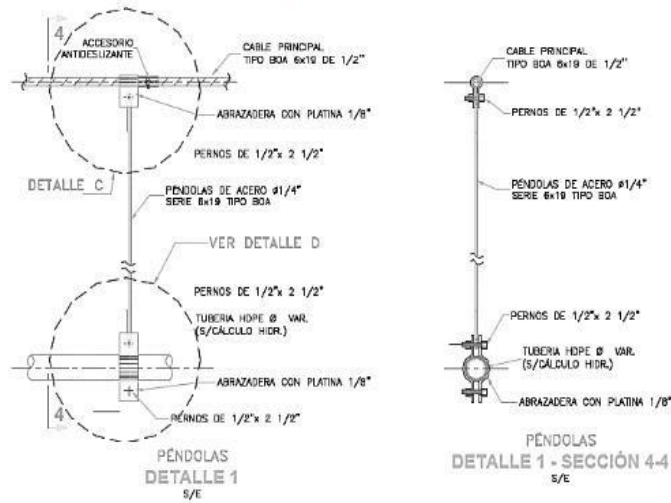
- ✓ **Válvula de aire automática**

✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

Esta estructura está diseñada para soportar todo el peso de la tubería llena y el mismo sistema estructural, en distancias de 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 25 m, 30 m, 50 m, 75 m y 100 m.

El consultor, en base al diseño de su proyecto debe seleccionar el diseño de pase aéreo que más sea compatible con su caso, sin embargo, de necesitar algún modelo no incluido dentro de los modelos desarrollados, podrá desarrollar su propio diseño, tomando de referencia los modelos incluidos, para ello el ingeniero supervisor debe verificar dicho diseño.

Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo



2.10. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

Las unidades de la PTAP que deben diseñarse deben ser seleccionadas de acuerdo con las características del cuerpo de agua de donde se captará el agua cruda, tal como indica la tabla siguiente:

Tabla N° 03.21. Selección del proceso de tratamiento del agua para consumo humano

ALTERNATIVAS	LÍMITES DE CALIDAD DEL AGUA CRUDA	
	80% DEL TIEMPO	ESPORADICAMENTE
Filtro lento (F.L.) solamente	$T_0 \leq 20$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 100$ UT
F.L.+ prefiltrado de grava (P.G.)	$T_0 \leq 60$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 150$ UT
F.L.+ P.G.+ sedimentador (S)	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 500$ UT
F.L.+ P.G.+ S+ presedimentador	$T_0 \leq 200$ UT $C_0 \leq 40$ UC	$T_0 \text{ Max} \leq 1000$ UT

T_0 : turbiedad del agua cruda presente el 80% del tiempo.

C_0 : color del agua cruda presente el 80% del tiempo

$T_{0\text{Max}}$: turbiedad máxima del agua cruda, considerando que este valor se presenta por lapsos cortos de minutos u horas en alguna eventualidad climática o natural.

Cualquiera de las 04 alternativas señaladas anteriormente puede ser complementada por un desarenador si esta contiene arenas. Adicionalmente, y en forma obligatoria, se deberá incluir Cerco Perimétrico y Lechos de secado de lodos.

Unidades de Tratamiento

a. Desarenador

Cuya función es la de separar del agua captada las arenas y partículas gruesas en suspensión, para evitar que se deposite en la tubería de conducción y así evitar la sobrecarga de arena en los procesos posteriores de tratamiento. El desarenado normalmente remueve partículas en suspensión gruesa y arena, con tamaños superiores a 0,2 mm.

b. Sedimentador

Se debe incluir este componente cuando se compruebe que, mediante una prueba de sedimentación natural, se llega a remover la turbiedad por sólidos suspendidos y cuyo efluente resulte con alrededor de 50 UNT. Un sedimentador puede remover partículas en suspensión gruesa y arena, inferiores a 0,2 mm y superiores a 0,05 mm. En la tabla siguiente se muestra los parámetros de diseños para un sedimentador.

Tabla N° 03.22. Criterios de diseño

N°	PARÁMETROS	UNIDADES	VALORES OBTENIDOS	ÓPTIMOS
1	Tasa de sedimentación (qs)	$m^3/m^2.d$	2,79 a 7,30	2 -10
2	Periodo de retención (T_0)	horas	7,76 a 3,30	3 a 6
3	Tasa de recolección agua sedimentada (qr)	l/s.m	0,15 a 0,45	1,3 a 3,0

En todos los casos los diseños propuestos deben cumplir con las relaciones de largo/ancho de la zona de sedimentación $3 < L/B < 6$ y con la relación de largo/alto de la zona de sedimentación $5 < L/H < 20$.

c. Aireación

Proceso mediante el cual el agua es puesta en contacto íntimo con el aire, con el propósito de:

- Transferir oxígeno al agua para aumentar el OD
- Disminuir la concentración de CO₂
- Disminuir la concentración de H₂S
- Remover gases como metano, cloro y amoníaco
- Oxidar hierro y manganeso
- Remover compuestos orgánicos volátiles
- Remover sustancias volátiles productoras de olores y sabores.

Criterios para su instalación

- ✓ Componente que debe ser incluido cuando no exista la posibilidad de usar otra fuente que no sea aguas subterráneas y la calidad del agua presente Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) hasta 1,5 mg/l de Fe+Mn, podrá ser tratada.
- ✓ En caso excepcional se ha considerado la siguiente configuración:
 - PTAP con aireador + sedimentador + filtro lento.
- ✓ Si la concentración de Hierro (Fe) y Manganeso (Mn) fuera superior a 1,5 mg/l de Fe+Mn, la fuente deberá descartarse.
- ✓ Tanto para las aguas superficiales como subterráneas, se debe verificar que una vez potabilizadas cumplan con los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano aprobados por el Decreto Supremo N° 031-2010-SA y la normatividad vigente.

d. Prefiltro de grava

Es utilizado para disminuir la carga de material en suspensión antes de la filtración lenta en arena.

Los prefiltros como unidades independientes pueden asumir dos funciones:

- ✓ Como proceso de remoción exclusivamente físico para atenuar altas turbiedades. En este caso operan con velocidades altas y carreras cortas.
- ✓ Como proceso físico y biológico, como único tratamiento para aguas relativamente claras. En este caso la unidad opera con velocidades bajas y carreras largas.

Criterios de diseño

- ✓ Se pueden tratar turbiedades medias de 100 a 400 UNT con límites máximos de 500 a 600 UNT.
- ✓ En todos los casos la altura de la grava es de 50 cm.
- ✓ La graduación del tamaño de la grava en cada cámara es la siguiente
 - Cámara 1, grava de 3,0 a 4,0 cm
 - Cámara 2, grava de 1,5 a 3,0 cm
 - Cámara 3, grava de 1,0 a 1,5
- ✓ Cuando el objetivo de la unidad es actuar como proceso de remoción de turbiedad antes de un filtro lento, las velocidades de diseño de las cámaras varían entre 1,00 y 0,60 m/h.
- ✓ Cuando el objetivo es físico y biológico las velocidades deben variar entre 0,80 y 0,10 m/h.

e. Filtro lento de arena

La filtración lenta en arena es el tipo tratamiento del agua más antiguo y eficiente utilizado por la humanidad, además de ser muy fácil de operar y mantener. Simula el proceso de purificación del agua que se da en la naturaleza, al atravesar el agua de

lluvia las capas de la corteza terrestre, hasta encontrar los acuíferos o ríos subterráneos.

Criterios de diseño

- ✓ Los criterios de diseño respecto a la calidad de agua cruda se pueden observar en la tabla N° 03.18. La unidad de filtración lenta consta principalmente de un medio filtrante dispuesto sobre un lecho de soporte, el cual a su vez se sitúa sobre un drenaje que está compuesto por dos capas de ladrillos tipo King Kong formando los canales del drenaje de 0,20 m de ancho por 0,15 m de alto. Los ladrillos de la capa inferior se deben asentar con mortero, los ladrillos que cubren los canales se colocan dejando 2 cm de separación, para que así el agua pueda percolar.
- ✓ Sobre el drenaje se consideran tres capas de grava de diferentes tamaños, con una altura total de 0,20 m.

Tabla N° 03.23. Especificación de la capa soporte de grava

N°	TAMAÑO DE LA GRAVA (mm)	ALTURA DE LA CAPA (m)
1	1,5 - 0,40	0,05
2	4,0 - 15,0	0,05
3	10,0 - 40,0	10,0

- ✓ Sobre la capa soporte se considera un lecho filtrante de arena de 0,80 m de alto. Las especificaciones para la arena se pueden ver en la tabla 4.

Tabla N° 03.24. Especificaciones para la arena

N°	PARÁMETROS	RECOMENDACIÓN
1	Tamaño efectivo (mm)	0,20 a 0,30
2	Coefficiente de uniformidad	1,8 a 2,0
3	Espesor del lecho (m)	0,80

- ✓ Sobre la capa de arena se considera una altura de agua máxima de 1,0 m de altura. Esta altura máxima se controla con un aliviadero que descarga en la estructura de salida.

f. Lecho de secado

En el caso de una PTAP de Filtración Lenta (PFL), las unidades productoras de lodos son los sedimentadores, prefiltros y la unidad de lavado de arena. En las celdas de secado se trata de separar la parte líquida de la sólida, para disponer el efluente líquido a un curso de agua o sistema de alcantarillado y los sólidos secos para ser usados con fines agrícolas o de construcción.

Criterios de diseño

- ✓ Se debe tener en cuenta la cantidad de lodos producidos en cada componente de la PTAP, incluyendo los datos históricos de precipitación y evaporación de la zona.
- ✓ Las unidades efluentes productoras son los sedimentadores, prefiltros y los filtros lentos del sistema de tratamiento a través de la unidad de lavado de arena.
- ✓ La consideración de esta unidad dentro del sistema de tratamiento es imprescindible.

g. Cerco perimétrico

La función del cerco perimétrico es la de satisfacer la carencia de condiciones de seguridad, con la finalidad de evitar el deterioro de las estructuras que componen la planta de tratamiento de agua potable.

h. Obras Exteriores

Respecto a las obras adicionales al sistema de tratamiento, se debe considerar el diseño de infraestructura para las oficinas y los servicios higiénicos, así como también la red de agua y alcantarillado interna de la planta de tratamiento.

2.10.1. DESARENADOR

Los componentes del desarenador serían los siguientes:

Zona de entrada

Tiene como función, conseguir una distribución uniforme de la velocidad y de las líneas de flujo dentro de la unidad. Se consideran al final de la transición dos compuertas metálicas, para alternar el paso del flujo a las unidades de desarenación en paralelo, durante la operación de limpieza de una de ellas.

Zona de desarenación

Parte principal del sistema, consiste en un canal en el cual se realiza el depósito de las partículas de arena. Para una mejor operación se consideran dos (02) unidades.

Zona de salida

Conformada por dos vertederos de rebose que recolectan el agua que rebosa de las unidades de desarenación, luego de que la arena y partículas similares han decantado en el fondo.

Zona de depósito y eliminación de la arena sedimentada

La arena se descarga a través de una válvula hacia una trampa de arena. La arena quedará retenida en ella y el efluente descargará al desagüe de la planta.

✓ Cálculo hidráulico

Para el cálculo del desarenador se ha de tomar el caudal máximo diario (Q_{md}). A continuación, se muestran los criterios para obtener el caudal de diseño de la unidad

Tabla N° 03.25. Consideraciones iniciales de diseño

DATOS DE DISEÑO		RESULTADOS	
Caudal promedio (l/s)	Q_p	Población x Dotación	1,15
Caudal máximo diario (l/s)	Q_{md}	$Q_p \times k_1$	1,50
Caudal máximo horario (l/s)	Q_{mh}	$Q_p \times k_2$	2,30

Donde:

k_1 : 1,3

k_2 : 2,0

Las dimensiones del canal desarenador se calcularán respetando que se cumpla la velocidad horizontal del agua a través de la sección transversal de la unidad y la velocidad de sedimentación de la arena, de acuerdo con la tabla siguiente:

- Para el cálculo de la sección transversal máxima (m^2)

$$A_{max} = \frac{Q_{mh}}{V_n \times 1000}$$

Donde:

V_n : velocidad horizontal (m/s)

Q_{mh} : caudal máximo horario (l/s)

- Para el cálculo de la altura máxima (m)

$$H_{\max} = \frac{A_{\max}}{B}$$

Donde:

A_{\max} : sección transversal máxima (m²)

B : ancho mínimo (m)

- Para el cálculo del área superficial útil (m)

$$A_s = Q_{mh} \times \frac{3,60}{q_s}$$

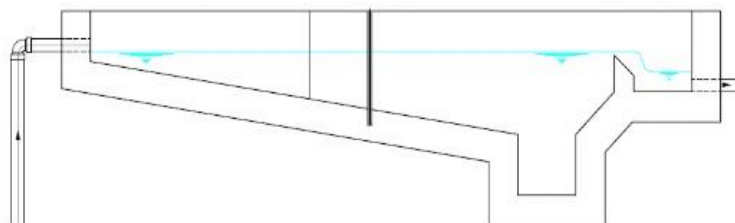
Donde:

q_s : tasa de sedimentación de la arena (m³/m².h)

- Para el cálculo de la longitud (m)

$$L = \frac{A_s}{B}$$

Ilustración N° 03.41. Esquema del desarenador - perfil



✓ Diseño de la tolva de arenas

Para determinar el volumen de la tolva de arenas, se debe considerar al menos cuatro días de capacidad de almacenamiento, conforme al siguiente calculo:

- Para el cálculo del volumen diario de arenas (m³)

$$V_d = Q_{mh} \times 86,4 \times \frac{T_a}{1000}$$

Donde:

T_a : tasa de acumulación de la arena (l/m³)

- Para el cálculo del volumen mínimo de tolva (m³)

$$V_{\min} = V_d \times T$$

Donde:

T : periodo de limpieza (días)

- Para el cálculo del volumen proyectado superior al mínimo (m³)

$$V_r = B \times L' \times H$$

Donde:

L' : longitud asumida (m)

H : altura asumida (m)

Ilustración N° 03.42. Esquema del desarenador – planta

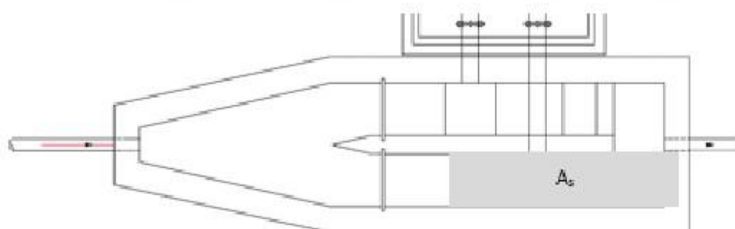
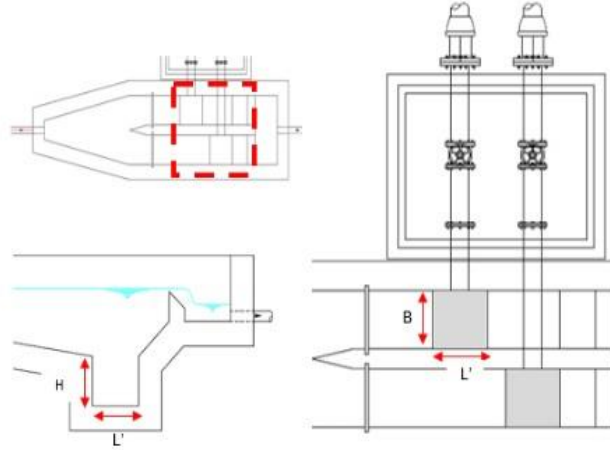


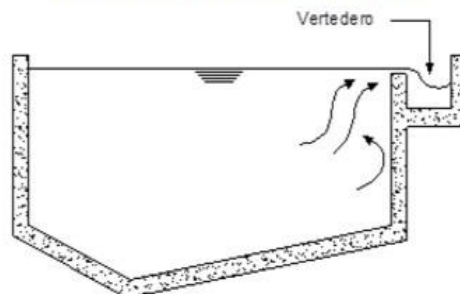
Ilustración N° 03.43. Esquema de la tolva de arenas – planta



2.10.2. SEDIMENTADOR

- ✓ Permite separar del agua captada, partículas superiores a 0.05 mm con el fin de evitar que se depositen en las estructuras de los siguientes procesos.
- ✓ Elemento que tiene por objeto separar del agua cruda las partículas en suspensión superiores a 0,05 mm, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento.

Ilustración N° 03.44. Sedimentador



- ✓ La turbiedad esporádica máxima del efluente debe ser de 50 UNT.
- ✓ Se distinguen cuatro zonas en el sedimentador:
 - **Entrada:** tiene como función el conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a su vez la velocidad.
 - **Sedimentación:** parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.
 - **Salida:** vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de los lodos sedimentados.
 - **Tolva de lodos:** tolva con pendiente mínima de 10% que permita el deslizamiento de los lodos hacia el canal de limpieza de los sedimentos.

Criterios de Diseño

Se deben aplicar los siguientes criterios de diseño:

- Se recomienda la instalación, como mínimo, de dos unidades en paralelo para facilitar el mantenimiento.

- Se supone un funcionamiento de 24 h/día, salvo que la captación se realice por bombeo, en cuyo caso se debe trabajar con el periodo de bombeo.
- El tiempo de retención es de 2 - 6 horas.
- La carga superficial debe estar entre los valores de 2 - 10 m³/m².d. Se debe determinar en el ensayo de simulación del proceso.
- La razón entre la velocidad horizontal del agua y la velocidad de sedimentación de las partículas debe estar en el rango de 5 a 20.
- La profundidad de los tanques debe estar entre 1,5 a 2,5 m.
- La relación entre largo y ancho (L/B) debe estar entre los valores de 3 y 6, y entre largo y profundidad (L/H) entre 5 y 20.
- El fondo de la unidad debe tener una pendiente entre 5 a 10% para facilitar el deslizamiento del sedimento
- Las partículas en suspensión de tamaño superior a 1 µm deben ser eliminadas en un porcentaje de 60 %. Este rendimiento se debe comprobar mediante ensayos de simulación del proceso. En este ensayo se debe definir la velocidad de sedimentación.
- La velocidad horizontal debe ser ≤ 0.55 cm/s.
- La velocidad en los orificios es ≤ 0,15 m/s para no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación.
- Se debe aboquillar los orificios en un ángulo de 15° en el sentido del flujo.
- La estructura de salida o sistema de recolección no debe sobrepasar el tercio final de la longitud total de la unidad.

Dimensionamiento

- Para el dimensionamiento, se debe determinar el área superficial de la unidad (A_s), que es el área superficial de la zona de sedimentación, de acuerdo con la relación:

$$A_s = \frac{Q}{V_s}$$

Donde:

V_s : velocidad de sedimentación (m/s)

Q : Caudal de diseño (m³/s)

- Con las relaciones entre B y H comentadas en el apartado anterior, se calcula la velocidad horizontal (V_h en m/s) y el tiempo de retención (T₀ en h) mediante las ecuaciones:

$$V_h = \frac{Q}{B * H}$$
$$T_0 = \frac{A_s * H}{3600 * Q}$$

- Para el vaciado del elemento, la sección de la compuerta de la evacuación de lodos (A₂) debe cumplir la relación que sigue, donde t es el tiempo de vaciado.

$$A_2 = \frac{A_s * \sqrt{H}}{4850 * t}$$

Consideraciones específicas

- La estructura de entrada debe comprender un vertedero a todo lo ancho de la unidad y una pantalla o cortina perforada.
- La cortina difusora debe estar ubicada a una distancia no menor de 0,80 m del vertedero de entrada. Debe tener el mayor número posible de orificios uniformemente espaciados en todo el ancho y la altura útil del decantador; la distancia entre orificios será ≤ 0,50 m.
- Se debe determinar el número de orificios, cumpliendo con los criterios de diseño.

$$A_0 = \frac{Q}{V_0}$$

Donde:

V₀ : Velocidad en los orificios (m/s)

Q : Caudal de diseño (m^3/s)

A_o : Área total de orificios (m^2) = N° de orificios x área de cada orificio

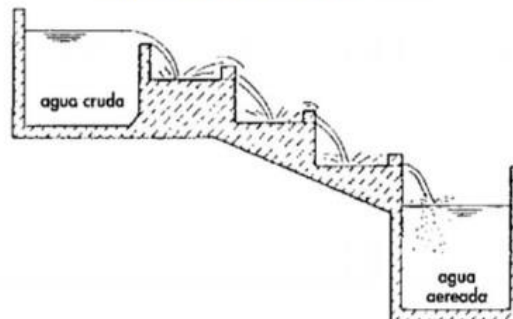
Como normalmente la unidad no tendrá remoción mecánica de lodos, se cumplirá que:

- Los orificios más bajos deberán quedar a $1/4$ ó $1/5$ de la altura sobre el fondo;
 - Los orificios más altos deberán quedar a $1/5$ ó $1/6$ de la altura de la unidad con respecto a la superficie del agua para evitar se produzca un cortocircuito hidráulico con el vertedero de salida.
- La estructura de salida debe ser un vertedero. La tasa de recolección debe estar comprendida entre 1,3 a 2 l/s por metro lineal.
 - En lugares donde el viento pueda provocar corrientes preferenciales de flujo, se recomienda la colocación de tabiques deflectores del viento que penetren a poca profundidad dentro del agua. Su ubicación y distribución debe permitir la recolección uniforme por la estructura de salida.
 - La descarga de lodos se debe ubicar en el primer tercio de la unidad, pues el 80% del volumen de los lodos se deposita en esa zona. La tasa de producción de lodos se determina en ensayos de laboratorio, o mediante estimaciones con el uso de criterios existentes que el Ingeniero Sanitario Proyectista debe justificar ante la autoridad competente.

2.10.3. SISTEMA DE AIREACIÓN

Permite la remoción de hierro y manganeso sin aditivos químicos en aguas subterráneas normalmente, seguido de filtros gruesos de grava descendentes en serie.

Ilustración N° 03.45. Aireador



Este elemento se emplea normalmente para la remoción de hierro y manganeso sin aditivos químicos en aguas subterráneas normalmente, seguido de filtros gruesos de grava descendentes en serie. Tiene como objetivo facilitar el contacto del agua con el oxígeno del aire para facilitar el precipitado de los iones de Fe y Mn.

Componentes.

En un aireador de bandeja se distinguen tres zonas:

- Entrada: cámara superior en la que se realiza el ingreso del agua, y donde también se purgan los lodos acumulados.
- Bandejas de aireación: plataformas superpuestas de dimensiones crecientes en el sentido del flujo, las mismas que pueden ser circulares, rectangulares o cuadradas, separadas entre sí 0,25 - 0,50 m.
- Salida: por tubería o vertedero en la última bandeja.

Criterios de Diseño.

Se debe aplicar lo siguiente:

- El rango óptimo para la remoción de Fe es un pH de 6,5 a 7,2, y el de Mn entre 7,5 y 8,5.
- Se deben disponer 3 o 4 bandejas superpuestas.
- El flujo de agua es en forma de caída, tipo goteo rápido o semi laminar, donde el caudal es distribuido en una la longitud (LT).
- El valor de cálculo recomendado para la bandeja N° 3 es:
 - 0,18 l/s.m para caudales < 1,5 l/s
 - 0,22 l/s.m para caudales > 1,5 l/s

Tabla N° 03.26. Dimensionamiento de la Bandeja N° 3 en sección cuadrada

CAUDAL (l/s)	L _T (m)	L _{lado} (m)	Área (m ²)
0,5	2,8	0,7	0,49
1	5,6	1,4	1,96
1,5	8,3	2,1	4,41
2	9,1	2,3	5,29
2,5	11,4	2,8	7,84

Donde:

L_T es la longitud total de la bandeja y L_{lado} la longitud de cada uno de los lados.

- Las otras bandejas reciben el mismo caudal con un flujo más laminar.
- El tirante de agua en las bandejas es de 15 cm

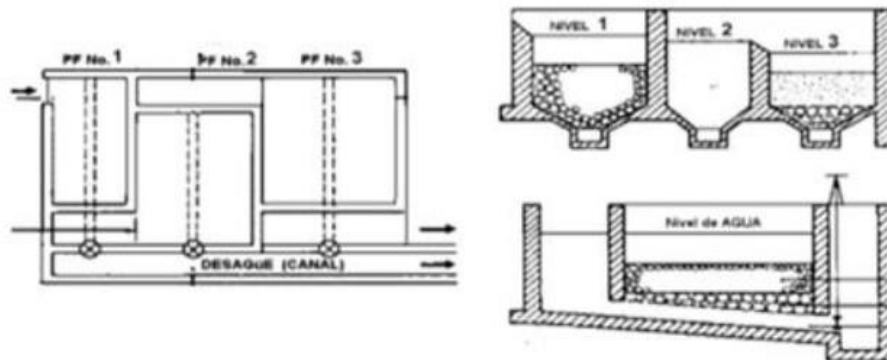
Consideraciones específicas.

El aireador puede ser construido de concreto armado, de losa delgada, con pendiente para la recolección del lodo acumulado, el mismo que es drenado mediante una tubería accionada por una llave de paso. El diámetro de esta tubería debe ser ≥ 2".

2.10.4. PREFILTRO DE GRAVA

Elemento a través del cual el agua fluye de arriba abajo, atravesando en serie 3 cámaras llenas de grava de tamaño decreciente, apoyada sobre un lecho de grava más grueso o capa soporte, reduciendo la turbidez del agua como paso previo al filtro de arena.

Ilustración N° 03.46. Prefiltro de Grava



Elemento a través del cual el agua fluye de arriba a abajo, atravesando tres cámaras llenas de grava de tamaño decreciente, apoyada sobre un lecho de grava más grueso o capa soporte, reduciendo la turbiedad del agua como paso previo al filtro de arena. Para diseñar

prefiltros de grava de flujo horizontal, se aplicará lo dispuesto en la Norma OS.020 - Planta de tratamiento de agua para consumo humano.

Componentes

Los elementos que conforman un filtro grueso descendente son:

- Entrada: en las tres cámaras la entrada de agua es por rebose a través de un vertedero.
- Cámaras de prefiltración: cada cámara o compartimiento es un tanque de sección cuadrada o rectangular, lleno de grava del mismo tamaño. La altura total del filtro está determinada por la altura de la capa soporte, del lecho de grava filtrante, del nivel de agua sobre el lecho (carga hidráulica para lavado) y el borde libre.
- Salida: es un canal de drenaje hacia el compartimiento de recolección.
- Drenaje: cada cámara dispone de un canal de drenaje con una compuerta de descarga al final de este, que lleva las aguas de lavado a un canal común.
- Accesorios de regulación y control: se incluirán válvulas para regulación de caudal y vertederos.

Criterios de Diseño

Se deben aplicar los siguientes criterios de diseño:

- Funcionamiento de 24 h/d.
- Los parámetros de diseño para cada cámara se recogen en la siguiente tabla. La tasa de velocidad depende de la calidad del agua y del tamaño de la grava.

Tabla N° 03.27. Criterios de diseño para prefiltros verticales múltiples

CÁMARA	1	2	3
Diámetro de la grava (cm)	3 - 4	1,5 - 3	1 - 1,5
Velocidad (V _F) en m/h	0,2 - 0,8	0,15 - 0,40	0,10 - 0,20
Espesor de la grava (m)	0,50	0,50	0,50

- La velocidad superficial (VL) de flujo durante el lavado será de 1 - 1,5 m/min.
- Para la grava se debe exigir:
 - Diámetro efectivo entre 10 y 40 mm.
 - Libre de materia orgánica y arcillas
- El material filtrante cumplirá lo especificado en la NTP 311.330:1997. Material filtrante para tratamiento de agua.

Dimensionamiento.

- Para el cálculo de la eficiencia en la remoción de turbiedad:

$$T_F = T_0 * e^{-(1,15/V_F)}$$

Donde:

T_F : turbiedad final en UNT a la salida de la cámara

T₀ : turbiedad inicial en UNT

V_F : velocidad de filtración en m/h

- Para el cálculo del área unitaria de cada cámara (A_i)

$$A_i = \frac{Q_{md}}{V_{fi}} = b_i * l$$

El lavado de las cámaras se debe realizar descargando las cámaras a la velocidad de lavado, 1 - 1,5 m/min, de tal manera que las partículas acumuladas son arrastradas hacia el canal de drenaje.

Se ha de iniciar por la primera cámara, dado que la mayor parte de partículas se acumula en ésta. Si el agua de lavado sale turbia, se repite el proceso, hasta que salga limpia.

2.10.5. FILTRO LENTO DE ARENA

La filtración lenta o biológica, se consigue cuando el agua cruda atraviesa un manto poroso como la arena. Durante este proceso, las impurezas son retenidas por las partículas del medio filtrante, además que se desarrollan procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples, las cuales son llevadas en solución a las capas más profundas o incluso permanecen como material inerte en la superficie, hasta su retiro o limpieza.

El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante de tres a doce horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En este tiempo, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión sedimentan y las partículas más ligeras se pueden aglutinar, llegando a ser más fácil su remoción posterior. Durante el día y bajo la influencia de la luz del sol, se produce el crecimiento de algas, las cuales absorben bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y otros nutrientes del agua, para formar material celular y oxígeno. El oxígeno así formado, se disuelve en el agua y entra en reacción química con las impurezas orgánicas, haciendo que éstas sean más asimilables por los microorganismos.

A medida que transcurre la operación del filtro, en la superficie del medio filtrante se forma una capa, principalmente de material de origen orgánico, conocida con el nombre de Schmutzdecke o "piel de filtro", a través de la cual tiene que pasar el agua antes de llegar al medio filtrante de arena. Esta capa está formada principalmente por algas y otras numerosas formas de vida, tales como plancton, diatomeas, protozoarios, rotíferas y bacterias, por lo que también recibe el nombre de capa biológica. La acción intensiva de estos microorganismos atrapa, digiere y degrada la materia orgánica contenida en el agua. Las algas muertas, así como las bacterias vivas del agua cruda, son también consumidas en este proceso. Al mismo tiempo que se degradan los compuestos nitrogenados, se oxigena el nitrógeno. Algo de color es removido y una considerable proporción de partículas inertes en suspensión son retenidas por cernido.

Habiendo pasado el agua a través de la capa biológica, entra al lecho filtrante y es forzada a atravesarlo en un proceso que normalmente toma varias horas, desarrollándose un proceso físico de cernido que constituye una parte del proceso total de purificación.

Una de las propiedades más importantes del manto filtrante es la adherencia, fenómeno resultante de la acción de fuerzas eléctricas, acciones químicas y atracción de masas. Para apreciar la magnitud e importancia de este fenómeno, es necesario visualizar que un metro cúbico de arena con las características usuales para filtros lentos, tiene una superficie de granos de cerca de 15 000 m². Cuando el agua pasa entre los granos de arena con un flujo laminar (el cual cambia constantemente de dirección), se facilita la acción de las fuerzas centrífugas sobre las partículas y la adherencia a la superficie de los granos de arena.

En los poros o espacios vacíos del medio filtrante (los cuales constituyen aproximadamente el 40% del volumen), se desarrolla un activo proceso de sedimentación, fenómeno que se incrementa apreciablemente por la acción de fuerzas electrostáticas y de atracción de masas.

Debido a los fenómenos enunciados anteriormente, las superficies de los granos de arena son revestidas con una capa de una composición similar al Schmutzdecke, con bajo contenido de algas y partículas, pero con un alto contenido de microorganismos, bacterias, bacteriófagos, rotífera y protozoarios; todos ellos se alimentan y absorben las impurezas y

residuos de los otros. Este revestimiento biológico es muy activo hasta los 0,40 m de profundidad en el medio filtrante. Predominan diversas formas de vida en las diferentes profundidades, desarrollándose una mayor actividad biológica cerca de la superficie del manto filtrante, donde las condiciones son óptimas y existe gran cantidad de alimento. El alimento consiste esencialmente en partículas de origen orgánico llevadas por el agua. El revestimiento orgánico mantiene a las partículas que se encuentran en suspensión en el agua hasta que se degrada la materia orgánica y es asimilada por el material celular, el cual a su vez es asimilado por otros organismos y convertido en materia inorgánica tal como agua, bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y sales que son arrastradas posteriormente por el agua.

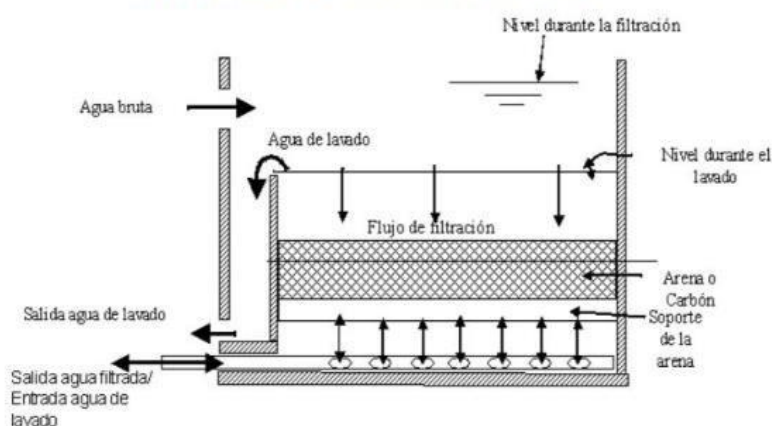
Al aumentar la profundidad del manto filtrante, disminuye la cantidad de alimento, produciéndose otro tipo de bacterias, las cuales utilizan el oxígeno disuelto en el agua y los nutrientes que se encuentran en solución.

Como consecuencia de la riqueza de los procesos indicados anteriormente, un agua cruda con sólidos en suspensión, en estado coloidal y amplia variedad de microorganismos y complejas sales en solución que ha entrado en un medio filtrante, sale virtualmente libre de tales impurezas y con bajo contenido de sales inorgánicas en solución. En el proceso de filtración biológica, no sólo se han removido los organismos nocivos o peligrosos, sino también los nutrientes en solución, los cuales podrían facilitar el subsiguiente crecimiento bacteriológico.

Por lo general, el efluente obtenido tiene un bajo contenido de oxígeno disuelto y alto contenido de bióxido de carbono, pero con un proceso de aireación posterior se pueden mejorar ambas características.

Como el rendimiento del filtro lento depende principalmente del proceso biológico, su eficiencia inicial es baja, mejorando ésta a medida que progresa la carrera de filtración, proceso que se conoce con el nombre de "maduración del filtro".

Ilustración N° 03.47. Filtro Lento de arena



Filtro de flujo descendente, compuesto por un tanque con un lecho de arena fina, colocado sobre una capa de grava que reduce la turbiedad del agua.

Componentes

Los elementos que conforman un Filtro Lento de Arena son:

- **Entrada:** consta de un vertedero de excesos, canales o conductos para distribución, dispositivos para medición y control de flujo, cámara de entrada y ventana de acceso al filtro propiamente dicho. La ventana de acceso es una abertura en el muro del filtro que comunica la entrada con el propio filtro.
- **Cámara de filtración y lechos filtrantes y de soporte:** La caja del filtro posee un área superficial condicionada por el caudal a tratar, la velocidad de filtración y el número de filtros especificados para operar en paralelo. El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica. La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio. Se recomienda la siguiente estructura:
 - **Capas de grava:**
 - Espesor: 0,10 – 0,15 m -- Tamaño (D): 10 - 40 mm
 - Espesor: 0,05 m -- Tamaño efectivo (D₁₀): 2 – 9 mm
 - **Capa de Arena Gruesa:**
 - Espesor: 0,05 m -- Tamaño (D): 4 - 15 mm
 - **Capa de Arena de Filtro**
 - Espesor: 0,80 m -- Tamaño (D): D=1,5 – 4 mm
 - Coeficiente de uniformidad $D_{60}/D_{10} < 4$, siendo deseable que sea < 2
 - Que esté libre de materia orgánica y arcillas
- **Salida:** está compuesta por una red de tuberías perforadas o canaletas ubicadas en la parte inferior del lecho filtrante, en el interior del lecho soporte. Esta a su vez cumple la función de drenaje y recolección de agua filtrada.
- **Drenaje:** El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0,10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante. La red de salida, que a su vez lo es de drenaje, se compone de un dren principal y ramificaciones. Los drenes se deben diseñar con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase de 0,30 m/s. La relación de velocidades entre el dren principal (V_p) y los drenes secundarios (V_s) debe ser de: $V_p/V_s < 0,46$, para obtener una colección uniforme del agua filtrada.
- **Capa de agua sobrenadante:** En un filtro con control a la entrada, la carga inicial es cercana a 0,05 m, valor que gradualmente se incrementa hasta alcanzar el nivel máximo, oscilando entre 1 y 1,5 m.
- **Accesorios de regulación y control:** normalmente incluyen:
 - Válvula para controlar entrada de agua pretratada y regular velocidad de filtración,
 - Conexión para llenar lecho filtrante con agua limpia,
 - Válvula para drenar lecho filtrante,
 - Válvula para desechar agua tratada,
 - Válvula para suministrar agua tratada al depósito de agua tratada,
 - Vertedero de entrada,
 - Indicador calibrado de flujo,
 - Vertedero de salida y
 - Vertedero de excesos

Criterios de Diseño.

Se deben aplicar los siguientes criterios de diseño:

- La velocidad de filtración debe considerarse entre 0,1 - 0,3 m/h, dependiendo del pretratamiento del agua cruda
- La altura del lecho filtrante debe oscilar entre 0,50 m y 0,80 m.
- La altura del lecho soporte incluido el drenaje debe estar comprendida entre 0,1 y 0,3 m.
- La altura de sobrenadante del agua debe estar sobre 0,75 - 1,5 m.

- La distancia de la lámina de agua en rebose al borde libre debe ser de 0,2 m como mínimo.

En la zona de Selva, el espesor inicial de la capa de arena se puede reducir a 35 cm, dado que las temperaturas amazónicas favorecen la actividad biológica.

Dimensionamiento.

- Cálculo del área unitaria de filtro (A_f):

$$A_f = \frac{Q_{md}}{N * V_f}$$

Donde:

- Q_{md} : caudal (m^3/h)
- N : número de filtros
- V_f : velocidad de filtración

- Cálculo de la geometría del filtro, l y b , se debe emplear el coeficiente de mínimo costo (K):

$$K = \frac{2*N}{N+1}, l = \sqrt{A_f * K}, b = \sqrt{\frac{A_f}{K}}$$

- Cálculo de las pérdidas de carga se producen en las tuberías, en las válvulas, lecho filtrante, drenes y vertederos, y pueden cuantificarse con las siguientes ecuaciones.

- Lecho filtrante: depende de la granulometría del material y la velocidad de filtración.
- Drenes: (< 10% del total de pérdidas)

$$h_d = \frac{0,3311}{d_h} * \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- V : velocidad del dren
- d_h : diámetro hidráulico

$$d_h = \frac{4 * A_d}{P}$$

Donde:

- A_d : área del dren
- P : perímetro del dren

- Compuerta de entrada:

$$h_{f1} = K \frac{V^2}{2g}$$

$$V = \frac{V_f * A_f}{A_c}$$

Donde

- A_c : área de la compuerta (m^2)
- A_f : área de filtración (m^2)
- V_f : velocidad de filtración (m/s)

- Vertedero de salida:

$$h_{f2} = \left(\frac{Q_d}{1,84 * L_v} \right)^{2/3}$$

Donde:

- L_v : Longitud de cresta del vertedero general (m)
- Q_d : Caudal de diseño (m^3/h)

Consideraciones específicas.

Con el funcionamiento del filtro, se desarrolla en la superficie una capa biológica por acumulación de material orgánico e inorgánico. Ello motiva el incremento de la mayor pérdida de carga durante el funcionamiento del filtro, por lo cual se requiere periódicamente la limpieza de esta, mediante el retiro o raspado de uno a dos cm. de la parte superior del medio filtrante, dependiendo de factores tales como la turbiedad del agua y la velocidad de filtración. Es por dicha razón que se recomienda instalar al menos dos unidades en paralelo.

Otras consideraciones a tener en cuenta para el diseño son:

- La sección de los filtros puede ser de forma rectangular o circular y las paredes verticales o inclinadas.
- Conviene incrementar la rugosidad de la pared en contacto con el medio filtrante para evitar las líneas de flujo o cortos circuitos entre el material filtrante y las paredes verticales del filtro.
- Para los canales y cámaras de recolección de agua filtrada se recomienda la colocación de tapas sanitarias fáciles de accionar.
- Las estructuras de entrada y de salida deben incluir los dispositivos para regular el flujo, distribuir y recolectar el agua, y controlar el nivel de agua en el filtro.
- Los canales que recolectan el agua filtrada deben disponer de un aliviadero al final, a 20 cm por encima del lecho filtrante, para evitar descargas accidentales del filtro durante la operación.
- Las estructuras deben estar dotadas de los elementos necesarios que permitan un rápido y seguro drenaje del agua de lavado.
- Se deben emplear válvulas de corte para la limpieza hidráulica del filtro y el desagüe completo de las unidades.
- Las cámaras donde se alojan los dispositivos para la operación, mantenimiento y limpieza deben permitir el fácil acceso y tener el espacio suficiente para la maniobrabilidad del operador.
- Para las tareas de operación y mantenimiento se debe incorporar una caseta o depósito para almacenar el material filtrante de remplazo, también se debe considerar un depósito/cámara para el lavado de arena filtrante retirada durante el proceso de limpieza de los filtros.
- Las cámaras de los filtros pueden ser de concreto simple, concreto reforzado, o mampostería de ladrillo o piedra, con recubrimiento de mortero impermeable.
- Filtro Grueso en capas o en serie para remoción de Fe y Mn
Se deben aplicar los principios generales descritos en: **Prefiltro de grava de flujo descendente**, con los matices que a continuación se relacionan:

- Se debe aplicar solo a aguas subterráneas
- La velocidad de filtración debe situarse entre 1,5-2 m/h.
- Si el contenido global de $F_e + M_n$ se encuentra entre 0,3 - 0,7 mg/l se debe diseñar un filtro en capas
- Si el contenido global de $F_e + M_n$ se encuentra entre 0,8 - 1,5 mg/l se deben diseñar dos filtros en serie
- La altura del medio filtrante debe ser $\leq 1,05$ m, A esta altura debe añadirse 0,20 m de agua sobrenadante y un borde libre de 0,10 m, para obtener la altura total del filtro.
- Se recomiendan las siguientes disposiciones de filtros de arriba a abajo:
 - Filtro en capas
 - 0,15 m grava 3 - 10 mm
 - 0,60 m grava 10 - 15 mm
 - 0,30 m grava 15 - 25 mm
 - Filtros en serie:

- Filtro 1
 - o 0,75 m grava 13 - 19 mm
 - o 0,30 m grava 15 - 25 mm
- Filtro 2
 - o 0,75 m grava 10-15 mm
 - o 0,30 m grava 15-25 mm

Los filtros pueden ser de concreto armado, ferrocemento, mampostería de piedra y/o ladrillo. El material filtrante debe ser de canto rodado resistente a la solubilidad.

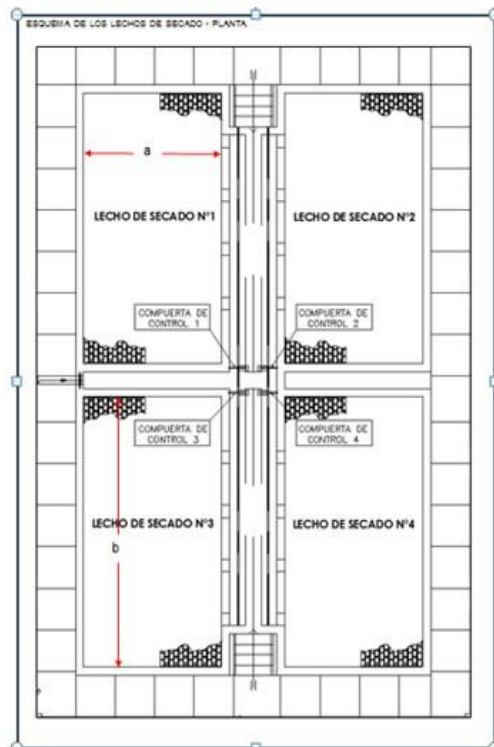
2.10.6. LECHO DE SECADO

Los residuos procedentes de plantas potabilizadoras de agua presentan en general una baja carga bacteriana; sin embargo, según el Decreto Ley N° 1278 y sus futuras modificatorias su tratamiento adecuado y disposición final son responsabilidad del sector saneamiento.

En general, el lecho de secado corresponde a un proceso natural en que el agua contenida entre las partículas de lodos es removida por evaporación y filtración a través del medio de drenaje de fondo. En este sistema no es necesario adicionar reactivos ni elementos mecánicos ya que está previsto un secado lento. En una PTAP los lechos de secado de lodos generalmente están equipados con bases de arena y grava y con tubería de drenaje.

El drenaje descarga a un pozo de bombeo para recircular el agua drenada a la planta. La eficiencia del lecho de secado de arena se puede mejorar mediante pre acondicionamiento del lodo con coagulante. De acuerdo con el clima predominante, el periodo de secado puede oscilar entre unos días y varias semanas. El lodo seco puede removerse fácilmente a mano o con un cargador frontal y ser transportado al sitio de disposición o de tratamiento adicional.

Ilustración N° 03.48. Lecho de secado



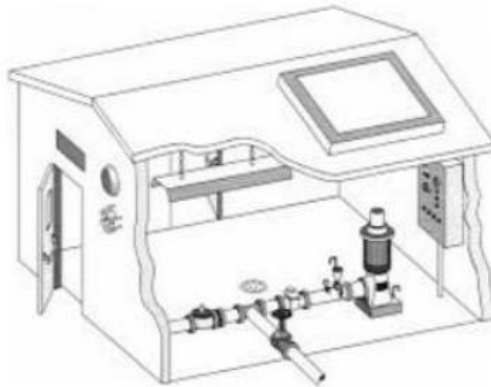
2.11. ESTACIÓN DE BOMBEO

Son un conjunto de estructuras civiles, equipos electromecánicos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o a una PTAP.

Las estaciones de bombeo pueden ser:

- Fijas, cuando la bomba se localiza en un punto estable y no es cambiada de posición durante su período de vida útil.
- Flotantes, cuando los elementos de bombeo se localizan sobre una plataforma flotante. Se emplea sobre cuerpos de agua que sufren cambios significativos de nivel (Caissones o balsas).

Ilustración N° 03.50. Estación de Bombeo



Se deben ubicar en zonas estables, seguras y protegidas contra peligros de inundaciones y deslizamientos. Deben tener una ventilación que permita la renovación constante del aire, así como contar con iluminación natural o artificial de mediana intensidad.

En general, las estaciones de bombeo deben tener forma en planta rectangular. Todos los compartimentos deben ser accesibles, debiendo tener capacidad para poder extraer o introducir los equipos instalados en caso de avería o sustitución.

Por ello es recomendable que en los techos de los distintos compartimentos se dispongan suficientes accesos a los mismos mediante registros o losas desmontables.

En la entrada de la cámara de aspiración deben disponerse pantallas deflectoras para tranquilizar el agua y permitir una aspiración uniforme.

Criterios de Diseño

- Los componentes principales que deben ser diseñados son la sumergencia mínima, la potencia del equipo de bombeo y el volumen de la cámara de bombeo, todo ello en base a los caudales de diseño. Para el diseño de las estaciones de bombeo, deben determinarse dos caudales:
 - Caudal de ingreso desde la fuente de agua: debe ser igual o superior al caudal medio diario.
 - Caudal de bombeo: el equipo de bombeo y tubería de impulsión deben ser calculadas con base en el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.

- El número de horas de bombeo y el número de arranques en un día, depende del rendimiento de la fuente, el consumo de agua, la disponibilidad de energía y el costo de operación.
- Se debe diseñar una sola unidad con una capacidad de bombeo suficiente para cubrir el 100% de la capacidad requerida más una de reserva de la misma capacidad que funcione alternadamente.
- Se debe estudiar la programación de las bombas en función del caudal para que el consumo energético sea el menor posible.

Dimensionamiento

- Volumen de la cámara de bombeo
Debe emplearse cámara de bombeo cuando la instalación impulsora se encuentra en un sitio distinto a un pozo perforado o excavado.

Si el rendimiento de la fuente no es suficiente para suministrar el caudal de bombeo, debe diseñarse la cámara de bombeo para paliar este déficit, realizando un balance o diagrama de masas considerando el caudal mínimo de la fuente de agua y el caudal de bombeo, o bien, considerando el volumen que se requiere para almacenar el caudal máximo diario, para el período más largo de descanso de las bombas, mediante la siguiente relación:

$$V_a = Q_{md} * T$$

Donde:

V_a : volumen de almacenamiento para bombeo en m^3

Q_{md} : caudal máximo diario en m^3/s

T : tiempo más largo de descanso de las bombas en s.

Para el diseño de la cámara de bombeo sin almacenamiento, deben considerarse los siguientes criterios:

- El volumen de la cisterna o cámara de almacenamiento debe ser calculado considerando un tiempo de retención entre 3 a 5 minutos, para el Q_{md} .
 - En las cisternas con deflectores la distancia entre el eje de la canalización y las paredes adyacentes debe ser fijada como mínimo en 1,5 D. En las cámaras sin deflectores, la distancia entre el eje de la canalización y las paredes adyacentes laterales debe ser como mínimo de 1,5 D, y la distancia entre el eje de la canalización y la pared de fondo debe ser del orden de 1,1 D a 1,2 D.
 - Cuando las bombas sean dispuestas ortogonalmente a la dirección de la corriente líquida, los cantos de las paredes que limitan cada bomba deben formar ángulos de 45° con relación a cada una de las paredes y los catetos deben ser fijados en 0,5 D para las cámaras con deflectores y en 0,75 para las cámaras sin deflectores.
 - El ingreso del agua no debe producir turbulencias que hagan oscilar el nivel mínimo del agua sobre la boca de ingreso. La velocidad de aproximación del agua a la sección de entrada en la cámara de succión no debe exceder de 0,6 m/s.
 - Se deben guardar las dimensiones mínimas para la instalación, operación y mantenimiento del equipo de bombeo y accesorios.
 - Las distancias entre la tubería de succión o las bombas sumergibles con las paredes de la cámara deben permitir el flujo libre del agua sin crear obstrucciones o la succión del aire.
- Sumergencia mínima.
Cuando se emplean bombas centrífugas de eje horizontal se debe verificar la sumergencia, esto es el desnivel entre el nivel mínimo de agua en el cárcamo y la parte superior del colador o criba.

Se debe considerar el mayor valor que resulte de las siguientes alternativas:

- Para impedir el ingreso de aire:

$$S = 2,5 * D + 0,10$$

- Condición hidráulica:

$$S > 2,5 * \left(\frac{v^2}{2 * g} \right) + 0,20$$

Donde:

S : Sumergencia mínima en m

D : Diámetro en la tubería de succión en m

V : Velocidad del agua en m/s

g : Aceleración de la gravedad en m/s²

Aspiración, impulsión y elementos complementarios

- Las tuberías de aspiración e impulsión instaladas dentro de la estación de bombeo deben ser preferentemente de fierro galvanizado, y deben disponerse con las bridas y elementos de unión necesarios para que puedan desmontarse en su totalidad.
- En el tramo anterior a cada bomba se debe instalar una válvula de interrupción y en el tramo posterior una válvula de interrupción y otra de retención. Adicionalmente se deben instalar los presostatos o transductores de presión necesarios para el control de esta.
- En la tubería de impulsión se recomienda la instalación de un caudalímetro electromagnético o eléctrico, situado en el último tramo, en el interior de un alojamiento.
- En la tubería de impulsión común a todas las bombas se deben disponer, en caso necesario, válvulas de alivio para minimizar los efectos en las mismas de un posible golpe de ariete.
- Cuando las estaciones de bombeo dispongan de bombas sumergidas, el colector de impulsión se debe alojar en una cámara de las dimensiones necesarias para instalar el árbol hidráulico. La solera de esta cámara debe disponerse a una cota superior que el nivel máximo que pueda alcanzar el agua en la cámara de aspiración.
- En cualquier caso, para la instalación de las bombas, se deben seguir las recomendaciones facilitadas por los fabricantes, especialmente las relativas a las distancias que deben cumplir elementos como codos, derivaciones, etc., que puedan provocar perturbaciones en el bombeo.
- En el interior de la cámara seca se debe colocar un armario que contenga el cuadro eléctrico con los automatismos necesarios para, al menos, las siguientes operaciones:
 - Parada de las bombas por sobrepresiones.
 - Protecciones térmicas de los motores.
 - Alarmas.
 - Nivel en la cámara.
- Se debe dotar a la instalación de:
 - Medidor de nivel, colocado en las estaciones con cámara de aspiración.
 - Medidor de flujo opcional.
 - Manómetro.

Equipamiento Electromecánico

- Criterios de diseño
 - Las bombas por utilizar deben ser preferentemente centrífugas horizontales y verticales, y las bombas sumergibles.
 - El dimensionamiento de los equipos de bombeo se debe realizar considerando los siguientes parámetros:
 - o Caudal de bombeo, dependiente del Q_{md} y el número de horas de bombeo (las horas de bombeo deben tomarse en función de la disponibilidad de energía y el caudal de la fuente).

- Altura dinámica total.
 - Número de bombas. (Mínimo una de reserva).
 - Fuente de energía.
 - Esquema de funcionamiento de las bombas.
 - Altura sobre el nivel del mar.
 - NPSH (columna de succión neta positiva) disponible en metros.
 - Se debe diseñar una sola unidad con una capacidad de bombeo suficiente para cubrir el 100% de la capacidad requerida más una de reserva de la misma capacidad que funcione alternadamente.
 - Por tanto, el número mínimo de bombas a instalar debe ser de 2, salvo en captaciones, donde se pueden disponer 2+1 bombas (2 trabajando alternadamente +1 reserva), previo sustento del proyectista y aprobación de la supervisión del proyecto.
 - Todas las bombas (incluida la de reserva) deben estar instaladas y conectadas de manera adecuada para que puedan utilizarse cuando se requieran.
 - Deben disponerse una distancia libre mínima de un 0,50 m en todo el perímetro de cada equipo.
 - Las bombas sumergibles se deben instalar acopladas a un pedestal y deben ir siempre dispuestas con un tubo guía y una cadena para facilitar las operaciones de montaje y desmontaje de estas.
 - Las bombas instaladas en seco se deben montar sobre una base soporte, pudiendo o no disponerse carril guía. En cualquier caso, los equipos de bombeo nunca deben instalarse anclados directamente mediante pernos a la solera.
- Dimensionamiento
 - Potencia del equipo de bombeo.
 - La potencia de la bomba se determinará por la siguiente fórmula:

$$P_b = \frac{Q_b * H_t}{76 * \varepsilon}$$

Donde:

P_b : Potencia del equipo de bombeo en HP

Q_b : Caudal de bombeo en l/s

H_t : Altura dinámica total en m

ε : Eficiencia teórica 70% a 90%

- La altura dinámica total (H_t) se calcula como sigue:

$$H_t = H_g + H_{f_{total}} + P_s$$

Donde:

H_s : Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior.

H_d : Altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba.

H_g : Altura geométrica, esto es la diferencia de nivel; (altura estática total).

$$H_s + H_d = H_g$$

Donde:

$H_{f_{total}}$: Pérdida de carga (totales).

P_s : Presión de llegada al reservorio (se recomienda 2 m).

- Tipología

Las bombas más frecuentemente usadas en el abastecimiento de agua son:

- Bombas centrífugas horizontales. Se pueden ubicar en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso, etc. Su bajo costo de operación y

- mantenimiento es una ventaja adicional, pero tienen limitada la carga de succión (< 7 mca).
- Bombas centrífugas verticales. Deben ubicarse directamente sobre el punto de captación, por lo cual casi se limita su uso a pozos profundos. La ventaja principal de estos equipos es su versatilidad y su capacidad para trabajar en un amplio rango de velocidades. Entre sus desventajas se encuentran, que son ruidosas y la estricta verticalidad que exige a los pozos para su instalación.
 - Bombas sumergibles. Tienen la desventaja del acceso complicado para mantenimiento.
 - El Ingeniero Sanitario Proyectista de acuerdo a las características del proyecto, debe seleccionar el tipo de bomba más adecuada a las necesidades de este. El fabricante de la bomba debe facilitar el catálogo técnico en el que se debe incluir como mínimo las curvas características (caudal-altura), NPSH requerido, tensión, intensidad, potencia y velocidad de funcionamiento de la bomba.
 - Los motores de las bombas pueden ser eléctricos o de combustión. Estos últimos se recomiendan para el accionamiento de bombas en lugares muy apartados en donde no se dispone de suministro eléctrico o este es muy poco fiable. Los motores de combustión más empleados son los diésel y gasolina.
 - Los motores diésel suelen trabajar a bajo número de revoluciones, se autorregulan bien bajo cargas variables y soportan más horas de trabajo que las unidades motoras a gasolina o butano. En su contra tienen una inversión inicial superior, las reparaciones más caras y mayor dificultad de arranque. Los motores de gasolina se caracterizan por su comodidad, la facilidad de su arranque, y la ligereza de los motores que la emplean, siendo útiles para aplicaciones que necesiten poca potencia o que se haga de manera intermitente.
- **Suministro Eléctrico.**
 - La disponibilidad eléctrica debe existir en el momento de formulación del proyecto. En caso contrario, la disponibilidad eléctrica se debe implantar de forma conjunta con las obras de abastecimiento.
 - Si no es posible el suministro continuo desde una línea eléctrica, se debe analizar la posibilidad del empleo de energía eólica o solar.
 - Si se optara por el empleo de fuentes de energía renovables, se debe disponer de un generador de gasoil para garantizar en todo momento el suministro.

2.12. LÍNEAS DE IMPULSIÓN

La línea de impulsión se utiliza para conducir agua desde una menor cota hasta una cota ubicada en una zona más alta. La única forma de elevar el agua es a través de equipos de bombeo, generalmente del tipo centrífugo en sistemas de abastecimiento de agua.

La línea de impulsión es el tramo de tubería desde la captación hasta el reservorio o PTAP.

Antes de realizar el cálculo de las dimensiones y parámetros del diseño de la línea de impulsión y de la selección del sistema de bombeo, se debe realizar actividades de recolección de información. Una inspección visual de la zona y reconocimiento de las instalaciones, con el propósito de determinar las condiciones para satisfacer la demanda futura de la población y con una garantía de funcionamiento a bajo costo de mantenimiento.

De la línea de impulsión

Para las líneas de impulsión se tiene como base criterios y parámetros, cuyo origen depende de las condiciones a las que se someterá la tubería, como su entorno y forma de instalación. Para ello se requiere datos como caudal, longitud y desnivel entre el punto de carga y descarga.

✓ Material de la tubería

El material de la tubería es escogido por factores económicos, así como de disponibilidad de accesorios y características de resistencia ante esfuerzos que se producirán en el momento de su operación.

- PVC, clase 10 o clase 15 (Normas ISO 4422).
- FFD, clase k-9 (Normas ISO 2531).
- Accesorios de FFD k-9 en todos los casos, para presiones de servicio mayores a 10 bar (Normas ISO 2531).

Se evaluará el material de tubería a utilizar cuando la corrosividad sea especialmente agresiva, es decir para cuando el contenido de sales solubles, ion sulfatos y ion cloruros del terreno sean superiores a 1000 ppm y el pH del subsuelo este fuera de los límites comprendidos entre 6 y 8. En el presente caso será de PVC.

La elección de la dimensión del diámetro depende también de la velocidad en el conducto, en donde velocidades muy bajas permiten sedimentación de partículas y velocidades altas producen vibraciones en la tubería, así como pérdidas de carga importantes, lo que repercute en un costo elevado de operación.

Las velocidades recomendables son:

- Líneas de Impulsión de 0.6 m/s a 2.0 m/s.

✓ Criterios de diseño de la Línea de Impulsión

- Para el cálculo del caudal de bombeo (l/s)

$$Q_b = Q_{md} \times \frac{24}{N}$$

Donde:

Q_{md} : caudal máximo diario (l/s)

N : número de horas de bombeo al día

- Para el cálculo del diámetro de la tubería de impulsión (m)

$$D = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (Q_b^{0.45})$$

Donde:

D : Diámetro interior aproximado (m).

N : Número de horas de bombeo al día.

Q_b : Caudal de bombeo obtenido de la demanda horaria por persona, del análisis poblacional y del número de horas de bombeo por día en (m³/s).

- Velocidad Media de Flujo

$$V = 4 * \frac{Q_b}{(\pi * D_c^2)}$$

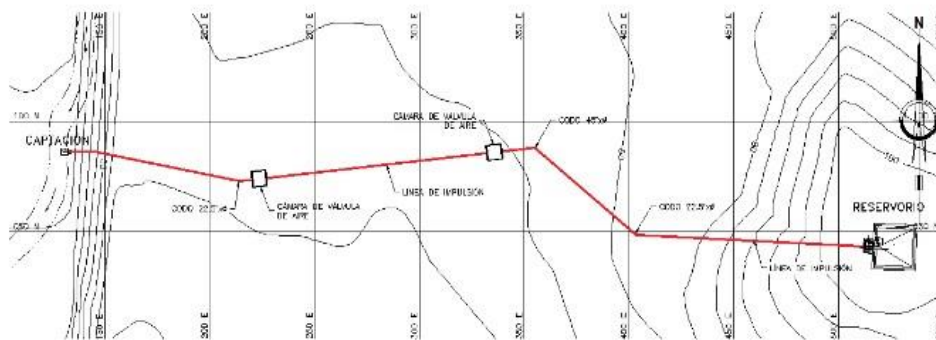
Dónde:

V : Velocidad media del agua a través de la tubería (m/s).

D_c : Diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería (m).

Q_b : Caudal de bombeo igual al caudal de diseño (m³/s).

Ilustración N° 03.51. Línea de Impulsión



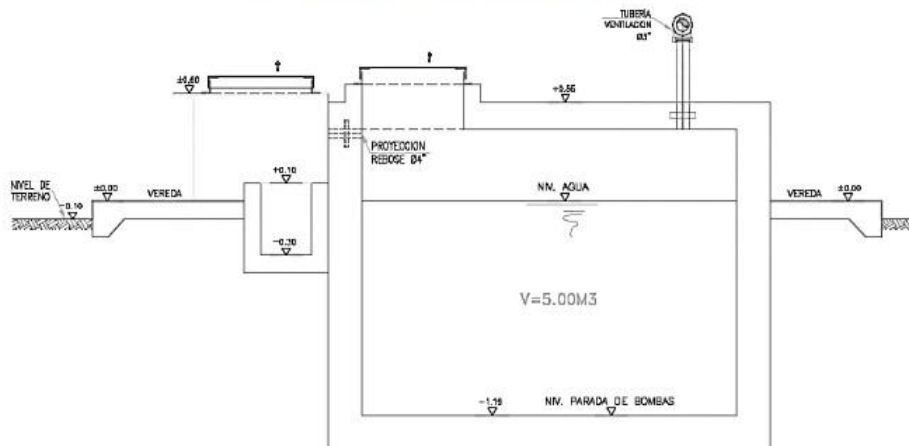
2.13. CISTERNA

Para las dimensiones internas de la cisterna, se ha considerado la forma rectangular, además de presentar el ingreso lo más alejado posible de la succión con el fin de que no ingrese aire al sistema de bombeo, optimizándose además la longitud del encofrado.

Para la selección de la bomba se ha tenido en cuenta, los niveles máximos de agua y parada de bombas, para el caso de la zona rural, lo más recomendable es el uso de bombas de eje horizontal en succión positiva por su facilidad de operación y mantenimiento, además de su bajo costo de operación y mantenimiento es una ventaja adicional. Con esta disposición se tendrá menos problemas con la succión al no ser necesario el cebar la bomba y no requerir válvula de retención en la succión (válvula de pie). El número de bombas serán dos, uno estará en funcionamiento y otro en reserva cumpliendo con una seguridad al 100%.

El nivel de sumergencia recomendable es de 0,35 m, para impedir el ingreso de aire y las condiciones hidráulicas de instalación.

Ilustración N° 03.52. Cisterna de 5 m³



- ✓ Equipo de bombeo de agua para consumo humano, para su selección se debe considerar la altura dinámica total y el caudal de bombeo requerido, además que la energía disponible en la zona rural es en su mayoría del tipo monofásico. Las características son:
 - Línea de impulsión
Debe ser de F°G°, para su selección debe considerarse la energía disponible del tipo monofásica en la zona, y no tener elevadas pérdidas de carga en la línea que puede ser asumida por una línea de impulsión de mayor diámetro posible.
 - Línea de succión
Debe ser de F°G°, para su selección se ha considerado un diámetro mayor al diámetro de succión de la bomba.
- ✓ Línea de entrada, el ingreso de agua es por gravedad y estará definida por la línea de conducción, debe estimarse teniendo en cuenta una velocidad no menor de 0,6 m/s y una gradiente entre 0,5% y 30%. Debe considerarse una válvula de interrupción, una válvula flotadora, la tubería y accesorios deben ser de hierro galvanizado para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad.
- ✓ Línea de rebose, según el Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma IS.010, se considera una descarga libre y directa a una cajuela de concreto con una brecha libre de 0,15 m para facilitar la inspección de pérdida de agua y revisión de la válvula

flotadora, la tubería y accesorios son de F°G° para facilitar su desinstalación y mayor durabilidad. La descarga de esta línea será al sistema pluvial de la zona.

- ✓ Línea de limpia, se debe considerar una tubería con descarga al pozo de la bomba sumidero, a través de una válvula de compuerta, para que se asegure que no haya filtración o fuga de esta línea, considerar el uso de un tapón en su parte final, para que sea operada de forma manual. La descarga de esta línea será a un pozo percolador.

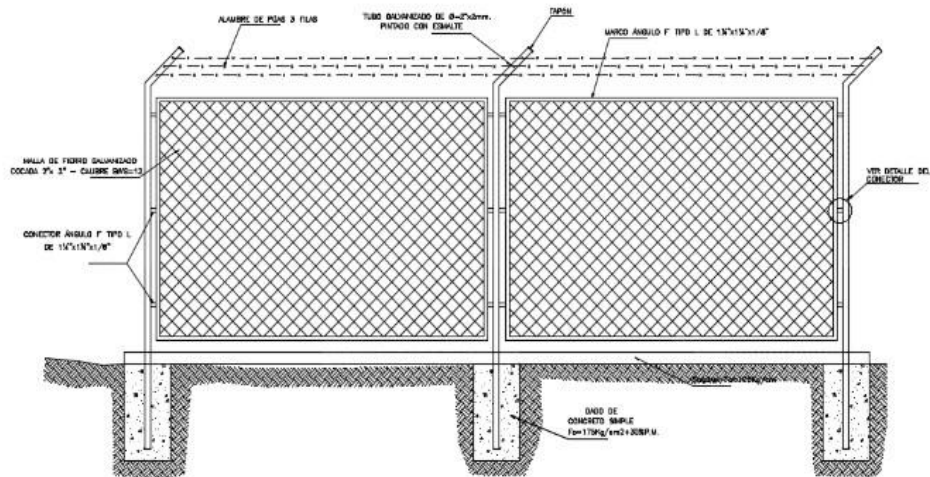
La cisterna proyectada, considera dos ambientes una donde se almacena el volumen útil de agua para consumo humano y otro ambiente de caseta de bombeo que albergará al sistema de bombeo y tableros eléctricos. La cisterna debe ser tarrajada interna y externamente, y pintado externamente con pintura látex.

Debe incluirse una vereda perimetral con escalera de concreto hacia el techo de la cisterna. Para el acceso interno a la cisterna se debe considerar una escalera de peldaños anclados al muro del recinto de material inoxidable, tipo marinera de F°G°.

2.13.1. CERCO PERIMÉTRICO DE CISTERNA

- ✓ El cerco perimétrico debe ser de una altura de 2,30 m, estará dividido en paneles de separación máxima entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" de F°G°.
- ✓ Los postes deben asentarse con dado de concreto simple $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$ de P.M.
- ✓ La malla será de F°G° con una cocada 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo "L" de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8".
- ✓ Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

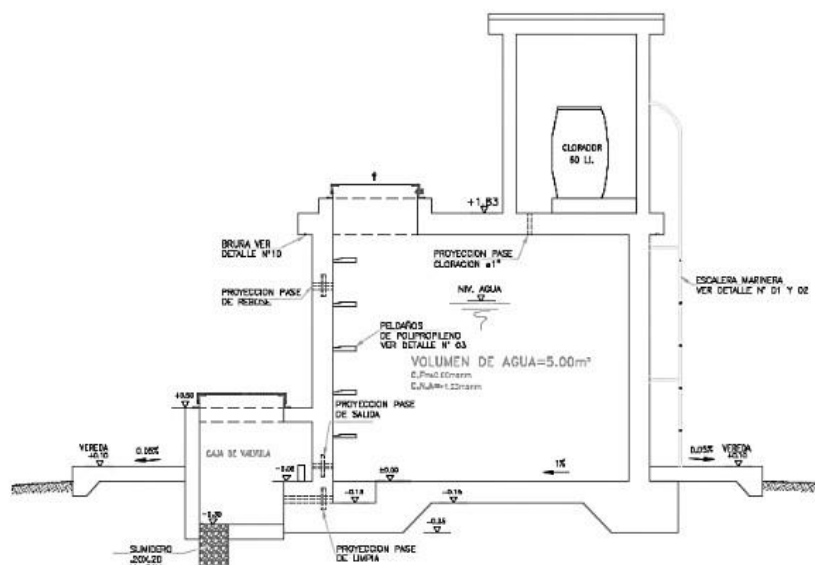
Ilustración N° 03.53. Cerco perimétrico de cisterna



2.14. RESERVORIO

El reservorio debe ubicarse lo más próximo a la población y en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema.

Ilustración N° 03.54. Reservorio de 5 m³



Aspectos generales

El reservorio se debe diseñar para que funcione exclusivamente como reservorio de cabecera. El reservorio se debe ubicar lo más próximo a la población, en la medida de lo posible, y se debe ubicar en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema.

Debe ser construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m³. El reservorio debe ser cubierto, de tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Se debe proteger el perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas.

Criterios de diseño

El volumen de almacenamiento debe ser del 25% de la demanda diaria promedio anual (Q_p), siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si el suministro es discontinuo, la capacidad debe ser como mínimo del 30% de Q_p .

Se deben aplicar los siguientes criterios:

- Disponer de una tubería de entrada, una tubería de salida una tubería de rebose, así como una tubería de limpia. Todas ellas deben ser independientes y estar provistas de los dispositivos de interrupción necesarios.
 - La tubería de entrada debe disponer de un mecanismo de regulación del llenado, generalmente una válvula de flotador.
 - La tubería de salida debe disponer de una canastilla y el punto de toma se debe situar 10 cm por encima de la solera para evitar la entrada de sedimentos.

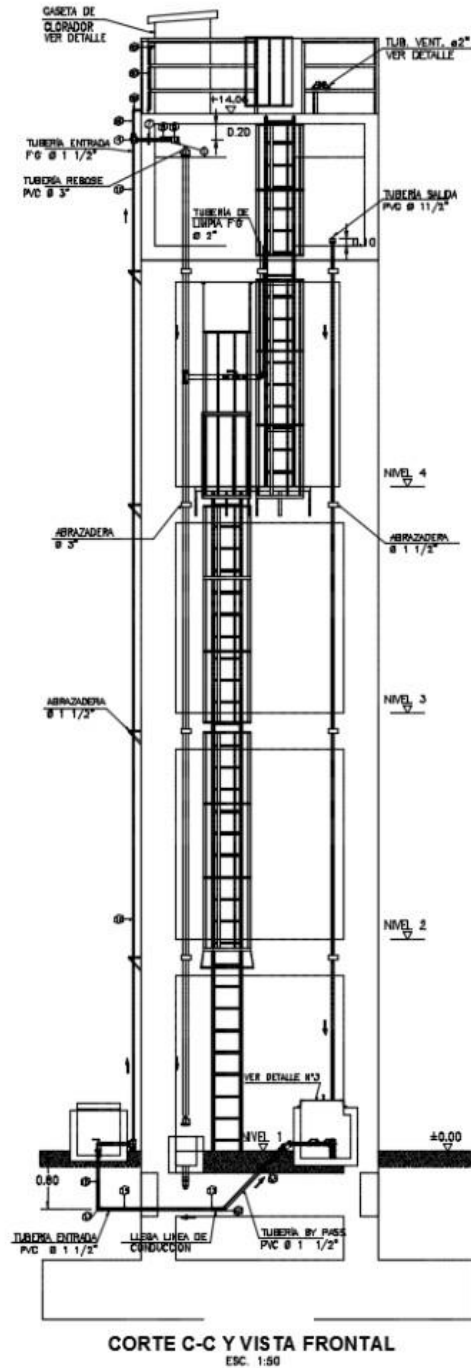
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por períodos largos de tiempo, dado que el agua que se suministra no está clorada.
- La losa de fondo del reservorio se debe situar a cota superior a la tubería de limpia y siempre con una pendiente mínima del 1% hacia esta o punto dispuesto.
- Los materiales de construcción e impermeabilización interior deben cumplir los requerimientos de productos en contacto con el agua para consumo humano. Deben contar con certificación NSF 61 o similar en país de origen.
- Se debe garantizar la absoluta estanqueidad del reservorio.
- El reservorio se debe proyectar cerrado. Los accesos al interior del reservorio y a la cámara de válvulas deben disponer de puertas o tapas con cerradura.
- Las tuberías de ventilación del reservorio deben ser de dimensiones reducidas para impedir el acceso a hombres y animales y se debe proteger mediante rejillas que dificulten la introducción de sustancias en el interior del reservorio.
- Para que la renovación del aire sea lo más completa posible, conviene que la distancia del nivel máximo de agua a la parte inferior de la cubierta sea la menor posible, pero no inferior a 30 cm a efectos de la concentración de cloro.
- Se debe proteger el perímetro del reservorio mediante cerramiento de fábrica o de valla metálica hasta una altura mínima de 2,20 m, con puerta de acceso con cerradura.
- Es necesario disponer una entrada practicable al reservorio, con posibilidad de acceso de materiales y herramientas. El acceso al interior debe realizarse mediante escalera de peldaños anclados al muro de recinto (inoxidables o de polipropileno con fijación mecánica reforzada con epoxi).
- Los dispositivos de interrupción, derivación y control se deben centralizar en cajas o casetas, o cámaras de válvulas, adosadas al reservorio y fácilmente accesibles.
- La cámara de válvulas debe tener un desagüe para evacuar el agua que pueda verterse.
- Salvo justificación razonada, la desinfección se debe realizar obligatoriamente en el reservorio, debiendo el proyectista adoptar el sistema más apropiado conforme a la ubicación, accesibilidad y capacitación de la población.

Recomendaciones

- Solo se debe usar el bypass para operaciones de mantenimiento de corta duración, porque al no pasar el agua por el reservorio no se desinfecta.
- En las tuberías que atraviesen las paredes del reservorio se recomienda la instalación de una brida rompe-aguas empotrado en el muro y sellado mediante una impermeabilización que asegure la estanquidad del agua con el exterior, en el caso de que el reservorio sea construido en concreto.
- Para el caso de que el reservorio sea de otro material, ya sea metálico o plástico, las tuberías deben fijarse a accesorios roscados de un material resistente a la humedad y la exposición a la intemperie.
- La tubería de entrada debe disponer de un grifo que permita la extracción de muestras para el análisis de la calidad del agua.
- Se recomienda la instalación de dispositivos medidores de volumen (contadores) para el registro de los caudales de entrada y de salida, así como dispositivos eléctricos de control del nivel del agua. Como en zonas rurales es probable que no se cuente con

suministro de energía eléctrica, los medidores en la medida de lo posible deben llevar baterías de larga duración, como mínimo para 5 años.

• **Ilustración N° 03.55.** Reservorio elevado de 15 m³



2.14.1. CASETA DE VÁLVULAS DE RESERVORIO

La caseta de válvulas es una estructura de concreto y/o mampostería que alberga el sistema hidráulico del reservorio, en el caso de reservorios el ambiente es de paredes planas, salvo el reservorio de 70 m³, en este caso el reservorio es de forma cilíndrica, en este caso, una de las paredes de la caseta de válvulas es la pared curva del reservorio.

La puerta de acceso es metálica y debe incluir ventanas laterales con rejas de protección.

En el caso del reservorio de 70 m³, desde el interior de la caseta de válvulas nace una escalera tipo marinera que accede al techo mediante una ventana de inspección y de allí se puede ingresar al reservorio por su respectiva ventana de inspección de 0,60 x 0,60 m con tapa metálica y dispositivo de seguridad.

Las consideraciones por tener en cuenta son las siguientes:

- **Techos**
Los techos serán en concreto armado, pulido en su superficie superior para evitar filtración de agua en caso se presenten lluvias, en el caso de reservorios de gran tamaño, el techo acabará con ladrillo pastelero asentados en torta de barro y tendrán junta de dilatación según el esquema de techos.
- **Paredes**
Los cerramientos laterales serán de concreto armado en el caso de los reservorios de menor tamaño, en el caso del reservorio de 70 m³, la pared estará compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).

Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.
- **Pisos**
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.

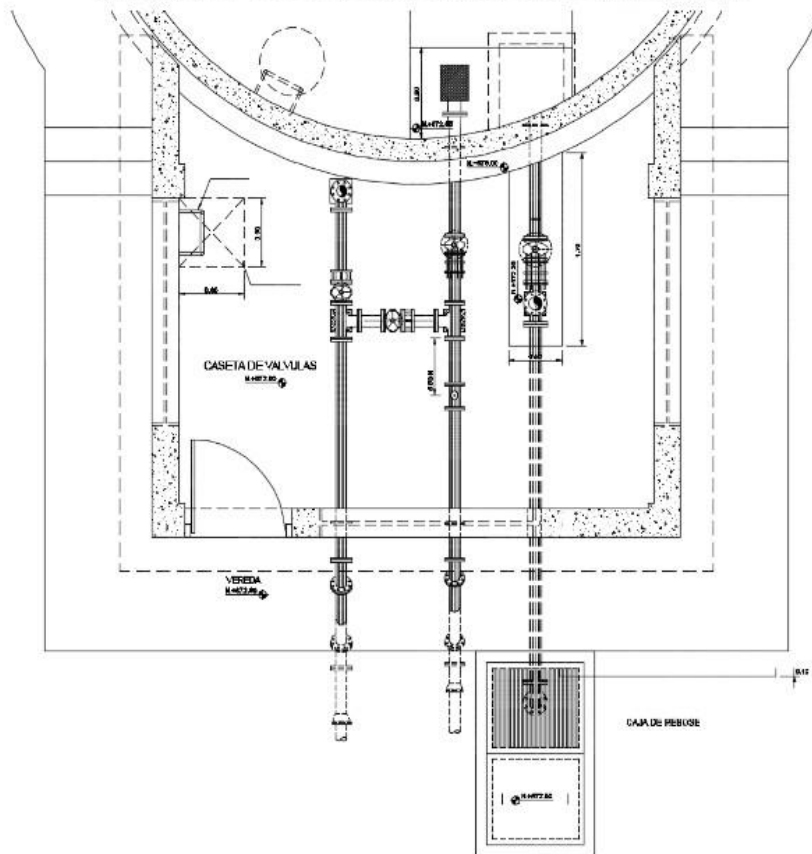
El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.
- **Escaleras**
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado

a los 0,18 m. Se han previsto descansos intermedios cada 17 pasos como máximo, cantidad de escalones máximos según reglamento.

- Veredas Perimetrales
Las veredas exteriores serán de cemento pulido, bruñado cada 1 m y junta de dilatación cada 5 m.
- Aberturas
Las ventanas serán metálicas, tanto las barras como el marco y no deben incluir vidrios para así asegurar una buena ventilación dentro del ambiente, sólo deben llevar una malla de alambre N°12 con cocada de 1".

La puerta de acceso a la caseta (en caso sea necesaria) debe ser metálica con plancha de hierro soldada espesor 3/32" con perfiles de acero de 1.½" x 1.½" y por 6 mm de espesor.

Ilustración N° 03.56. Caseta de válvulas de reservorio de 70 m³



2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

Este sistema permite asegurar que la calidad del agua se mantenga un periodo más y esté protegida durante su traslado por las tuberías hasta ser entregado a las familias a través de las conexiones domiciliarias. Su instalación debe estar lo más cerca de la línea de

entrada de agua al reservorio y ubicado donde la iluminación natural no afecte la solución de cloro contenido en el recipiente.

El cloro residual activo se recomienda que se encuentre como mínimo en 0,3 mg/l y máximo a 0,8 mg/l en las condiciones normales de abastecimiento, superior a este último son detectables por el olor y sabor, lo que hace que sea rechazada por el usuario consumidor.

Para su construcción debe utilizarse diferentes materiales y sistemas que controlen el goteo por segundo o su equivalente en ml/s, no debiéndose utilizar metales ya que pueden corroerse por el cloro.

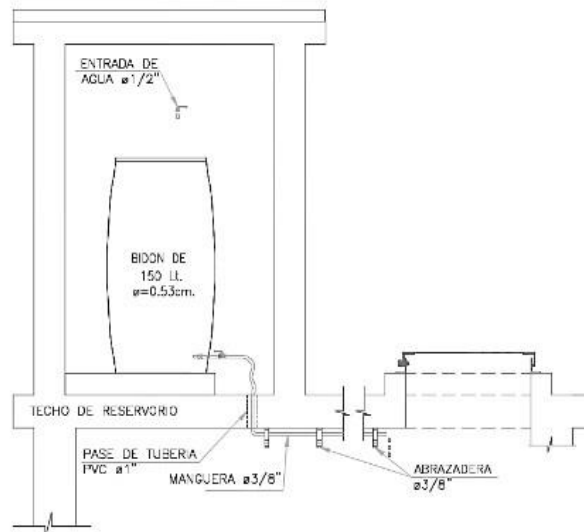
Desinfectantes empleados

La desinfección se debe realizar con compuestos derivados del cloro que, por ser oxidantes y altamente corrosivos, poseen gran poder destructivo sobre los microorganismos presentes en el agua y pueden ser recomendados, con instrucciones de manejo especial, como desinfectantes a nivel de la vivienda rural. Estos derivados del cloro son:

- Hipoclorito de calcio ($\text{Ca}(\text{OCI})_2$ o HTH). Es un producto seco, granulado, en polvo o en pastillas, de color blanco, el cual se comercializa en una concentración del 65% de cloro activo.
- Hipoclorito de sodio (NaClO). Es un líquido transparente de color amarillo ámbar el cual se puede obtener en establecimientos distribuidores en garrafas plásticas de 20 litros con concentraciones de cloro activo de más o menos 15% en peso.
- Dióxido de cloro (ClO_2). Se genera normalmente en el sitio en el que se va a utilizar, y, disuelto en agua hasta concentraciones de un 1% ClO_2 (10 g/L) pueden almacenarse de manera segura respetando ciertas condiciones particulares como la no exposición a la luz o interferencias de calor.

a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q * d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

Q : caudal de agua a clorar en m³/h
d : dosificación adoptada en gr/m³

- Cálculo del peso del producto comercial en base al porcentaje de cloro

$$P_c = P * 100/r$$

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

r : porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial (%)

- Cálculo del caudal horario de solución de hipoclorito (q_s) en función de la concentración de la solución preparada. El valor de "q_s" permite seleccionar el equipo dosificador requerido

$$q_s = P_c * \frac{100}{c}$$

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h

q_s : demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg

c : concentración solución (%)

- Calculo del volumen de la solución, en función del tiempo de consumo del recipiente en el que se almacena dicha solución

$$V_s = q_s * t$$

Donde:

V_s : volumen de la solución en lt (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación).

t : tiempo de uso de los recipientes de solución en horas h

t se ajusta a ciclos de preparación de: 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondientes al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución

b. Sistema de Desinfección por erosión

- ✓ No se aconseja usar tabletas para desinfectar agua de piscinas, ya que éstas se fabrican utilizando un compuesto químico que, al ser disuelto en agua, produce una molécula de cianurato de sodio o isocianurato, que puede ser perjudicial para la salud del ser humano.
- ✓ Siempre debe exigirse al proveedor que las pastillas sean de hipoclorito de calcio.
- ✓ Tomar las medidas de seguridad para manipular las tabletas.

Ilustración N° 03.58. Dosificador por erosión de tableta



- ✓ Retirar la tapa del depósito de tabletas y se ponen las nuevas unidades.
- ✓ Abrir la válvula de compuerta para habilitar de nuevo el flujo de agua dentro de la cámara.
- ✓ En el caso de dosificadores por erosión (según el tipo de la Ilustración N° 03.59), el fluido del agua puede variarse girando la válvula de regulación.
- ✓ Para comprobar si la cantidad de cloro aplicada al agua es la apropiada, se hacen pruebas continuas del cloro residual libre, de la misma forma descrita para el dosificador de hipoclorito de sodio granulado.
- ✓ En observaciones de campo se ha notado un bajo desgaste de las tabletas de cloro. Esto puede deberse a la forma en que se instala el aparato dosificador
- ✓ El dosificador debe colocarse utilizando uniones universales. Esto permitirá retirarlo para limpiarlo debidamente.

- Cálculos:

Se debe proceder a su selección con los proveedores según el rango de los caudales a tratar.

Tabla N° 03.28. Rangos de uso de los clorinadores automáticos

MODELO	CANTIDAD DE AGUA A TRATAR		CAPACIDAD Libras: kilos
	m ³ /día	l/s	
HC-320	30 - 90	0.34 – 1.04	05 lb = 2.27 kg
HC-3315	80 - 390	0.92 – 4.50	15 lb = 6.81 kg
HC-3330	120 - 640	1.40 – 7.40	20 lb = 9.08 kg

Los dosificadores por erosión de tabletas y los de píldoras son sencillos de operar. El equipo se calibra de manera sencilla pero no muy precisa por medio de un ajuste de la profundidad de inmersión de la columna de tabletas o de la velocidad o caudal que se hace pasar por la cámara de disolución. Una vez calibrado el equipo, si no hay grandes variaciones en el flujo, normalmente requieren de poca atención, excepto para cerciorarse de que el depósito esté lleno de tabletas para asegurar la dosificación continua.

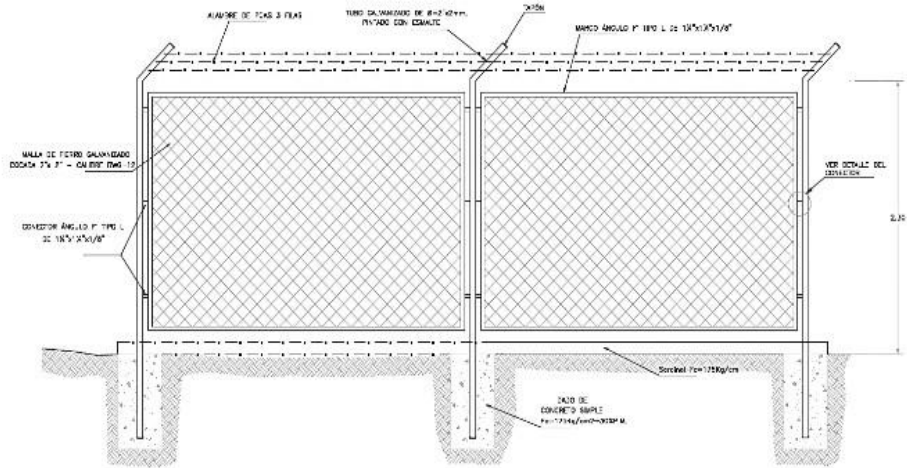
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el relleno de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de cloro y del volumen de agua tratada. Debido a la sencillez de operación del equipo, el personal se puede capacitar rápidamente

2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

El cerco perimétrico idóneo en zonas rurales para reservorios por su versatilidad, durabilidad, aislamiento al exterior y menor costo es a través de una malla de las siguientes características:

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$ de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 ¼" x 1 ¼" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

Ilustración N° 03.59. Cerco perimétrico de reservorio



2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

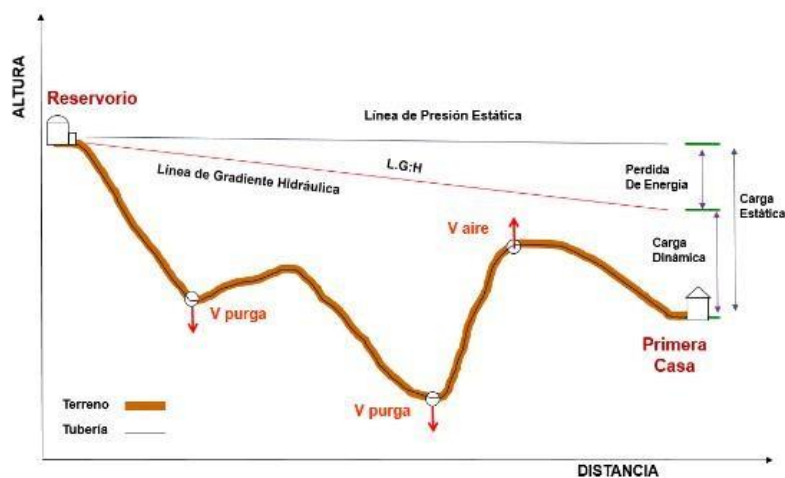
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se debe evitar pendientes mayores del 30% para evitar altas velocidades, e inferiores al 0,50%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.
- ✓ Con el trazado se debe buscar el menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros aspectos. Se evitarán tramos de difícil acceso, así como zonas vulnerables.
- ✓ En los tramos que discurran por terrenos accidentados, se suavizará la pendiente del trazado ascendente pudiendo ser más fuerte la descendente, refiriéndolos siempre al sentido de circulación del agua.
- ✓ Evitar cruzar por terrenos privados o comprometidos para evitar problemas durante la construcción y en la operación y mantenimiento del sistema.
- ✓ Mantener las distancias permisibles de vertederos sanitarios, márgenes de ríos, terrenos aluviales, nivel freático alto, cementerios y otros servicios.
- ✓ Utilizar zonas que sigan o mantengan distancias cortas a vías existentes o que por su topografía permita la creación de caminos para la ejecución, operación y mantenimiento.
- ✓ Evitar zonas vulnerables a efectos producidos por fenómenos naturales y antrópicos.
- ✓ Tener en cuenta la ubicación de las canteras para los préstamos y zonas para la disposición del material sobrante, producto de la excavación.
- ✓ Establecer los puntos donde se ubicarán instalaciones, válvulas y accesorios, u otros accesorios especiales que necesiten cuidados, vigilancia y operación.

Diseño de la línea de aducción

- Caudal de diseño
La Línea de Aducción tendrá capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo horario (Qmh).
- Carga estática y dinámica
La carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 1 m.

Ilustración N° 03.60. Línea gradiente hidráulica de la aducción a presión.



- **Diámetros**
El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s. El diámetro mínimo de la línea de aducción es de 25 mm (1") para el caso de sistemas rurales.

- **Dimensionamiento**
Para el dimensionamiento de la tubería, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

✓ La línea gradiente hidráulica (L.G.H.)
La línea gradiente hidráulica estará siempre por encima del terreno. En los puntos críticos se podrá cambiar el diámetro para mejorar la pendiente.

✓ Pérdida de carga unitaria (h_f)
Para el propósito de diseño se consideran:

- Ecuaciones de Hazen y Williams para diámetros mayores a 2", y
- Ecuaciones de Fair Whipple para diámetros menores a 2".

Cálculo de diámetro de la tubería podrá realizarse utilizando las siguientes fórmulas:

- Para tuberías de diámetro superior a 50 mm, Hazen-Williams:

$$H_f = 10,674 \times \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} \times D^{4,86}} \times L$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua (m)

Q : caudal en (m^3/s)

D : diámetro interior en m (ID)

C : coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

- Acero sin costura $C=120$
- Acero soldado en espiral $C=100$
- Hierro fundido dúctil con revestimiento $C=140$
- Hierro galvanizado $C=100$
- Polietileno $C=140$
- PVC $C=150$

L : longitud del tramo (m)

- Para tuberías de diámetro igual o inferior a 50 mm, Fair-Whipple:

$$H_f = 676,745 \times \frac{Q^{1,751}}{D^{4,753} \times L}$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua (m)

Q : caudal en (l/min)

D : diámetro interior (mm)

L : longitud (m)

Salvo casos excepcionales que deberán ser justificados, la velocidad de circulación del agua establecida para los caudales de diseño deberá cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor de 0,60 m/s.
- La velocidad máxima admisible será de 3 m/s, pudiendo alcanzar los 5 m/s si se justifica razonadamente.

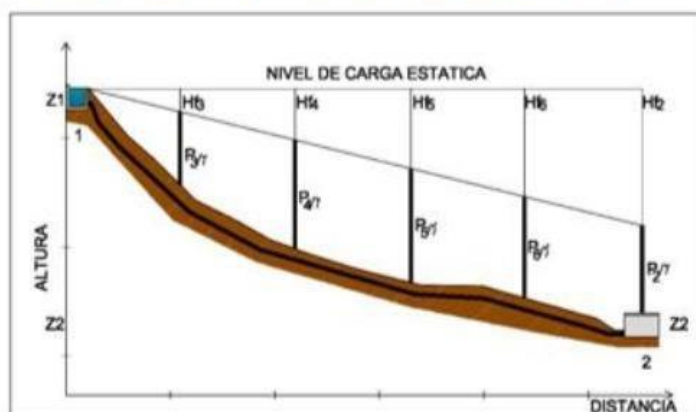
✓ Presión

En la línea de aducción, la presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

Para el cálculo de la línea de gradiente hidráulica (LGH), se aplicará la ecuación de Bernoulli.

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2 * g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2 * g} + H_f$$

Ilustración N° 03.61. Cálculo de la línea de gradiente (LGH)



Donde:

Z : cota altimétrica respecto a un nivel de referencia en m.

P/γ : altura de carga de presión, en m, P es la presión y γ el peso específico del fluido.

V : velocidad del fluido en m/s.

H_f , pérdida de carga de 1 a 2, incluyendo tanto las pérdidas lineales (o longitudinales) como las locales.

Si como es habitual, $V_1=V_2$ y P_1 está a la presión atmosférica, la expresión se reduce a:

$$\frac{P_2}{\gamma} = Z_1 - Z_2 - H_f$$

La presión estática máxima de la tubería no debe ser mayor al 75% de la presión de trabajo especificada por el fabricante, debiendo ser compatibles con las presiones de servicio de los accesorios y válvulas a utilizarse.

Se calcularán las pérdidas de carga localizadas ΔH_i en las piezas especiales y en las válvulas, las cuales se evaluarán mediante la siguiente expresión:

$$\Delta H_i = K_i \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

ΔH_i : pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas (m)

K_i : coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla).

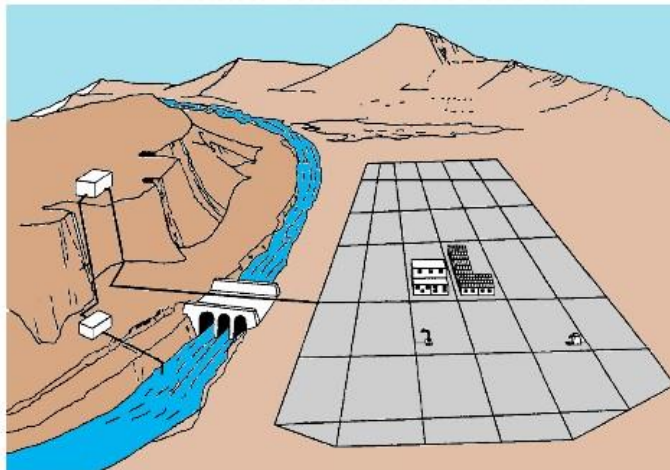
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

g : aceleración de la gravedad (m/s^2)

2.16. REDES DE DISTRIBUCIÓN

Es un componente del sistema de agua potable, el mismo que permite llevar el agua tratada hasta cada vivienda a través de tuberías, accesorios y conexiones domiciliarias.

Ilustración N° 03.62. Redes de distribución



Aspectos Generales

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- Las redes de distribución se deben diseñar para el caudal máximo horario (Q_{mh}).
- Los diámetros mínimos de las tuberías principales para redes cerradas deben ser de 25 mm (1"), y en redes abiertas, se admite un diámetro de 20 mm ($\frac{3}{4}$ ") para ramales.
- En los cruces de tuberías no se debe permitir la instalación de accesorios en forma de cruz y se deben realizar siempre mediante piezas en tee de modo que forme el tramo recto la tubería de mayor diámetro. Los diámetros de los accesorios en tee, siempre que existan comercialmente, se debe corresponder con los de las tuberías que unen, de forma que no sea necesario intercalar reducciones.
- La red de tuberías de abastecimiento de agua para consumo humano debe ubicarse siempre en una cota superior sobre otras redes que pudieran existir de aguas grises.

Velocidades admisibles

Para la red de distribución se debe cumplir lo siguiente:

- La velocidad mínima no debe ser menor de 0,60 m/s. En ningún caso puede ser inferior a 0,30 m/s.
- La velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s.

Trazado

El trazado de la red se debe ubicar preferentemente en terrenos públicos siempre que sea posible y se deben evitar terrenos vulnerables.

Materiales

El material de la tubería que conforma la red de distribución debe ser de PVC y compatible con los accesorios que se instale para las conexiones prediales.

Presiones de servicio.

Para la red de distribución se deberá cumplir lo siguiente:

- La presión mínima de servicio en cualquier punto de la red o línea de alimentación de agua no debe ser menor de 5 m.c.a. y
- La presión estática no debe ser mayor de 60 m.c.a.

De ser necesario, a fin de conseguir las presiones señaladas se debe considerar el uso de cámaras distribuidora de caudal y reservorios de cabecera, a fin de sectorizar las zonas de presión.

Criterios de Diseño

Existen dos tipos de redes:

a. Redes malladas

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando circuitos cerrados o mallas. Cada tubería que reúna dos nudos debe tener la posibilidad de ser seccionada y desaguada independientemente, de forma que se pueda proceder a realizar una reparación en ella sin afectar al resto de la malla. Para ello se debe disponer a la salida de los dos nudos válvulas de corte.

El diámetro de la red o línea de alimentación debe ser aquél que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red.

Para la determinación de los caudales en redes malladas se debe aplicar el método de la densidad poblacional, en el que se distribuye el caudal total de la población entre los "i" nudos proyectados.

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde:

Q_i : Caudal en el nudo "i" en l/s.

Q_p : Caudal unitario poblacional en l/s.hab.

$$Q_p = \frac{Q_t}{P_t}$$

Donde:

Q_t : Caudal máximo horario en l/s.

P_t : Población total del proyecto en hab.

P_i : Población de área de influencia del nudo "i" en hab.

Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, puede utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente.

El dimensionamiento de redes cerradas debe estar controlado por dos condiciones:

- El flujo total que llega a un nudo es igual al que sale.
- La pérdida de carga entre dos puntos a lo largo de cualquier camino es siempre la misma.

Estas condiciones junto con las relaciones de flujo y pérdida de carga nos dan sistemas de ecuaciones, los cuales pueden ser resueltos por cualquiera de los métodos matemáticos de balanceo.

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

- De 0,10 mca de pérdida de presión como máximo en cada malla y/o simultáneamente debe cumplirse en todas las mallas.
- De 0,01 l/s como máximo en cada malla y/o simultáneamente en todas las mallas.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales. La presión de funcionamiento (OP) en cualquier punto de la red no debe descender por debajo del 75% de la presión de diseño (DP) en ese punto.

Tanto en este caso como en las redes ramificadas, se debe adjuntar memoria de cálculo, donde se detallen los diversos escenarios calculados:

- Para caudal mínimo.
- Caudal máximo.
- Presión mínima.
- Presión máxima.

b. Redes ramificadas

Constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de una línea principal; aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias

En redes ramificadas se debe determinar el caudal por ramal a partir del método de probabilidad, que se basa en el número de puntos de suministro y en el coeficiente de simultaneidad. El caudal por ramal es:

$$Q_{\text{ramal}} = K * \sum Q_g$$

Donde:

Q_{ramal} : Caudal de cada ramal en l/s.

K : Coeficiente de simultaneidad, entre 0,2 y 1.

$$K = \frac{1}{\sqrt{(x - 1)}}$$

Donde:

x : número total de grifos en el área que abastece cada ramal.

Q_g : Caudal por grifo (l/s) > 0,10 l/s.

Si se optara por una red de distribución para piletas públicas, el caudal se debe calcular con la siguiente expresión:

$$Q_{pp} = N * \frac{D_c}{24} * C_p * F_u \frac{1}{E_f}$$

Donde:

Q_{pp} : Caudal máximo probable por pileta pública en l/h.

N : Población a servir por pileta. Un grifo debe abastecer a un número máximo de 25 personas).

D_c : Dotación promedio por habitante en l/hab.d.

C_p : Porcentaje de pérdidas por desperdicio, varía entre 1,10 y 1,40.

E_f : Eficiencia del sistema considerando la calidad de los materiales y accesorios. Varía entre 0,7 y 0,9.

F_u : Factor de uso, definido como $F_u = 24/t$. Depende de las costumbres locales, horas de trabajo, condiciones climatológicas, etc. Se evalúa en función al tiempo real de horas de servicio (t) y puede variar entre 2 a 12 horas.

En ningún caso, el caudal por pileta pública debe ser menor a 0,10 l/s.

El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se debe realizar según las fórmulas del ítem 2.4 Línea de Conducción (Criterios de Diseño) del presente Capítulo, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se puede admitir que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.

- La pérdida de carga en el ramal puede ser determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste debe ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 l/s para el diseño de los ramales.

2.16.1. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN

- ✓ En caso exista un fuerte desnivel entre el reservorio y algunos sectores o puntos de la red de distribución, pueden generarse presiones superiores a la presión máxima que puede soportar la tubería. Es por ello que se sugiere la instalación de cámaras rompe presión (CRP) cada 50 m de desnivel.
 - ✓ Se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - ✓ La altura de la cámara se calculará mediante la suma de tres conceptos:
 - Altura mínima de salida, mínimo 10 cm.
 - Resguardo a borde libre, mínimo 40 cm.
 - Carga de agua requerida, calculada aplicando la ecuación de Bernoulli para que el caudal de salida pueda fluir.
 - ✓ La tubería de entrada a la cámara estará por encima de nivel del agua y debe preverse de un flotador o regulador de nivel de aguas para el cierre automático una vez que se encuentre llena la cámara y para periodos de ausencia de flujo.
 - ✓ La tubería de salida dispondrá de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
 - ✓ La cámara debe incluir un aliviadero o rebose.
 - ✓ El cierre de la cámara debe ser estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.
- Cálculo de la altura de la Cámara Rompe Presión (H_t)

$$H_t = A + H + BL$$

$$H = 1,56 \times \frac{Q_{mh}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

- g : aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)
- A : altura hasta la canastilla (se recomienda como mínimo 10 cm)
- BL : borde libre (se recomienda 40 cm)
- Q_{mh} : caudal máximo horario (l/s)

$$A_o = \pi \frac{D_c^2}{4}$$

Donde:

- D_c : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)
- A_o : área de la tubería de salida a la red de distribución (m²)

- Dimensionamiento de la sección de la base de la cámara rompe presión
 - El tiempo de descarga por el orificio; el orificio es el diámetro calculado de la red de distribución que descarga una altura de agua desde el nivel de la tubería de rebose hasta el nivel de la altura del orificio.
 - El volumen de almacenamiento máximo de la CRP es calculado multiplicando el valor del área de la base por la altura total de agua (m³).

- Cálculo de la altura total de agua almacenado en la CRP hasta la tubería de rebose (H_t)

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

H : altura de agua para facilitar el paso de todo el caudal a la línea de conducción (cm)

H_t : altura total de agua almacenado en la CRP hasta el nivel de la tubería de rebose (cm)

- Cálculo del tiempo de descarga a la red de distribución, es el tiempo que se demora en descargar la altura H

$$t = \frac{2A_b \times H^{0.5}}{C_d \times A_o \times \sqrt{2g}}$$

Donde:

H : altura de agua para facilitar el paso de todo el caudal a la línea de conducción (cm)

C_d : coeficiente de distribución o de descarga de orificios circulares (0,8)

A_o : área del orificio de salida (área de la tubería de la línea de conducción)

g : aceleración de la gravedad (m/s^2)

A_b : área de la sección interna de la base (m^2)

$$A_b = a \times b$$

Donde:

a : lado de la sección interna de la base (m)

b : lado de la sección interna de la base (m)

- Cálculo del volumen

$$V_{\max} = A_b \times H$$

$$V_{\max} = L \times A \times H$$

- Dimensionamiento de la canastilla

Debe considerarse lo siguiente:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \times D_c$$

$$3D_c < L_{\text{diseño}} < 6D_c$$

Donde:

$D_{\text{canastilla}}$: diámetro de la canastilla (pulg)

D_c : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)

$L_{\text{diseño}}$: longitud de diseño de la canastilla (cm), $3D_c$ y $6D_c$ (cm)

$$A_t = 2 \times A_c$$

$$A_c = \pi \times \frac{D_c^2}{4}$$

Donde:

A_t : área total de las ranuras (m^2)

A_c : área de la tubería de salida a la línea de distribución (m^2)

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

AR : área de la ranura (mm^2)

AR : ancho de la ranura (mm)

LR : largo de la ranura (mm)

$$A_g = 0,5\pi \times D_c \times L_{\text{diseño}}$$

Donde:

A_g : área lateral de la canastilla (m^2)

NR : número de ranuras de la canastilla (und)

- Cálculo del diámetro de tubería del cono de rebose y limpieza
El rebose se instala directamente a la tubería de limpia que realizar la limpieza y evacuación del agua de la cámara húmeda. La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$D = 0,71 \times \frac{Q_{mh}^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

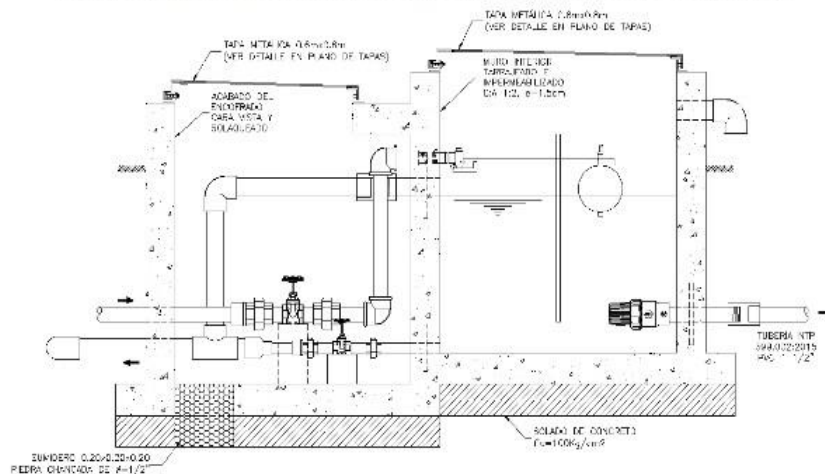
Donde:

D : diámetro del tubo de rebose y limpia (pulg)

Q_{mh} : caudal de la salida de la red de distribución (caudal máximo horario) (l/s)

h_f : pérdida de carga unitaria (m/m)

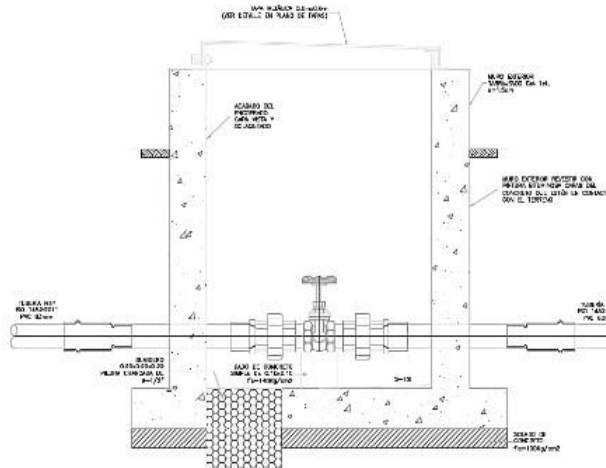
Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución



2.16.2. VÁLVULA DE CONTROL

- ✓ Las cámaras donde se instalarán las válvulas de control deben permitir una cómoda construcción, pero además la correcta operación y mantenimiento del sistema de agua, además de regular el caudal en diferentes sectores de la red de distribución.
- ✓ La estructura que alberga será de concreto simple $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- ✓ Los accesorios serán de bronce y PVC.
- Memoria de cálculo hidráulico
 - La ubicación y cantidad de válvulas de control se determinan con la finalidad de poder aislar un tramo o parte de la red en caso de reparaciones o ampliaciones.
 - En poblaciones concentradas deben proveerse de una válvula de ingreso a la red y en los puntos donde exista un ramal de derivación importante.
 - Se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

Ilustración N° 03.64. Cámara de válvula de control para red de distribución



Tipos de válvulas de interrupción

Son dispositivos hidromecánicos previstos para permitir o impedir, a voluntad, el flujo de agua en una tubería, estas son:

a. Válvulas de compuerta

- Las válvulas de compuerta se usan preferentemente en líneas de agua de circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Estas válvulas solo trabajan abiertas o cerradas, nunca reguladas.
- Las válvulas de compuerta pueden ser de material metálico dúctil y resistente, de asiento elástico y cumplirán las normas.
 - NTP ISO 7259 1998. Válvulas de compuerta de hierro fundido predominantemente operadas con llave para uso subterráneo.
 - NTP ISO 5996 2001. Válvulas de compuerta de hierro fundido
 - NTP ISO 5996:2001. Válvulas de compuerta de hierro fundido.
 - NTP 350.112:2001. Válvulas de compuerta con asiento elástico para sistemas de agua de consumo humano.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las válvulas de compuerta:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - Tipo: De cierre elástico, eje de rosca interno y cuerpo sin acanaladuras.
 - Paso: Total (sección de paso a válvula abierta $\geq 90\%$ de la sección para el DN).
 - Accionamiento: Husillo de una pieza y corona mecanizada para volante/actuador.
 - Instalación: Embridada o junta automática flexible.

b. Válvulas de mariposa

- Se usan para corte a presiones relativamente bajas, fabricadas en hierro fundido y asiento elástico (NTP ISO 10631 1998). Las válvulas de mariposa se deben utilizar cuando el gálibo disponible no permita la instalación de una válvula de compuerta, así como en instalaciones especiales, y siempre que los diámetros de las líneas sean superiores a 1".
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - $DN \geq 32$ mm
 - Tipo: De eje centrado y estanqueidad por anillo envolvente de elastómero.
 - Sentido de giro: Dextrógiro (cierre), levógiro (apertura).

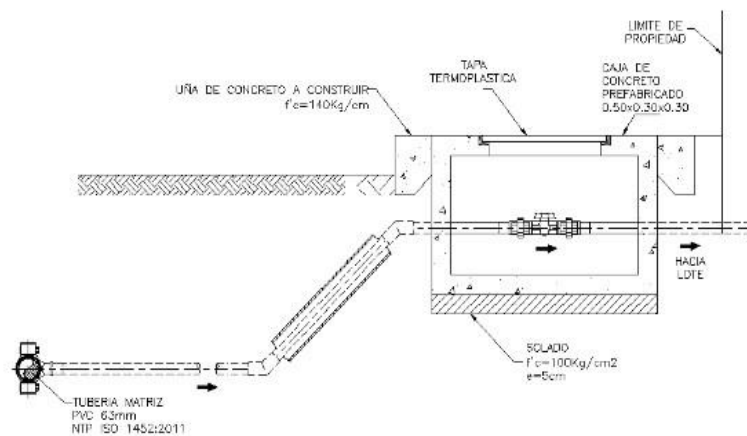
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
 - Instalación: Embridada.
 - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños o sedimentaciones que, eventualmente, pudiera arrastrar el agua por el fondo de tubería dañando el cierre.
 - En una válvula de mariposa utilizada como regulación, debe evitarse la aparición del fenómeno de cavitación, lo que sucede cuando, mantenida una posición de regulación, el valor de la presión absoluta aguas abajo de la válvula es inferior al valor resultante de la caída de presión en el obturador. Por ello, es necesario conocer, en cada caso, los coeficientes de caudal (Kv) a plena abertura y la curva característica de la válvula (variación de Kv en función de la abertura del obturador). La normativa de referencia es:
 - NTP ISO 10631:1998. Válvulas metálicas de mariposa para propósitos generales.
 - NTP ISO 5752:1998. VALVULAS METALICAS PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERIAS DE BRIDAS. Dimensiones entre caras y de cara a eje.
- c. Válvulas de esfera
- Las válvulas con cuerpo de una sola pieza son siempre de pequeña dimensión y paso reducido. Las válvulas con cuerpo de dos piezas suelen ser de paso estándar. Este tipo de construcción permite su reparación. Las válvulas de tres piezas permiten desmontar fácilmente la esfera, el asiento o el vástago ya que están situados en la pieza central. Esto facilita la limpieza de sedimentos y remplazo de partes deterioradas sin tener que desmontar los elementos que conectan con la válvula. La normativa de referencia es:
 - NTP 350.098:1997. Válvulas de toma de cobre-cinc y cobre-estaño para conexiones domiciliarias
 - NTP 350.031:1997. Válvulas de paso de aleación cobre-cinc y cobre-estaño
 - NTP 350.107:1998. Válvulas de paso de aleación cobre-zinc con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias
 - NTP 399.034:2007. Válvulas de material termoplástico para conexiones domiciliarias de agua potable
 - NTP 399.165:2007. Válvulas de paso de material termoplástico con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias.
- d. Válvulas tipo globo
- Las válvulas tipo globo permiten la regulación del flujo de agua, además del cierre hermético cuando cuentan con un asiento flexible, y son las normalmente empleadas en las conexiones domiciliarias. Este tipo de válvulas tienen la ventaja de la regulación, pero la desventaja de pérdidas de carga para tener en cuenta en los cálculos hidráulicos.

2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

- Cuando el suministro se realice mediante redes de distribución, cada vivienda debe dotarse de una conexión predial y de esta conexión hasta la UBS y el lavadero multiusos.
- Se debe ubicar al frente de la vivienda y próxima al ingreso principal.
- El diámetro mínimo de la conexión domiciliaria debe ser de 15 mm (1/2").
- La conexión debe contar con los siguientes elementos:
 - Elementos de toma: mediante accesorios tipo TEE y reducciones.
 - Elemento de conducción: es la tubería de conducción que empalma desde la transición del elemento de toma hasta la conexión predial, ingresando a ésta con una inclinación de 45°.

- Elemento de unión con la instalación interior: para facilitar la unión con la instalación interna del predio se debe colocar a partir de la cara exterior de la caja un niple de 0.30 m; para efectuar la unión, el propietario obligatoriamente debe instalar al ingreso y dentro de su predio una llave de control.
- La conexión domiciliar se realizará a través de una caja prefabricada de concreto u material termoplástico, e ir apoyada sobre el solado de fondo de concreto.

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar



Anexo 4. Cálculos hidráulicos

<u>LINEA DE IMPULSION TRAMO POZO TUBULAR - RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO</u>		
PROY:	"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2023"	
LOC:	COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGION UCAYALI	
INVESTIGADOR	BACHILLER: SAMUEL VARELA ENRIQUEZ	
<u>CALCULOS OBTENIDOS</u>		
3.1 DATOS DE DISEÑO		
Número de viviendas		63 viv.
Densidad poblacional		3.24 Habs/viv.
Periodo de diseño (hasta el 2043)		20 años
Dotación de agua por conexión		100 lts/hab/día
Dotación de agua por pileta		0 lts/hab/día
Número de familias por piletas		0 lts/pil
Tasa de crecimiento (r)		8.00%
3.2 CALCULOS		
Población actual 2023 (año 0)		204 Habs
Población futura 2043 (año 20)		530 Habs
Número de viviendas al 2043		164 viv.
3.3 CAUDALES DE DISEÑO		
<u>AL AÑO 2043</u>		
1 Caudal promedio	$Q_p = \text{Dot}(\text{conex}) \times \text{Pob} \times \% \text{Cobert} + \text{Dot}(\text{piletas}) \times \text{Pob} \times \% \text{Cobert}$	lps
	$Q_p =$	0.61 lps
2 Caudal de Consumo Máx. diario agua $Q_{md} =$	$Q_p \times K1 = Q_p \times 1,3$	0.79 lps
3 Caudal Máx. horario agua $Q_{mh} =$	$Q_p \times K2 = Q_p \times 2,0$	1.22 lps
4 Caudal Máx. horario desagüe	$Q_{mh} \times 0,8$	0.98
5 Caudal de Bombeo (2.6 horas) $Q_b =$	$Q_{md} \times 24 / 2,6$	5.51
6 Volumen de Regulación 20% Q_{md}		13.65 m ³
7 Volumen de Reserva 25% $V_{regulacion}$		3.41 m ³
8 Volumen de Almacenamiento Proyectado	$V_{regulacion} + V_{Reserva}$	17.06 m ³
9 Volumen Adoptado		10.00 m ³

Ficha: Memoria de datos de diseño.

Fuente: Elaboración propia 2023.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
LÍNEA DE IMPULSION TRAMO POZO TUBULAR - RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO

PROY:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2023"

LOC: COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGION UCAYALI

PARAMETROS DE DISEÑO	ESTIMACION	UNIDADES
Pob. Futura	530.00	hab.
Dot.	100.00	l/(hab.* día)
Qp	0.61	l/s
Qp	52.70	m3/día
k1	1.30	
k2	2.00	
Altitud promedio, msnm	176.00	msnm
Temperatura mes mas frio, en °C	18.00	°C

RESULTADOS DE DISEÑO

1) LINEA DE IMPULSION (TRAMO: NIVEL DINAMICO POZO-NIVEL AGUA TANQUE ELEVADO)

CT. POZO TUBULAR (Cota de terreno del Pozo)	175.84	msnm
CT. RESERVORIO ELEVADO (Cota de Terreno del Reservorio de Almacenamiento)	176.00	msnm
C.N.A. RESERVORIO (Cota del Nivel de agua del Reservorio)	188.20	msnm
Altura de Agua del Reservorio (Nivel Maximo - Nivel de Fondo)	1.70	m.
Desnivel entre Cot. Fondo Tanque Elev. - Cot. Terr. Tanque Elev.	10.50	m.
Desnivel entre Cot. Terr. Tanque Elev. - Cot. Terr. Pozo Tubular	0.16	m.
H ESTÁTICA (Altura Estática)	12.56	m.
H descarga (diseño: cota terreno - altura dinamica)	11.90	m.
H tubería ingreso impulsión - Nivel Agua Tanque Elevado	0.20	m.
Profundidad enterrada de tramo Tubería de Impulsión	50.00	m.
Longitud Total del Tramo: caseta de valvulas - Tanque Elevado	11.30	m.

a) Caudal Maximo Diario

$$Q_{md} = \text{Pob. Futura} * \text{Dot.} * K1 / 86,400$$

Qmd (Caudal maximo diario)	0.79	l/seg.
----------------------------	------	--------

b) Tiempo de Funcionamiento del Equipo de Bombeo

T (Tiempo de funcionamiento del equipo de bombeo)	3.44	hrs
---	------	-----

c) Caudal de Bombeo

$$Q_b = (24 / T) * Q_{md}$$

Qb (Caudal de bombeo)	5.51	l/seg.
-----------------------	------	--------

d) Velocidad en la Tubería de Impulsión

V (Velocidad de Impulsión recomendable)	1.50	m/seg.
---	------	--------

e) Diámetro de la Tubería de Impulsión

$$\varnothing = 1.2 * (T / 24)^{1/4} * (Q_b / 1000)^{1/2}$$

D (Diámetro tentativo)	0.05	m.
D (Diámetro tentativo)	2.16	Pulg.
D (Diámetro comercial calculado)	2.00	Pulg.

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2023.

2) ANALISIS PARA LA LINEA DE IMPULSION (F°G° UR Ø 2" - PVC-UFØ 2" - PVC URØ 2")			
a) Diametro			
Tramo: Pie de Tanque Elev ado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10.40		2
Longitud Pie Tanque Elev . - N.A.de Tanque Elev .	62.40		m.
Profundidad ent errada de tramo Tuberia de Impulsion	50.00		m.
Desnivel ent re Cot . Fondo Tanque Elev . - Cot . Terr. Tanque Elev .	10.50		m.
Alt ura de Agua del Reservorio (Niv el Maximo - Niv el de Fondo)	1.70		m.
H tuberia ingreso impulsio n - Niv el Agua Tanque Elev ado	0.20		m.
D (Diametro comercial Linea de Impulsion en pulgadas)	2.00		Pulg.
D (Diametro comercial impulsio n en met ros)	0.0508		m.
Tramo: Caseta de Valv ulas - Pie de Reservorio Elev ado (L = m, PVC-UF, Ø ")			
	11		2
	11.30		m.
D (Diametro comercial Linea de Impulsion en pulgadas)	2.00		Pulg.
D (Diametro comercial impulsio n en met ros)	0.0508		m.
Tramo: Niv el Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valv ulas (L = m, PVC-UR, Ø ")			
	23		2
Longitud Niv el Din. Tub. Columna int . Pozo Tub. - Caseta de Valv .	23.20		m.
Longitud de Columna interna del Pozo Tubular	11.90		m.
Longitud del Pozo Tubular - Caseta de Valv ulas	11.30		m.
D (Diametro comercial Linea de Impulsion en pulgadas)	2.00		Pulg.
D (Diametro comercial impulsio n en met ros)	0.0508		m.
b) Velocidad corregida			
$Vc = 1.974 * Qb / (D)^2$			
Tramo: Pie de Tanque Elev ado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")			
	10.40		2
Vi (Velocidad Corregida)	2.72		m/seg.
Tramo: Caseta de Valv ulas - Pie de Reservorio Elev ado (L = m, PVC-UF, Ø ")			
	11		2
Vi (Velocidad Corregida)	2.72		m/seg.
Tramo: Niv el Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valv ulas (L = m, PVC-UR, Ø ")			
	23		2
Vi (Velocidad Corregida)	2.72		m/seg.
c) Gradiente Hidraulica Linea de Impulsion (S)			
$S = (Qb / (1000 * 0.2785 * C * D^{2.63})$			
$K = D^{2.63}$			
Tramo: Pie de Tanque Elev ado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")			
	10		2
C (Coeficiente de rugosidad HD)	150		
K (Constant e del diametro)	0.00039		
S (Gradiente Hidraulica)	0.132		m/m
Tramo: Caseta de Valv ulas - Pie de Reservorio Elev ado (L = m, PVC-UF, Ø ")			
	11		2
C (Coeficiente de rugosidad PVC-UF)	150		
K (Constant e del diametro)	0.00039		
S (Gradiente Hidraulica)	0.132		m/m
Tramo: Niv el Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valv ulas (L = m, PVC-UR, Ø ")			
	23		2
C (Coeficiente de rugosidad F°G°)	150		
K (Constant e del diametro)	0.00039		
S (Gradiente Hidraulica)	0.132		m/m

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2023.

d) Pérdida de Carga por Fricción en las Tuberías de la Línea de Impulsión (H_f IMPULSION)			
$H_f = S * L_i$			
Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")		10	2
Li (Longitud)		62.40	m.
Hf ₁ (Pérdida de Carga por Fricción en las Tuberías)		8.21	m.
Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservorio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")		11	2
Li (Longitud)		0.00	m.
Hf ₂ (Pérdida de Carga por Fricción en las Tuberías)		0.00	m.
Tramo: Nivel Dinam. Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")		23	2
Li (Longitud)		23.20	m.
Hf ₃ (Pérdida de Carga por Fricción en las Tuberías)		3.05	m.
$H_{f1} = H_{f1} + H_{f2} + H_{f3}$			
Hf _T (Pérdida de Carga Total por Fricción en las Tuberías)		11.27	m.
e) Pérdida de Carga Local por Accesorios			
$HL = \sum K * (V^2 / 2g)$			
Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")		10	2
$V^2 / 2g =$		0.38	m.
$\sum K =$		1.80	
Accesorios:			
02 Codo 1"x 90° =		1.80	Adimensional
HL ₁ =		0.68	m.
Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservorio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")		11	2
$V^2 / 2g =$		0.38	m.
$\sum K =$		0.80	
Accesorios:			
02 Codo 1"x 45° =		0.80	Adimensional
HL ₂ =		0.30	m.
Tramo: Nivel Dinam. Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")		23	2
$V^2 / 2g =$		0.38	m.
$\sum K =$		1.30	
Accesorios:			
01 Codo 1"x 90° =		0.90	Adimensional
01 Valvula Compuerta 2" abierta =		0.20	Adimensional
01 Valvula Compuerta 2" abierta =		0.20	Adimensional
HL ₃ =		0.49	m.
$HL_T = HL_1 + HL_2 + HL_3$			
Hf (Pérdida de Carga Total por Accesorios)		1.47	m.
f) Pérdida de Carga Total			
$H_{f\text{ TOTAL}} = H_{f\text{ TUBERIAS}} + H_{f\text{ ACCESORIOS}}$			
Hf _{TOTAL} (Pérdida de Carga Total)		12.74	m.
g) Altura Dinámica Total (H_{DT})			
$H_{DT} = H_{\text{ESTARICA}} + H_{\text{NIVEL DINAMICO}} + H_{f\text{ TOTAL}} + P_{\text{RESERV. ALM.}}$			
P _{RESERV. ALM.} (Presión de Llegada al Reservorio)		1.50	m.
HDT (Altura Dinámica Total)		38.70	m.
h) Potencia del Equipo de Bombeo			
$Pot_{.B} = H_{DT} * Q_b / (75 * 0.75)$			
Pot B (Potencia de la Bomba)		3.79	HP
Pot B (Potencia de la Bomba)		2.00	HP

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2023.

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE AGUA

PROY:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI - 2023"

LOCALIDAD:

COMUNIDAD NATIVA SANTA TERESITA DE CASHIBO, DISTRITO DE YARINACocha, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGION UCAYALI

1. POBLACIÓN DE DISEÑO

Tasa de crecimiento (r)	8.00%	%
Periodo de diseño (t)	20.00	años
Nº viviendas	63.00	viviendas
Densidad de vivienda	3.24	hab./viv.
Población Actual (Pa)	204.00	hab

Población Diseño (Pd) 530 hab

$$Pd = Pa * (1 + r * t)$$

2. CAUDALES DE DISEÑO

Población Diseño (Pd)	530	hab
Dotación (Dot)	100	lt/hab/día
Coef. variación máx. diaria (k1)	1.3	
Coef. variación máx. horaria (k2)	2.0	

Caudal promedio (Qp) 0.61 lps

$$Qp = \frac{Pd * Dot}{86400}$$

Caudal máx. diario (Qmd) 0.80 lps

$$Qmd = k1 * Qp$$

Caudal máx. horario (Qmh) 1.23 lps

$$Qmh = k2 * Qp$$

3. CAUDALES EN MARCHA POR TRAMOS

Caudal unitario (Qunit) 0.00066 lps

$$Qunit = \frac{Qmm}{Ltotal}$$

Caudal en marcha

$$Qma = Qunit * Ltramo$$

Ficha: Memoria de cálculo de línea de aducción.

Fuente: Elaboración propia 2023.

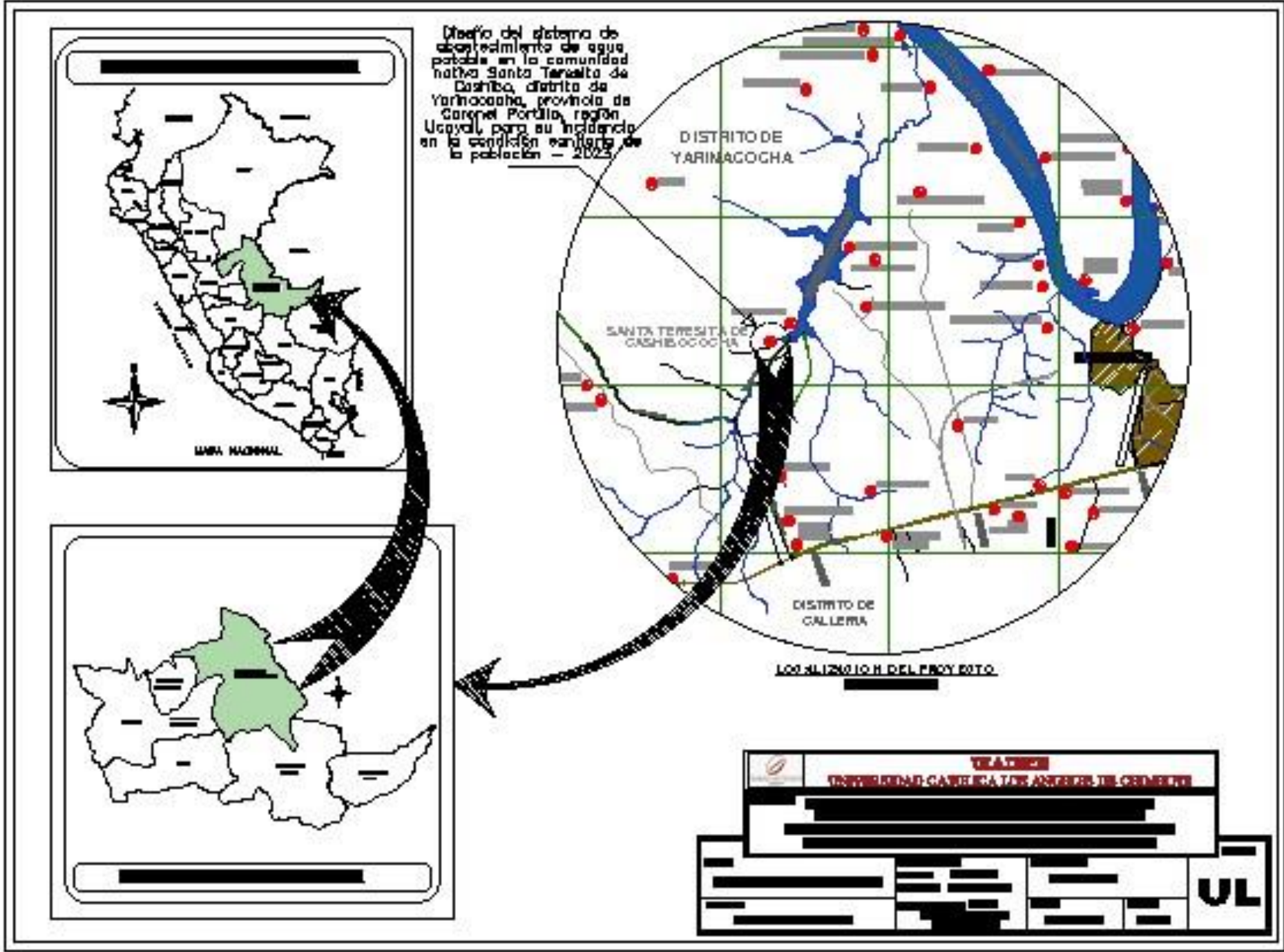
4. LINEA DE ADUCCION				
1.-	Qdiseño		1.23	lps
2.-	Cota terreno tanque elevado		176.00	msnm
3.-	Longitud Total de la Linea de Aduccion		21.1	m.
	Longitud de tubería F°G° (Aereo)		10.50	m.
	Longitud de tubería PVC-UF (Enterrado)		10.6	m.
4.-	V(velocidad de la línea de aducción)		0.8	m/s
5.-	Diametro calculado		1.80	pulg
	$D = \sqrt{\frac{1.9735 * Q_{diseño}}{V}}$			
6.-	Diametro comercial asumido		2	pulg
	Velocidad recalculada		0.61	m/s
7.-	Coeficiente de H-W			
	Coeficiente de H-W para Tub. F°G°		100	√pie/seg
	Coeficiente de H-W para Tub. PVC-UF		150	√pie/seg
8.-	Gradiente Hidraulica			
	Gradiente hidraulica, Tub. F°G° (S1)		17.01	‰
	Gradiente hidraulica, Tub. PVC-UF (S2)		8.03	‰
	$h_f = \left(\frac{Q}{.0004264 * C * D^{2.64}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$			
9.-	Perdida de Carga Total (m)		0.26	m.
	Perdida de carga en el tramo de tub F°G°		0.1786	m
	Perdida de carga en el tramo de tub PVC-UF		0.0853	m
10.-	Cota de terreno en A (inicio de la red distrib.)		175.5	msnm
11.-	Cota Piezometrica en el inicio de Red		186.24	msnm
12.-	Carga disponible al inicio de la Red		10.74	m

Ficha: Memoria de cálculo de línea de aducción.

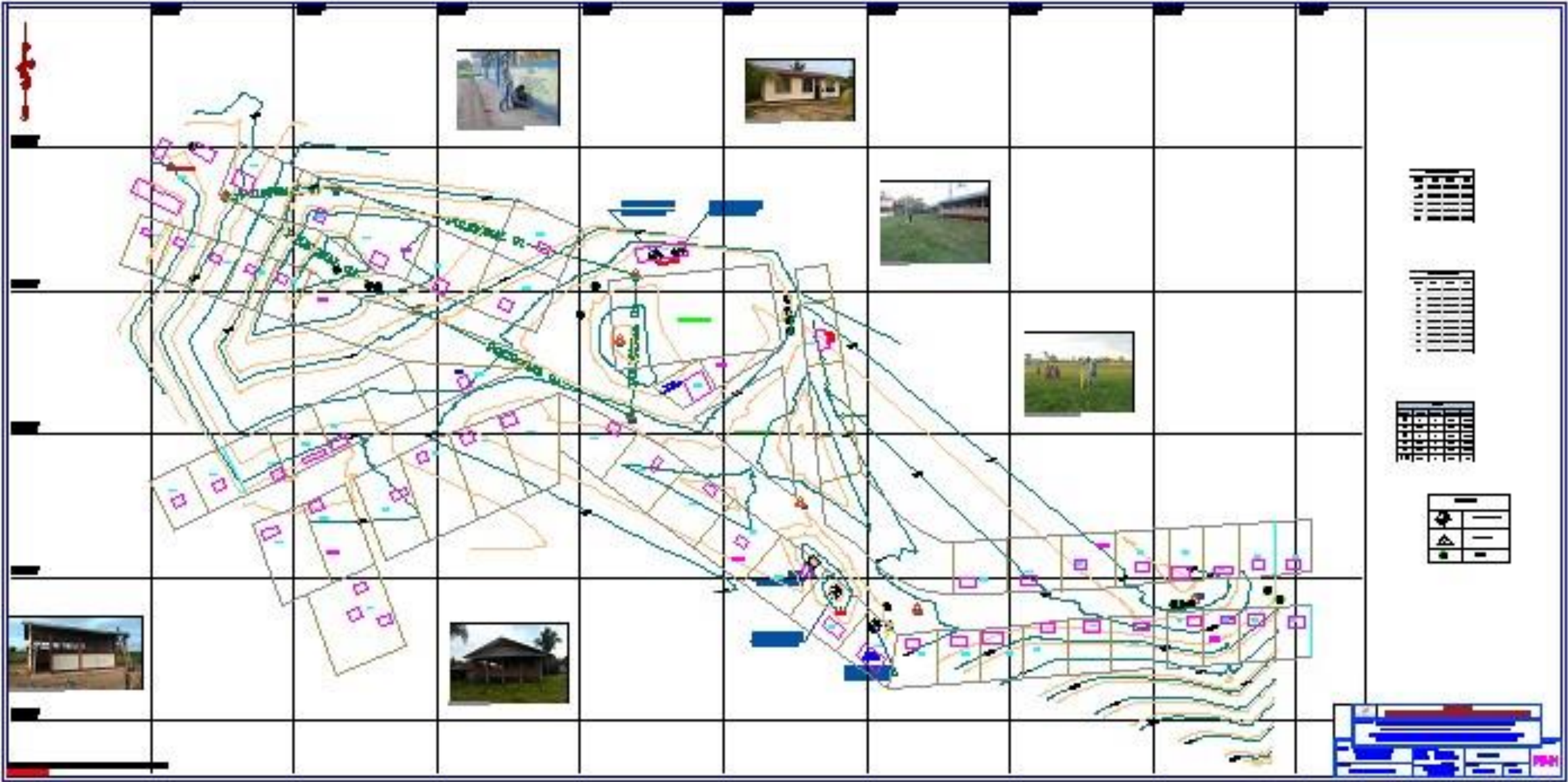
Fuente: Elaboración propia 2023.

Anexo 5. Planos del diseño

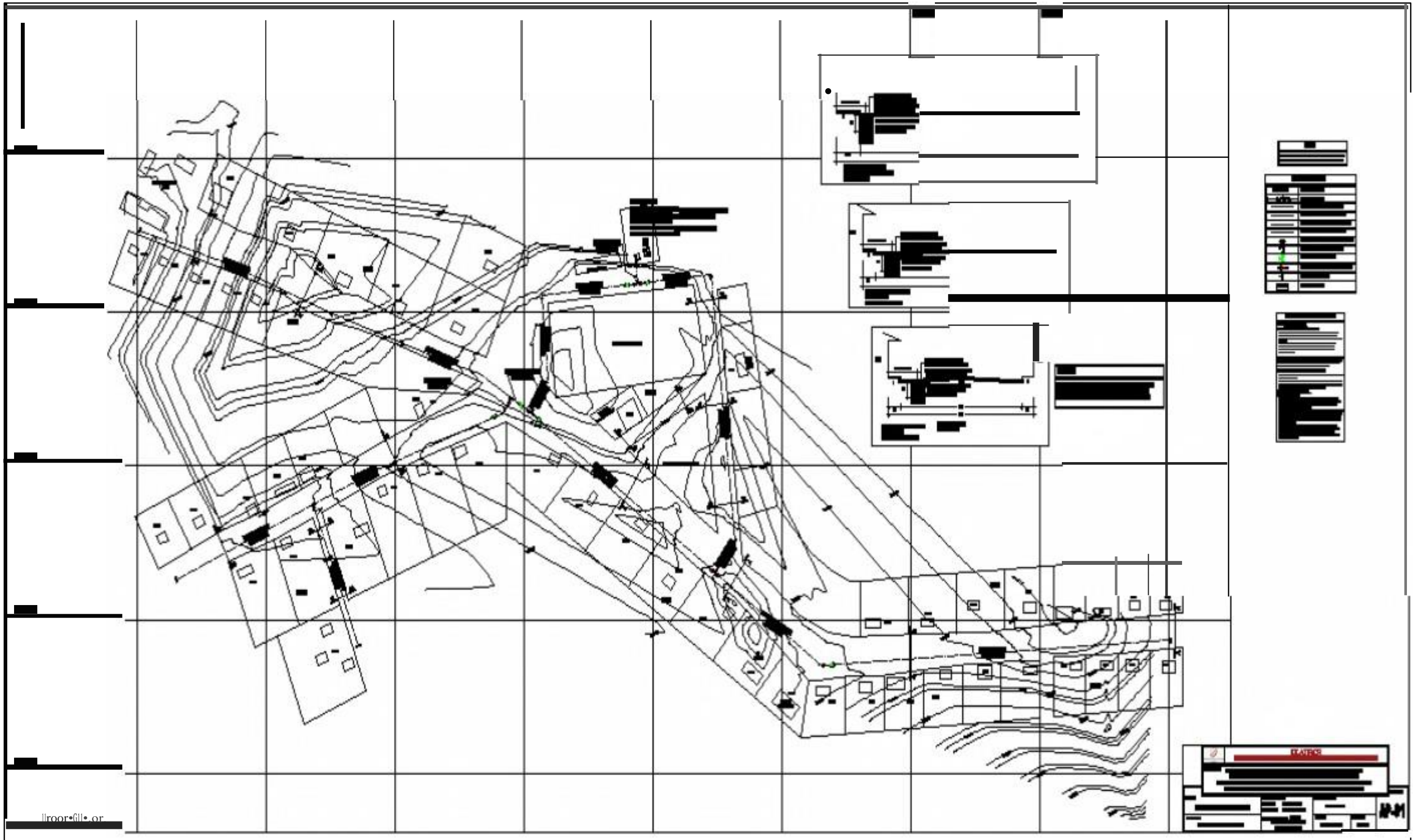
Plano de ubicación y localización



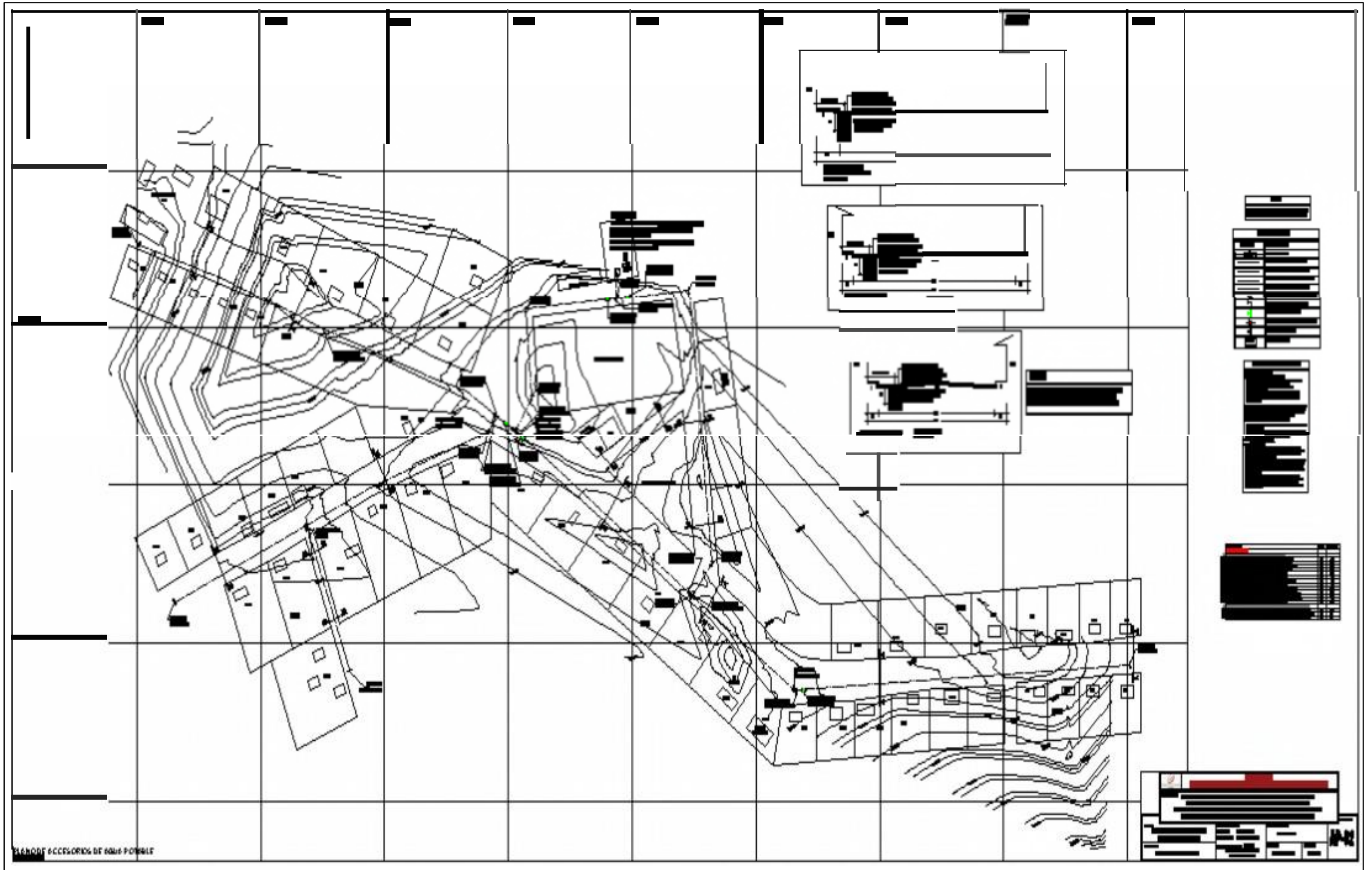
Plano de topografía

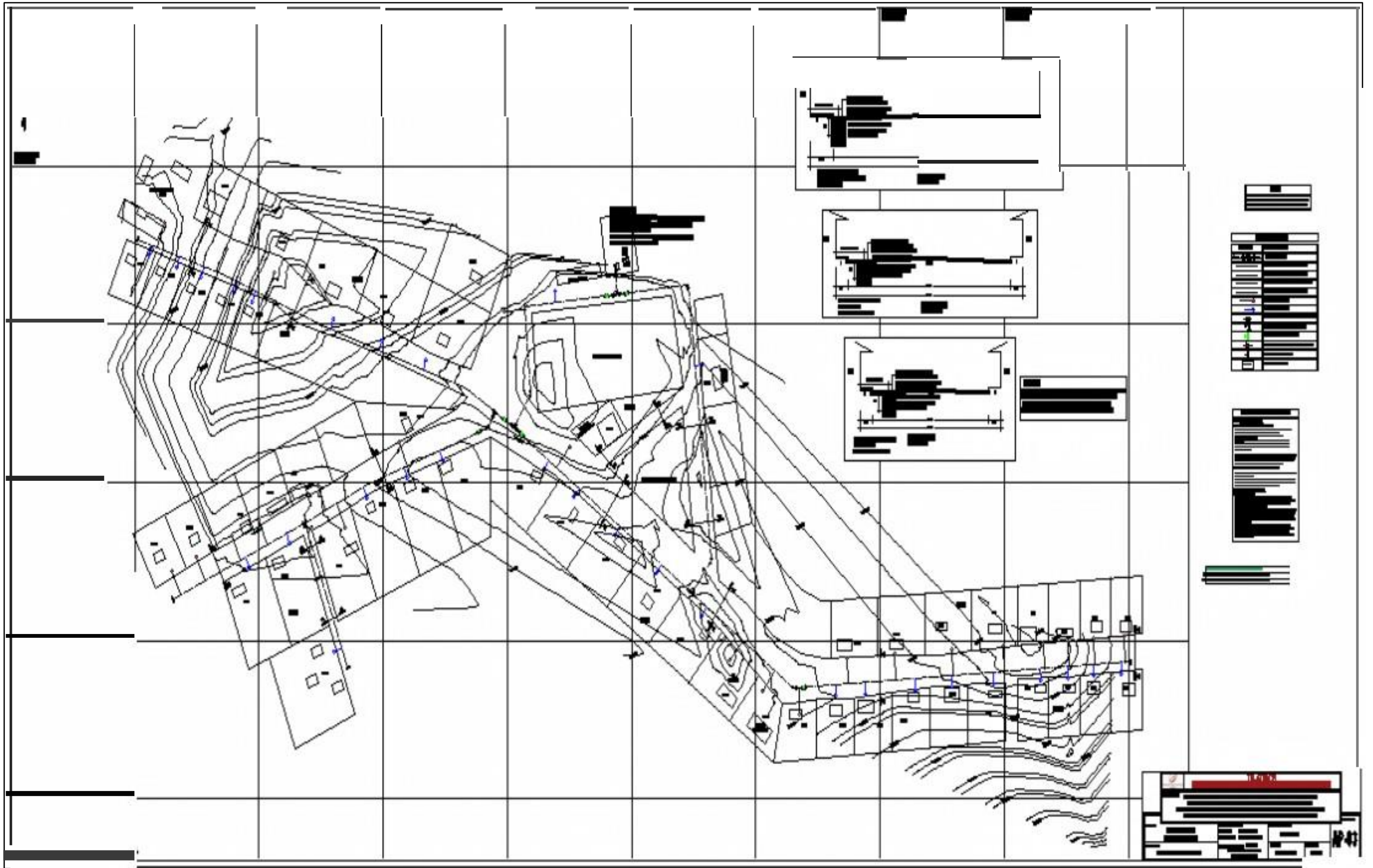


Plano de red de distribución



llroor=fill= or





Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 01. Reunión con la población de la comunidad nativa.



Fotografía 02. Reunión con la directiva de la comunidad nativa.



Fotografía 03. Levantamiento topográfico.



Fotografía 04. Levantamiento topográfico.

CONDICION_SANITARIA_VARELA_ENRIQUEZ_SAMUEL-15-58.doc

INFORME DE ORIGINALIDAD

6%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

32%

★ repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 4%

Excluir bibliografía

Activo