



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE EN EL CASERÍO PUEBLO LIBRE,
DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE
CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU
INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA
POBLACIÓN – 2021.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

RODRIGUEZ MADRID, JIM PAUL

ORCID: 0000-0002-0833-1213

ASESOR

ZÁRATE ALEGRE, GIOVANA MARLENE

ORCID: 0000-0001-9495-0100

CHIMBOTE – PERÚ

2022

1. Título de la tesis

Diseño del sistema del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021.

2. Equipo de trabajo

Autor

Rodríguez Madrid Jim Paul

ORCID: 0000-0002-0833-1213

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

Asesor

Mgtr. Zárate Alegre Giovana Marlene

ORCID: 0000-0001-9495-0100

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

Jurado

Mgtr. Sotelo Urbano Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidente

Mgtr. Lazaro Diaz Saul Heysen

ORCID: 0000-0002-7569-9106

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Mgtr. Sotelo Urbano Johanna del Carmen
Presidente

Mgtr. Lazaro Diaz Saul Heysen
Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor
Miembro

Mgtr. Zárate Alegre Giovana Marlene
Asesor

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento:

A Dios por siempre bendecirme, por la salud y la vida que proporciona para seguir cumpliendo mis metas y objetivos profesionales, a mi madre por darme la vida y por su apoyo incondicional.

A mi persona, por siempre poner todo de mi para ser un gran profesional y demostrar todos mis conocimientos.

A los docentes de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, por sus enseñanzas y compartir sus conocimientos, a todos mis compañeros que me apoyaron en lograr mi meta profesionalmente.

Dedicatoria

A Dios por la fuerza, la voluntad y sobre toda la vida para lograr mis metas y seguir brillando profesionalmente.

A la casa de estudios, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, por brindarme sus ambientes y la educación de sus docentes para cumplir mi meta de ser un profesional y compartir mis conocimientos de manera eficiente.

A mi madre, por su perseverancia y apoyo incondicional, al Asesora por darme la oportunidad de cumplir y desarrollar mi tesis con éxito y poder culminar con mi investigación.

5. Resumen y abstract

Resumen

El presente estudio tiene como finalidad principal el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021, considerando ante la necesidad de contar con dicho servicio se planteó el siguiente **enunciado del problema**, ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable mejorara la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre?, donde el **objetivo general** fue, Desarrollar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable mejorara la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021, **La metodología** aplicada en el presente investigación fue de tipo correlacional, de nivel cuantitativo y cualitativo y de diseño descriptivo, no experimental de corte transversal, se **concluyó** con el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable , los cuales comprendes los siguientes componentes hidráulicos, donde la captación y fuente de agua es subterránea, la cual mediante un sistema de impulsión, una electro bomba es impulsada hacia el reservorio elevado diseñado, cumpliendo con la demanda de la población y esta mediante gravedad es conducido mediante la línea de aducción hacia las redes de distribución y estas llegan mediante las conexiones domiciliarias a las viviendas de la población del caserío Pueblo Libre.

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

Abstract

The main purpose of this study is the design of the drinking water supply system in the Pueblo Libre village, Campo Verde district, Coronel Portillo province, Ucayali region, for its impact on the health condition of the population - 2021, considering before the need to have this service, the following statement of the problem was raised, Will the design of the drinking water supply system improve the sanitary condition of the population of the Pueblo Libre hamlet?, where the general objective was, Develop the design of the system of drinking water supply will improve the health condition of the population of the Pueblo Libre farmhouse, Campo Verde district, Coronel Portillo province, Ucayali region - 2021. The methodology applied in this research was correlational, quantitative and qualitative, and descriptive, non-experimental cross-sectional design, it was concluded with the design of a supply system drinking water system, which includes the following hydraulic components, where the collection and source of water is underground, which through a drive system, an electric pump is driven towards the designed elevated reservoir, meeting the demand of the population and This by gravity is conducted through the adduction line to the distribution networks and these arrive through home connections to the homes of the population of the Pueblo Libre farmhouse.

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.....	vii
6. Contenido.....	ix
7. Índice de gráficos, tablas, figuras, cuadros y fotografías	xi
I. Introducción	1
II. Revisión de literatura	3
2.1 Antecedentes.....	3
2.2 Bases teóricas de la investigación.....	11
III. Hipótesis.....	25
IV. Metodología	26
4.1 El tipo de investigación	26
4.2 El nivel de investigación.....	26
4.3 Diseño de la investigación	26
4.4 Población y muestra.....	27
4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	28
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	30
4.7 Plan de análisis	31

4.8 Matriz de consistencia	32
4.9 Principios éticos.....	34
V. Resultados.....	35
5.1 Resultados.....	35
5.2 Análisis de resultados	46
VI. Conclusiones.....	49
Aspectos complementarios	51
Referencias bibliográficas	52
Anexos	57
Anexos 01: Instrumentos de recolección de datos.....	58
Anexos 02: Cálculos hidráulicos	60
Anexos 03: Norma	67
Anexos 04: Planos	134
Anexos 05: Fotografías.....	143

7. Índice de figuras, gráficos, cuadros y fotografías

Índice de figuras

Figura 01. Agua potable	12
Figura 02. Calidad de agua	13
Figura 03. Características físicas	13
Figura 04. Muestra de agua	14
Figura 05. Captación de agua subterránea	15
Figura 06. Pozos profundos	16
Figura 07. Pozos excavados.....	17
Figura 08. Sistemas de agua potable para el ámbito rural.	19
Figura 09. Esquema de diseño de investigación	26

Índice de gráficos

Grafico 01. Servicio de agua potable	42
Grafico 02. Abastecimiento de agua en el caserío Pueblo Libre.	42
Grafico 03. Condición sanitaria enfermedades.	43
Grafico 04. Condición sanitaria en la cobertura de agua.	43
Grafico 05. Condición sanitaria en la cantidad de agua.....	44
Grafico 06. Condición sanitaria en la continuidad de agua.	44
Grafico 07. Condición sanitaria en la calidad de agua.....	45

Índice de tablas

Tabla 01: Periodos de Diseño de Infraestructura Sanitaria.....	18
Tabla 02: Dotación de agua según opción tecnológica.	20
Tabla 03: Dotación de instituciones estatales.....	21

Índice de cuadros

Cuadro 01. Definición y operacionalización de variables.....	28
Cuadro 02. Matriz de consistencia.....	32
Cuadro 03. Algoritmo de selección de sistemas de agua potable.....	35
Cuadro 04. Datos de diseño.....	36
Cuadro 05. Cálculo de diseño.....	37
Cuadro 06. Cálculo de la línea de impulsión.....	38
Cuadro 07. Cálculo de la línea aducción.....	39
Cuadro 08. Cálculo de la red de agua.....	40

Índice de fotografías

Fotografía 01. Vista satelital del caserío Pueblo Libre.....	144
Fotografía 02. Levantamiento topográfico.	144
Fotografía 03. Levantamiento topográfico.	145
Fotografía 04. Ubicación del BM-01.....	145
Fotografía 05. Ubicación del BM-02.....	146

I. Introducción

El estudio se encuentra ubicado en el caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, la investigación justifica, ante la necesidad de los servicios básicos en el caserío, lo cual viene generando, que la población sufra de manera frecuente enfermedades gastrointestinales, lo cual dificulte su economía y el gasto que esto ocasiona, se plantea el siguiente **enunciado del problema**, ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable mejorara la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre?, donde el **objetivo general** es, desarrollar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable mejorara la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021, como **objetivos específicos** tenemos como: Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021, Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, región Ucayali – 2021 y Determinar la incidencia en la condición sanitaria del caserío sanitaria del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021, Determinar las fuentes de abastecimiento de agua potable y Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Pueblo Libre. **La metodología** aplica comprende el diseño correlacional, puesto en la

información a obtenerse carecerá de medición numérica, descriptiva porque permitirá describir la realidad sin alterarla; observacional, no experimental; transversal pues las variables de estudio serán medidas en una sola oportunidad y retrospectiva. El **nivel** de investigación será descriptivo, porque permitirá caracterizar las actuales condiciones del sistema de abastecimiento de agua potable. El universo y muestra estarán comprendidos por los sistemas de abastecimiento de agua potable del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021. Las Técnicas de recolección de datos serán la observación no experimental, entrevistas, encuestas y análisis documental; y los instrumentos de recolección de datos serán la ficha técnica de evaluación de estructuras y cuestionarios sobre calidad de los servicios. El Plan de análisis comprenderá las visitas preliminares de coordinación, la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos, la sistematización de la información recolectada, la presentación de resultados y la propuesta de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío, el **límite temporal** estará conformado desde agosto del año 2022 y el **límite espacial** estuvo comprendida en el periodo agosto 2022, en el caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali. Se **concluyó**, con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, con los componentes de una línea de impulsión, reservorio, línea de aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias.

II. Revisión de literatura

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Según Guaman et al (1), En su tesis titulada Diseño del sistema para el abastecimiento del agua potable de la Comunidad de Mangacuzana, Cantón Cañar, provincia de Cañar, tuvo como objetivo general realizar el diseño del sistema para el abastecimiento de agua potable de la comunidad de Mangacuzana, mediante cálculos e investigaciones en las normativas vigentes, para cumplir con ello se tuvo como objetivos específicos realizar la proyección poblacional y calcular el caudal de diseño, realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, realizar y determinar el presupuesto del proyecto con su respectivo cronograma de ejecución de obra para cumplir con ello se utilizó una metodología con un tipo de estudio descriptivo, se utilizó la técnica observación y el nivel de la investigación fue cualitativo y cuantitativo, tuvo como población y muestra habitantes de la comunidad de Mangacuzana, Parroquia Cañar, Cantón Cañar, Provincia de Cañar, llegando a la conclusión Para la determinación de la población futura de la comunidad de Mangacuzana, se ha establecido un período de diseño de 20 años y una tasa de crecimiento poblacional de 1,22 %, obteniendo así una población futura de 357 habitantes, se determinó el caudal mínimo de las dos fuentes en época de estiaje, de 0,3 l/s de la vertiente de Cocha -

Huaico 1 y de la vertiente Cocha-Huaico 2 de 0,5 l/s, con fines de uso múltiple un caudal total de 0,8 l/s, el diseño de la red de distribución se lo realizó con tubería PVC de rugosidad de 140, los diámetros utilizados varían desde los 50 mm hasta los 20 mm, las conexiones domiciliarias tienen un diámetro de 20 mm, como lo indica la normativa, se debe concienciar a los habitantes de la comunidad acerca de la importancia de evitar contaminación de las fuentes de abastecimiento, malos usos del agua e instalaciones defectuosas o arbitrarias, los dirigentes de la junta de agua deberán programar cada cierto tiempo actividades de mantenimiento y limpieza de las estructuras que conforman el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y se debe asignar un operador para el Sistema de Agua Potable, esta persona debe recibir capacitación acerca del funcionamiento y operación de todos los elementos del sistema de agua potable.

Según Becerra et al. (2), Para optar el título de ingeniero civil en su tesis titulada, 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, Como Objetivo, Realizar el 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, su metodología empleada fue de tipo aplicativo de nivel

descriptivo, donde el resultado, se determinó un consumo de 180 lts/hab/día por ser clima cálido, se consideró 25 % de volumen de regulación y un reservorio proyectado de 200 m³ y se concluye en una población futura de 3586 habitantes, caudal de bombeo de la línea de impulsión de 14,94 lps, velocidad de 0,845m/s, potencia de la bomba 21 HP y del motor 28 HP y longitud de 40m; velocidades mínimas de 0,02 m/s y máxima de 9,02m/s, diámetro variante de 2 a 6, presiones máximas y mínimas de 9,32 mca y 40,74 mca, respectivamente.

Según, Montalvo (3), Realizo su tesis, 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, en el año 2018, donde el Objetivo general fue, Rediseñar el sistema de agua potable del Barrio Cashapamba desde el tanque de reserva Cashapamba hasta el tanque de reserva Dolores Vega, que contempla la red de distribución y línea de conducción, ubicado en la parroquia Sangolquí, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha y se llegó a la conclusión, La red R-BC, presenta en ciertos sectores del barrio parámetros hidráulicos acorde a la Normativa vigente de presiones en nodos y de velocidad en tuberías, dado que los parámetros de diseño de redes de agua potable han sido actualizados en el pasar del tiempo existen tuberías que no cuentan con el diámetro mínimo, en este

caso, de 63 mm exigido por la normativa vigente, por tal razón requiere un rediseño de los sistemas que pueda satisfacer las demandas actuales y futuras de la población.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Según Vicente (4), En su tesis titulada, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del anexo Los Ángeles de Bajo Timarini – 2020, El problema principal de la investigación es ¿Cómo plantear el diseño del sistema de agua potable del Anexo Los Ángeles de Bajo Timarini, distrito de Satipo, provincia de Satipo, región Junín – 2020?, donde los objetivos específicos son, Diseñar los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable de Los Ángeles de Bajo Timarini, Los Ángeles de Bajo Timarini como son, La captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y la red de distribución, se aplicó la metodología no experimental, aplicada a nivel descriptivo – explorativo, los resultados obtenidos son la captación de concreto armado, con una línea de conducción de 357 m, de una tubería de PVC SAP C10 de ½ plg, con un reservorio apoyado de concreto armado de 10 m³, el cual se incluye el sistema de cloración por goteo, la línea de aducción con 755 m, de tubería de PVC SAP C10 DE ½ plg y la red de distribución de 1553 m, contara con 35 conexiones domiciliarias, se concluyó el diseño hidráulico y estructural de los componentes del sistema de abasteciendo de agua potable por gravedad sin tratamiento, con población de diseño de 220

habitantes, con 2,34% de tasa de crecimiento, con captación tipo ladera, con dimensiones requeridas, además tiene cuenta con accesorio como, canastilla, tubería de rebose, tubería de limpieza, tubería de salida y cerco perimétrico, línea de conducción con una válvula de purga y aire, un reservorio con sus accesorios dimensionados, caseta de válvulas, caseta de cloración y su cerco perimétrico, línea de aducción con 01 válvula de compuerta, 02 válvula aire y purga y un pase aéreo de 15 m, finalmente la red de distribución de tipo abierto, con válvulas de purga a final de cada tramo.

Según Meza (5). En su tesis titulada, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Samañaro – 2019, El problema de investigación abordado fue, ¿Cómo debe ser el diseño adecuado del sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado Samañaro?, donde el objetivo general fue, Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Samañaro y los objetivos específicos fueron, Establecer los elementos hidráulicos del sistema de abastecimiento de agua potable, Determinar los elementos estructurales del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable, se concluye con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y de los componentes hidráulicos, los cuales cumplan con las normativas vigentes, La metodología de investigación utilizada fue de tipo aplicada con enfoque cuantitativo de nivel exploratorio-

descriptivo de corte transversal, los resultados obtenidos fueron, el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para una población futura de 20 años cuya población actual es de 120 personas, también se realizó el diseño de un reservorio de 10 m³ el cual tendrá en la línea de aducción y conducción, la instalación de tuberías de 1 pulg de clase 10, una caja de distribución de caudal y cámara de rompe presión, finalmente, se concluye que la presente investigación constituye un gran aporte para la población del Centro Poblado de Samañaro.

Según Bayona (6), En sus tesis que tiene como título Diseño del sistema de saneamiento básico para mejorar la calidad de vida de las localidades de Chirapa y Pacchilla, San Martín, 2018 para que obtenga su título profesional de ingeniería civil planteo como objetivo general Diseñar el sistema de saneamiento básico para mejorar la calidad de vida de las localidades de Chirapa para cumplir con ello se realizó objetivos específicos Calcular y diseñar la cámara de captación, línea de conducción, reservorio de almacenamiento y red de distribución y realizando la metodología de diseño de investigación fue pre-experimental inductivo, deductivo, bibliográfico, y de campo, puesto que se ha observado la realidad tal y como es, para determinar las alternativas de solución de los problemas planteados llegando a la conclusión Habiendo realizados el análisis y los cálculos respectivos, se desarrolló el diseño para el sistema de agua potable, con el cálculo

hidráulico, Q diseño, para una población al 2033 de 1825 habitantes, con un reservorio de 60 m³ y se dejó como recomendaciones Mantener la propuesta de captación identificada en el desarrollo del Estudio Topográfico, la cual se encuentra ubicada a unos minutos de la zona de Captación actual de estos centros poblados, se recomienda realizar la limpieza y eliminación de terreno en las primeras capas de suelo inorgánico, para la construcción de estructuras se deberá compactar el suelo con vibro pisonés, preferentemente en fondos de excavación, colocando un recubrimiento de 20 cm de material granular o afirmado, para el control de calidad se deberá haber realizado la compactación al 100% de la máxima densidad seca del Proctor modificado.

2.1.3 Antecedentes locales

Según Avendaño (7), En su tesis; Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío San Lorenzo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – año 2019, tuvo como objetivo general Realizar el cálculo y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío San Lorenzo, distrito de Yarinacocha, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, el estudio actual de la investigación es descriptivo, ya que requiere entender los fenómenos y/o aspectos de la realidad del caserío San Lorenzo, este de tipo no experimental, donde el nivel es tipo visual personalizada y directa descriptiva, cualitativo y cuantitativo, donde los

resultados obtenidos con el nuevo planteamiento muestran o muestran el diseño de la línea de aducción y en la red de distribución, se encontraron velocidades, pendientes, diámetros y presiones satisfactoriamente, todas cumplieron de acuerdo a los parámetros estipulados.

Según Alvarado (8), En su tesis, 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, tuvo como objetivo general, Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío San Martín, distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, la metodología que se empleo es de tipo descriptivo, nivel cualitativo, diseño no experimental y de corte transversal. Se concluye de diseño de la línea de aducción con una longitud de 20,30 m, y con 342 m, de redes, también 15 conexiones domiciliarias a nivel de la pileta por cada lote de habitado, se contará con un tipo de sistema ramificado, de la misma manera se empleó un periodo de 20 años aplicando la Resolución Ministerial N° 192-2018, cumpliendo con los objetivos tanto especifico como generales se puede aplicar el El Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Caserío Nuevo San Martín, Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali, para la mejora de la condición sanitaria de la población.

Según Flores (9), En su tesis, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Masaray, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, año 2019, tuvo como objetivo general, Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Masaray, distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, la metodología en el presente proyecto de investigación es de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal, donde el nivel de la presente investigación es cualitativo y cuantitativo, donde se concluye que en el año 20 (2039) el volumen de almacenamiento es de 13 m³, abastecerá de agua potable a la población eficientemente, la población del caserío Masaray para el año 2039 es de 558 habitantes, con el diseño dese cumplirá con la demanda de agua potable, se alcanza a elevar el nivel de vida y de las condiciones de salud de cada uno de los habitantes.

2.2 Bases teóricas de la investigación

2.2.1 Agua

Según Ledesma (10), Es el elemento vital con mayor consumo en el mundo, donde el acceder al agua es beneficio para la población que lo adquiere, el agua se puede encontrar dulce o salada, libre o con minerales y en sus estados sólido, líquido y gaseoso. El agua es el elemento líquido con mayor presencia en el planeta dado que en la superficie terrestre el 70 % está cubierta de agua.

2.2.2 Agua potable

Según Criollo (11), Es acto para su consumo, donde cuida la salud de la humanidad, el cual el agua no contiene microorganismos, ni sustancias químicas.



Figura 01. Agua potable

Fuente: Sedapal

2.2.3 Calidad del agua

Según Zambrano (12), La calidad de agua es determinada y descrita mediante características, físicas y biológicas, donde depende como se usará el agua para mejorar su calidad, donde esta pueda ser para el consumo humano, sin generar malestares o alteraciones a su organismo.



Figura 02. Calidad de agua

Fuente: Agua. Vida

a) Características físicas

Son aquellas que se pueden ver, olfatear o definir a través del gusto, estos son perceptibles, prácticamente son muy simples de identificarlos, sin la necesidad de hacer estudios para saber en qué nivel se encuentra, estas características son: pH, turbidez color, olor y sabor, temperatura. (12)



Figura 03. Características físicas

Fuente: iagua.es

b) Características químicas

Según Ayelen (13), dentro de las características químicas del agua está la fórmula H_2O , esta puede estar compuesta por minerales, óxidos, ácidos, metal, el agua pura tiene un pH neutro de 7, que significa que no es ácida ni básica.

c) Características biológicas

Dentro de las características biológicas, pueden existir una variedad de elementos biológicos y microorganismos, como bacterias, hongos, algas, para su consumo estas deben estar libres de cualquier elemento biológico. (13)

2.2.4 Muestra de agua

La muestra se toma para el análisis de que se debe realizar al agua para ver los elementos físicos y químicos que esta pueda tener para su tratamiento y para su consumo humano. Toda muestra debe ser extraída de una manera correcta sin sufrir ninguna alteración y los resultados sean veraces. (13)



Figura 04. Muestra de agua

Fuente: Bivica.org

2.2.5 Captación

Según Alex Bocek (14), Es la fuente de agua, de donde se abastecerá a la población beneficiaria, estas pueden ser de manera superficial o subterránea.

- **Aguas subterráneas**

Las aguas subterráneas se encuentran en formaciones geológicas porosas llamadas acuíferos, por donde el agua se mueve y se conecta con las aguas superficiales. (14)

El contenido de agua en los acuíferos puede variar según las condiciones meteorológicas, las tasas de explotación y las tasas de recarga, por ejemplo, en época de fuertes lluvias puede aumentar la tasa de recarga. Sin embargo, en época de sequía donde se mantiene la tasa de explotación, podría bajar el nivel del agua. (14)

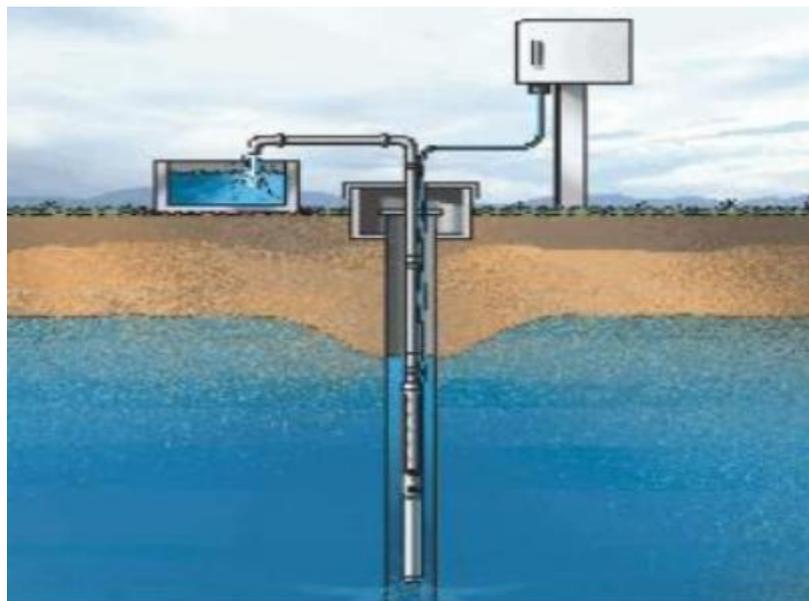


Figura 05. Captación de agua subterránea

Fuente: Academia.edu

- **Pozos profundos**

Según Iagua (15), son fuentes de suministro de agua subterránea, el agua que se extrae puede ser de uso industrial o doméstico, se extrae el agua utilizando una bomba mecanizada.

La perforación de estos pozos es de forma vertical, el cual permite la captación del agua subterránea. (15)

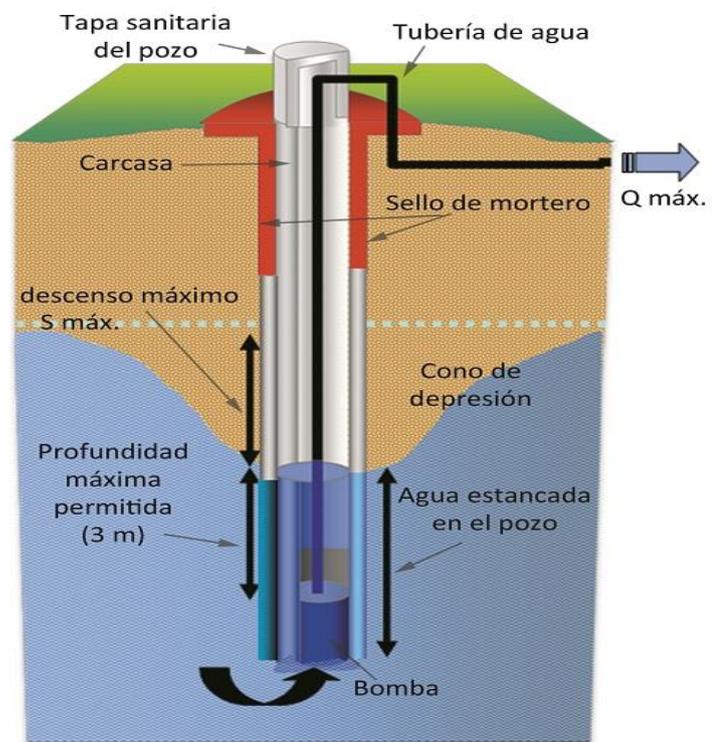


Figura 06. Pozos profundos

Fuente: Life Rural Supplies

- **Pozos excavados**

Según Maridia (16), Se trata de Pozos realizados de excavación manual, lo cuales son profundos de 8 a 20 metros.

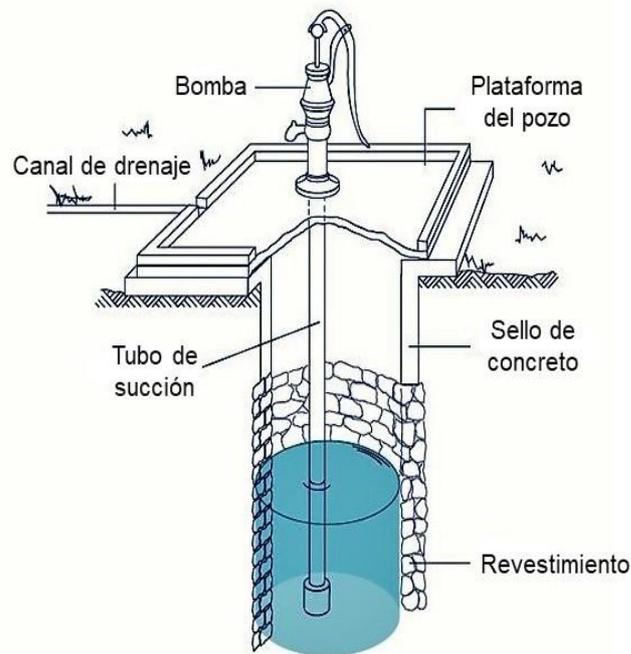


Figura 07. Pozos excavados

Fuente: Sustainable

- **Galerías filtrantes**

Según Vega (17), estas con componentes hidráulicos construidas de forma horizontal, el cual sirve para captar y extraer el agua subterránea, estas galerías se clasifican propias dichas, zanjas/trincheras y drenes, donde necesitan de suelos permeables, para recolectar la suficiente agua para abastecer a la población beneficiaria.

2.2.6 Reservorios

Según Wikipedia (18), Es el componente hidráulico encargado de almacenar el agua para el abastecimiento de la población beneficiaria, están cumple con un periodo de diseño, considerando la demanda de la población y la proyección.

Periodo de diseño

Consiste en el periodo de años el cual está diseñado los componentes y estructuras hidráulicas para cumplir con la cobertura y demanda de la población de estudio, durante el periodo de diseño las estructuras no deben presentar fallas y estas deben trabajar en maneras óptimas. (18)

Tabla 01: Periodos de Diseño de Infraestructura Sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
Fuente de abastecimiento	20 años
Obra de captación	20 años
Pozos	20 años
Planta de tratamiento para consumo	20 años
Reservorio	20 años
Lineas de conducción, aduccion, impulsión y distribución	20 años
Estación de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años

Fuente: MVCS

Figura 08. Sistemas de agua potable para el ámbito rural.



Fuente: MVCS

2.2.7 Población de diseño

Según Julio (19), Es aquel conjunto de personas estables en un cierto lugar, quedándose por mucho tiempo y aumentado, logrando más habitantes en cualquier zona determinada, para definir la cantidad de habitantes se aplica el estudio del censo a cada vivienda, el cual nos definirá más exacto la población de un lugar.

Para estimar la población futura o de diseño, se debe aplicar el método aritmético, según la siguiente formula:

$$Pd = Pi \times \left(1 + \frac{r \times t}{100}\right) \dots\dots\dots \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

Pi: Población inicial (habitantes)

Pd: Población futura o de diseño (habitantes)

r: Tasa de crecimiento anual (%)

t: Periodo de diseño (años)

Tabla 02: Dotación de agua según opción tecnológica.

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRAULICO (TANQUE SEPTICO MEJROADO)	CON REDES
Costa	60 l/hab/d	90 l/hab/d	110 l/hab/d
Sierra	50 l/hab/d	80 l/hab/d	100 l/hab/d
Selva	70 l/hab/d	100 l/hab/d	120 l/hab/d

Fuente: MVCS

Tabla 03: Dotación de instituciones estatales.

INSTITUCIONES EDUCATIVAS	DOTACION L/ALUMNO/DIA
Educación inicial y primaria	20
Educación secundaria	25
Educación en general con residencia	50
Instituciones sociales	1

Fuente: MVCS

- **Variaciones de consumo**

Gasto máximo diario (Qmd)

$$Qp = \frac{Dot \times Pd}{86400} \dots\dots\dots (2)$$

$$Qmd = 1.3 \times Qp \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

Qp: Es el caudal promedio diario anual en l/s

Qmd: Caudal máximo diario en l/s

Dot: Dotación en l/hab. d

Pd: Población de diseño en habitantes (hab)

- **Gastos máximo horario (Qmh)**

$$Qp = \frac{Dot \times Pd}{86400} \dots\dots\dots (4)$$

$$Qmh = 2 \times Qp \dots\dots\dots (5)$$

Qp: Caudal promedio diario anual en l/s

Qmh: Caudal máximo horario en l/s

Dot: Dotación en l/hab, d

Pd: Diseño en habitantes (hab)

- **Pozos**

Nos menciona Reto (20), Son captaciones desde el subsuelo, los cuales necesariamente necesitan una impulsión para cumplir con las demandas de diseño.

- **Estación de bombeo**

Es una estructura destinada a elevar el agua desde un nivel energético a una mayor. (20)

- **Línea de impulsión**

Componente hidráulico que impulsa al agua a la superficie, mediante una bomba electromecánica, hacia un reservorio para el almacenamiento del agua. (20)

- **Diseño de reservorio**

Según Ministerio de Vivienda (21), Consiste en el diseño del componente hidráulico, encargado de almacenar el agua para

su distribución y cumplir con la cobertura y demanda de la población, se considera en el diseño el volumen del 25 % Q_p , siempre en cuando el suministro sea continuo y de ser el caso no sea así se considera el 30 % Q_p , estas deben cumplir con las normativas vigentes de diseño y abastecimiento.

- **Línea de aducción**

Según Agüero (22), Es el componente hidráulico, que cuenta con accesorios y tuberías, el cual, desde el punto de inicio del reservorio, conduce el agua hacia las redes de distribución.

- **Red de distribución**

Según Guerrero (23), Componente hidráulico, encargado de distribuir el agua hacia las viviendas de la población de estudio, es un conjunto de tuberías, el cual conduce el agua en caudal máximo horario, las redes de distribución pueden ser abiertas, cerradas o mixtas.

2.2.8 Mejora en la condición sanitaria de la población

Según el Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental (24), menciona que la característica de lo higiénico, considerando que siempre que se realice un diseño de abastecimiento de agua potable para la población beneficiaria y mejora sus condiciones, donde al contar con servicios básicos aporta de manera eficiente el desarrollo de los buenos hábitos de salubridad y cuidado del medio ambiente.

Autoridad Nacional del Agua (25), menciona que es la accesibilidad al agua, considerando que es un derecho fundamental en las normas internacionales, donde existe la obligación del estado de proporcionar con un buen servicio de agua potable a las personas del mundo, para su consumo y uso doméstico.

a) Cobertura de servicio de agua potable

Consiste de cumplir con la demanda de la población y abastecer a toda la población de estudio, considerando el periodo de diseño, sin que esta sufra deficiencia o desabastecimiento.

b) Cantidad de servicio de agua potable

Según AGUA (26), Se considera la cantidad de agua, el cual debe abastecer de agua, según el diseño proyectado, donde cumple de manera eficiencia la demanda de la población.

c) Calidad de suministro de agua potable

Según Villena (27), La calidad del agua es de suma importancia, considerando el consumo del agua por las personas, donde esta debe estar libre de elementos químicos y físicos, donde cumpla las normativas vigentes para su consumo.

d) Continuidad de agua potable

Se describe la obtención y uso de agua de manera permanente, considerando el periodo de diseño, donde cubra la demanda diseñada de manera eficiente.

III. Hipótesis

La presente tesis fue es descriptiva y de corte transversal, donde no se aplica hipótesis.

IV. Metodología

4.1 El tipo de investigación

Fue de tipo correlacional y de corte transversal por que se recolecto los datos en un periodo de tiempo.

4.2 El nivel de investigación

El nivel de la investigación fue cualitativo y cuantitativo por los datos obtenidos se tuvieron que cuantificar.

4.3 Diseño de la investigación

El estudio fue descriptivo no experimental, 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:



Figura 09. Esquema de diseño de investigación

Fuente: Elaboración propia (2022)

Donde:

Mi= Sistema de abastecimiento de agua potable

Xi = Diseño del sistema de agua potable

Oi = Resultados

Y = Incidencia en la condición sanitaria

4.4 Población y muestra

4.4.1 Población

La población de la investigación estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

4.4.2 Muestra

La muestra de la investigación fue conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali 2021.

4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores

Cuadro 01. Definición y operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA		
Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.	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 en el caserío.	Capitación	Tipo de captación. Caudal.	Nominal Nominal		
			Línea de conducción	-Tipo de tubería. -Clase de tubería. -Diámetros de la tubería. -Presión. -Velocidad.	Nominal Nominal Nominal Intervalo Intervalo		
				Reservorio	-Tipo de reservorio. -Forma de reservorio. -Material volumen.	Nominal Nominal Nominal	
					Línea de aducción	-Tipo de red. -Tipo de tubería. -Clase de tubería. -Presión. -Velocidad.	Nominal Nominal Nominal Nominal Intervalo
						Red de distribución	-Tipo de red. -Tipo de tubería -Clase de tubería. -Diámetro de tubería. -Presión. -Velocidad.

Condición sanitaria	Todas las personas realizan diferentes actividades del día a día, donde 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.	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 - Beneficiarios del sistema	Nominal
			Cantidad de agua	Caudal	Nominal
			Continuidad del servicio	Horas de servicio	Nominal
			Calidad de agua	Parámetros de calidad	Nominal

Fuente: Elaboración propia (2022).

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Técnicas de recolección de datos

Se aplicó la técnica de observación directa por medio de encuestas, fichas técnicas y protocolos el cual permitirá obtener información necesaria del estado situacional actual del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población.

4.6.2 Instrumento de recolección de datos

a. Encuestas

Es un conjunto de preguntas que nos ayudará a evaluar el estado del sistema de agua potable y su condición sanitaria de la población, la satisfacción que tienen los pobladores al consumir el agua del sistema.

b. Fichas de técnicas

Formato que especifica datos generales que se aplicarán en el estudio del estado del sistema, permitiendo evaluar y calificar la condición sanitaria de la población.

c. Protocolo

Es la presentación formal que valida los resultados de los estudios se realizaran en un laboratorio gracias a la recolección de muestras que se tomaran in situ, estos estudios serán el estudio del estado físico, químico y bacteriológico del agua de la fuente de captación.

Se aplicó la técnica de observación directa por medio de encuestas, fichas técnicas y protocolos el cual permitirá obtener información necesaria del estado situacional actual del sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la condición sanitaria de la población.

4.7 Plan de análisis

Se determinará el caudal de la fuente mediante el cálculo del método volumétrico, se empadronará a la población mediante un censo, se tomará una muestra de agua de la fuente, se realizará el levantamiento topográfico para ver el tipo de terreno, posteriormente se aplicará encuestas y fichas técnicas guiadas por el Ministerio de Viviendas, Construcción y Saneamiento (MVCS), Sistema de información Regional en Agua y Saneamiento (SIRAS), los cuadros de evaluación responderán a nuestro primer objetivo, las tablas representaran el resumen del diseño hidráulico del sistema de agua potable para su mejoría dando respuesta a nuestro segundo objetivo, los cuadros de operacionalización nos darán a conocer las dimensiones, indicadores y escalas de medición de nuestra investigación, por último las interpretaciones en los resultados y las conclusiones serán una base fundamental para una propuesta de solución al problema que se dio al inicio de esta investigación.

4.8 Matriz de consistencia

Cuadro 02. Matriz de consistencia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
<p>a) Caracterización del problema: Según Vidal et al ⁽¹⁾, El agua que ingiere la población debe ser libre de patógeno, no debe contener ningún contaminante que genere problemas de salud a las personas, la humanidad población de zonas rurales no tiene en su mayoría al acceso de agua potable, donde la continuidad, mantenimiento y el funcionamiento adecuado de las plantas de tratamiento es una carencia básica.</p> <p>b) Enunciado del problema: ¿El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el caserío Pueblo Libre,</p>	<p>a) Objetivo general: Desarrollar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.</p> <p>b) Objetivos específicos: ✓ Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de</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 - Red de distribución - Conexiones domiciliarias</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 lugar de estudio sin alterarlo.</p> <p>El universo y muestra.</p>	<p>(1) 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</p> <p>(2) 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</p>

<p>distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, mejorara la condición sanitaria de población – 2021?</p>	<p>Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.</p> <p>✓ Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.</p> <p>✓ Determinar la incidencia en la condición sanitaria del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.</p>		<p>El sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, 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>Plan de análisis - Análisis descriptivo de la condición actual - Procesamiento de datos - Resultados finales.</p>	<p>Antenor Orrego, La Libertad; 2019.</p> <p>(3) 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</p> <p>(4) Vicente L, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del anexo Los Ángeles de Bajo Timarini – 2020. en línea] 2020, disponible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/19590</p> <p>(5) Meza C, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Samañaro – 2019. en línea] 2019, disponible en: http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/14793</p>
---	--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia (2022)

4.9 Principios éticos

a) Ética para el inicio de la evaluación

Lo primero se debe realizar el permiso correspondiente de las autoridades, explicar de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación, para poder obtener la aprobación de ellos.

b) Ética en la recolección de datos

Ser honestos y responsables cuando se procesa a recolectar datos en el lugar de la investigación para que hacia los resultados y sean confiables.

c) Ética en la solución de resultados

Se analiza los criterios que se tomaron para el cálculo comparando si estos criterios avalan el resultado y con la realidad en la que se encuentra el sistema de agua potable.

V. Resultados

5.1 Resultados

Dando respuesta a los objetivos se obtiene los siguientes resultados:

Dando respuesta al primer objetivo: Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria de la población del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.

1. Análisis y diseño aplicando el ALGORITMO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PARA EL AMBITO RURAL:

Cuadro 03. Algoritmo de selección de sistemas de agua potable.

Tipo de fuente	Subterránea
Ubicación	Si
Existe la disponibilidad de agua	Si
la zona donde se ubican las viviendas es inundable	No
Alternativas de sistemas de agua potable	SA-03 (CAPT, L-CON, RES, DESF, L-ADUC, RED)

Nos resulta un Sistema de Agua SA-03, el cual obtenemos el siguiente resultado, una captación por una fuente de agua subterránea, línea de conducción, reservorio, desinfección, línea de aducción y redes.

Dando respuesta al segundo objetivo: Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.

1. Se describe los datos de diseño.

Cuadro 04. Datos de diseño.

Tipo de fuente	Resultados
Número de viviendas	75 viv.
Densidad poblacional	3.57 hab/viv.
Periodo de diseño	20años
Dotación de agua por conexión	100 lts/hab/día
Tasa de crecimiento	2.44 %
Población actual 2022	268 hab.
Población futura 2042	399 hab.
Número de viviendas al 2042	112 viv.

Fuente: Elaboración propia (2022)

2. Se describe el cálculo de diseño, reservorio

Cuadro 05. Cálculo de diseño.

Descripción	Resultados
Caudal promedio	0.46 lps
Caudal de consumo máximo diario	0.60 lps
Caudal máximo horario	0.92 lps
Caudal de bombeo	4.19 lps
Volumen de regulación	10.73 m ³
Volumen de reserva	2.59 m ³
Volumen de almacenamiento	12.96 m ³
Volumen de adoptado	13 m ³

Fuente: Elaboración propia (2022)

3. Se detalla los resultados, del cálculo de la línea de impulsión.

Cuadro 06. Cálculo de la línea de impulsión.

Descripción	Resultados
Longitud total del tramo	11.30 m
Caudal máximo diario	0.60 l/seg
Tiempo de funcionamiento de la bomba	3.44 horas
Caudal de bombeo	4.19 l/seg
Velocidad de impulsión	1.50 m/seg
Tubería de impulsión	2 pulg
Pie de tanque velocidad	2.07 m/seg
Gradiente hidráulico	0.079 m/m
Perdida de carga por fricción	4.94 m
Perdida de carga por accesorios	0.22 m
Perdida de carga total	1.50 m
Altura dinámica	33.58 m
Potencia de equipo	2 hp

Fuente: Elaboración propia (2022)

4. Se muestra de formada detallada en el cuadro 07, los resultados del cálculo de la línea de aducción.

Cuadro 07. Cálculo de la línea aducción.

Descripción	Resultados
Caudal promedio	0.46 lps
Caudal de consumo máximo diario	0.60 lps
Caudal máximo horario	0.92 lps
Caudal unitario	0.00051 lps

Fuente: Elaboración propia (2022)

5. Se muestra los resultados del cálculo de la red de agua.

Dando respuesta al tercer objetivo: Determinar la incidencia en la condición sanitaria del caserío Pueblo Libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali – 2021.

DIAGNOSTICO DE LA CONDICION SANITARIA DEL CASERÍO PUEBLO LIBRE		
TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA EN LA POBLACIÓN – 2021.		
TESISTA: BACH. RODRIGUEZ MADRID JIM PAUL		
ASESOR: MGTR. ZÁRATE ALEGRE GIOVANA MARLENE		
ESTADO DE SERVICIOS		
1. El caserío cuenta con servicio de agua potable	SI	NO
2. De qué tipo de fuente de agua se abastece los pobladores del caserío Pueblo Libre.		
FUENTE	EXISTE	
Caseríos aledaños	Si	
Pozo excavado	Si	
Lluvia	Si	
CONDICION SANITARIA		
3. Qué tipo de enfermedades y malestares se presenta en el caserío Pueblo Libre.		
ENFERMEDADES Y MALESTAR	EXISTEN	
Dolor de Estomago	Si	
Dolor de cabeza	Si	
Diarrea	Si	
Fiebre	Si	
COBERTURA		
4. Toda la población tiene cobertura a agua potable.		
Nadie	Algunos	Todos
Malo	Regular	Bueno
CANTIDAD		
5. La población se abastece con el agua suficiente para su consumo		
Para: Bebidas, aseo, limpieza, cocina, lavandería		
Nadie logra	Algunos logran	Todos logran
Malo	Regular	Bueno
CONTINUIDAD		
6. Es permanente el abastecimiento de agua en la población		
SI	NO	
CALIDAD		
7. El uso del agua que consume la población del caserío es recomendable para el consumo humano		
SI	NO	

- a) Se muestra el resultado de la interrogante 1, indica que 100% de la población del caserío Pueblo Libre no tiene un sistema de agua potable.

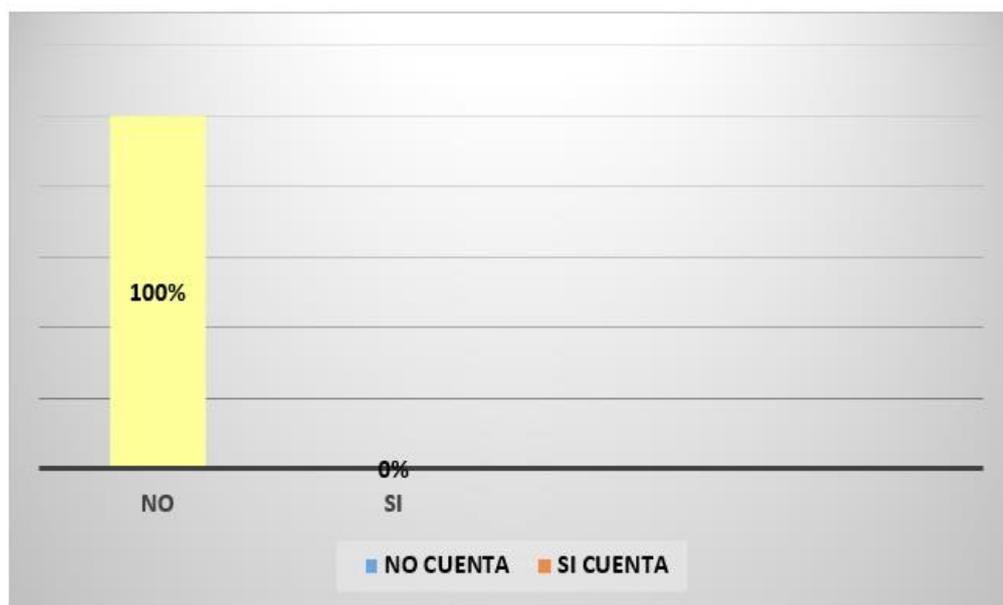


Grafico 01. Servicio de agua potable

- b) Se muestra los resultados a la interrogancia 2, donde se describe que los pobladores del caserío Pueblo Libre, se abastecen de agua de 2 fuentes de abastecimiento.

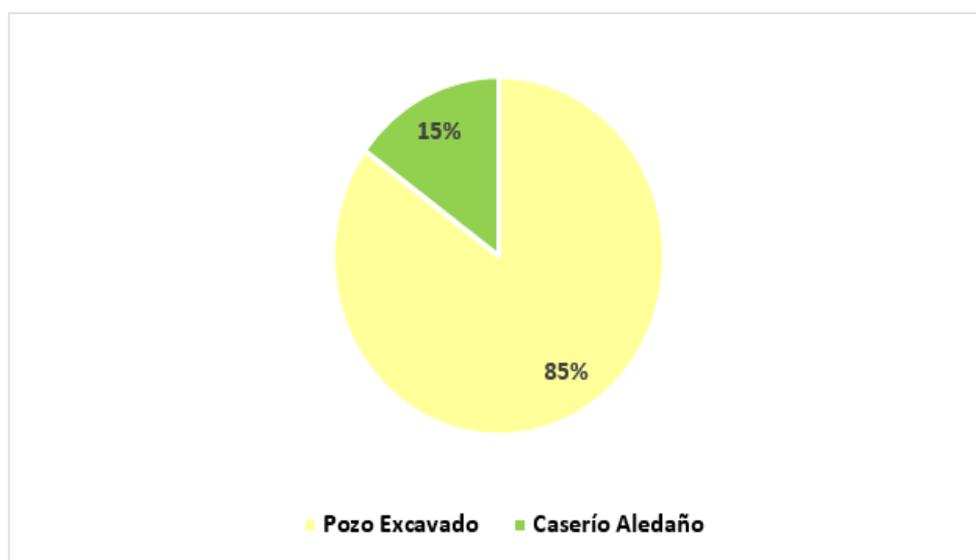


Grafico 02. Abastecimiento de agua en el caserío Pueblo Libre.

- c) Se muestra los resultados a la interrogancia 3, la población del caserío Pueblo Libre, presenta enfermedades de dolor de estómago, dolor de cabeza, diarrea y fiebre, ante el consumo de mala calidad del agua.

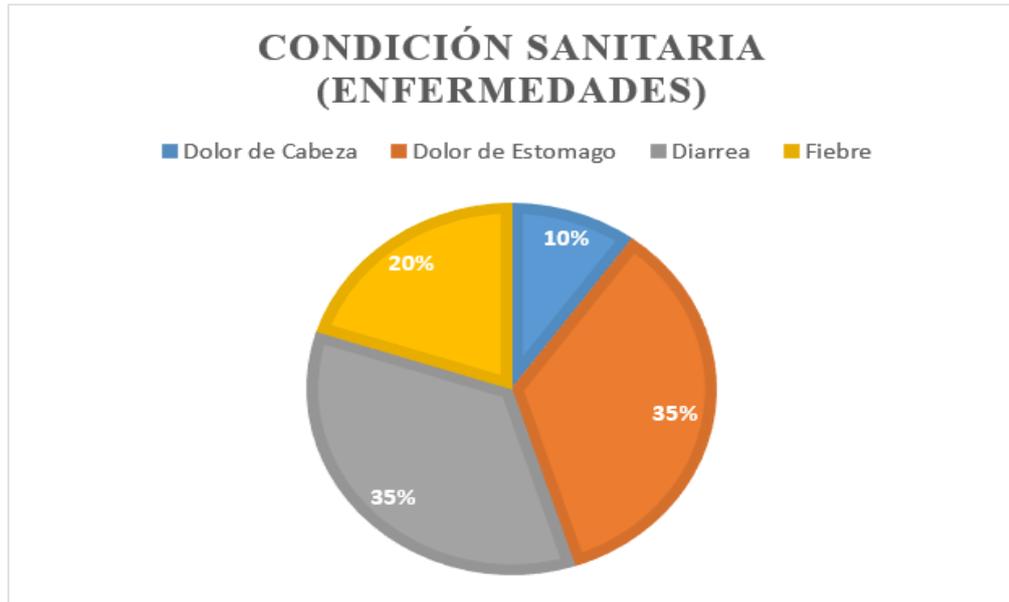


Grafico 03. Condición sanitaria enfermedades.

- d) Se muestra el resultado a la interrogancia 4, que la población del caserío Pueblo Libre no tiene acceso tiene la cobertura de agua potable.



Grafico 04. Condición sanitaria en la cobertura de agua.

- e) Se muestra el resultado a la interrogancia 5, donde la población del caserío Pueblo Libre no logra conseguir la cantidad de agua suficiente para cubrir sus necesidades básicas.



Grafico 05. Condición sanitaria en la cantidad de agua.

- f) Se muestra el resultado a la interrogancia 6, que el pozo excavado no abastece de agua de manera continua.

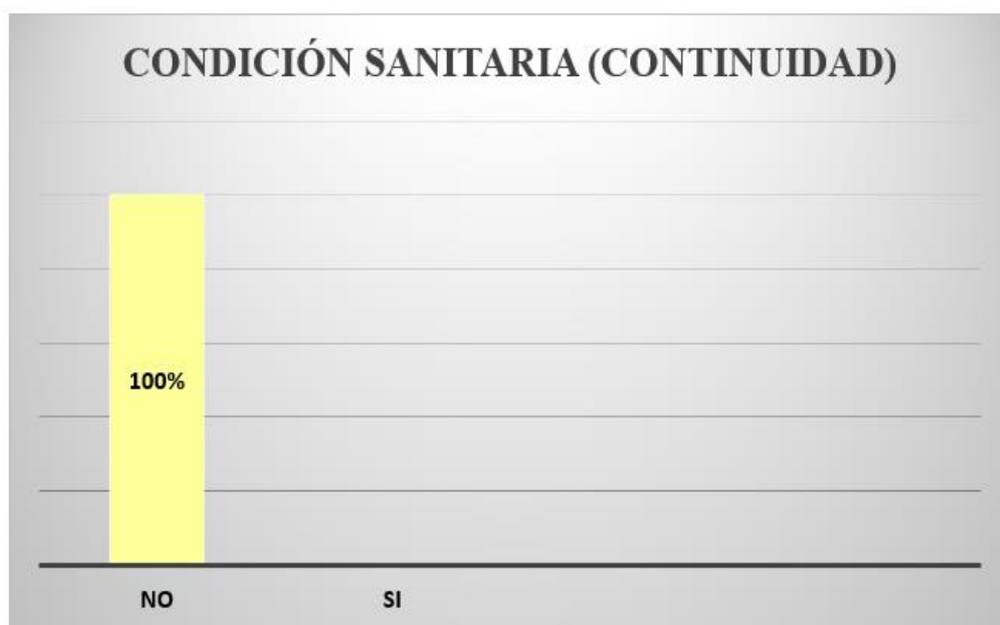


Grafico 06. Condición sanitaria en la continuidad de agua.

g) Se muestra el resultado a la interrogancia 7, indica que el agua que la población consume no es apta para su consumo, considerando que no se le realiza ningún tratamiento.



Grafico 07. Condición sanitaria en la calidad de agua.

5.2 Análisis de resultados

En el presente análisis de los resultados obtenidos en el proceso de investigación, en base a los objetivos planteados.

- ✓ Para la selección del sistema de abastecimiento de agua potable, se tuvo en cuenta la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas Para Sistema de Saneamiento En el Ámbito Rural con Resolución Ministerial N°192-2018 – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El cual dio como resultado un Sistema de Agua SA-03, donde contara con los siguientes componentes hidráulicos, captación subterránea, línea de impulsión, reservorio, línea de aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias.
- ✓ Se hace mención en el cuadro N°04, el cálculo realizado de diseño de componentes hidráulicos nos indica que se tiene un numero de vivienda actual de 75, con una densidad poblacional de 3.57 hab/viv, siendo el periodo de diseño 20 años, donde la dotación de agua por conexión es 100 lts/hab/día, y se toma del INE la tasa de crecimiento de 2.44 %, considerando la localidad donde se ubica el caserío Pueblo Libre y donde en actualidad se cuenta con 268 hab, realizando el cálculo nos arroja los siguientes resultados que la población futura en el 2042 de 399 hab y un número de viviendas al 2042 de 112 viv. En el cuadro N°05, nos muestra la memoria de cálculo de diseño, caudal promedio 0.46 lps, caudal de consumo

máximo diario 0.60 lps, caudal máximo horario 0.92 lps, caudal de bombeo 4.19 lps, volumen de regulación 10.37 m³, volumen de reserva 2.59 m³, volumen adoptado 13 m³. En el cuadro 06, nos muestra el cálculo de la línea de impulsión, longitud total del tramo 11.30 m, caudal máximo diario 0.60 l/seg, tiempo de funcionamiento de la bomba 3.44 hora, caudal de bombeo 4.19 l/seg, velocidad de impulsión 2 pulg, pie de tanque velocidad 2.07 m/seg, gradiente hidráulico 0.079 m/m, pérdida de carga por fricción 4.94 m, pérdida de carga de accesorios 0.22 m, pérdida de carga total 7.62 m, altura dinámica 33.58 m y potencia de equipo de bombeo 2 HP. En el cuadro 07, nos muestra la memoria de cálculo de la línea de aducción, caudal promedio 0.46 lps, caudal máximo diario 0.60 lps, caudal máximo horario 0.92 lps, caudal unitario 0.00051 lps. En el cuadro 08, nos muestra la memoria de cálculo de la red de agua. 1.5232 lt/s.

- ✓ Se realizó la evaluación de la condición sanitaria en el caserío pueblo libre, distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, se aplicó preguntas a la población mediante la FICHA DE DIAGNOSTICO DE LA CONDICION SANITARIA DEL CASERIO PUEBLO LIBRE, se presenta los resultados obtenidos, que la población se abastece de un pozo excavado existente, de pozos aledaños, considerando que el agua que consume es de mala calidad, el cual no abastece a toda la población para cubrir sus necesidades básicas y la población presenta enfermedades

gastrointestinales ante el consumo de agua, no hay continuidad de abastecimiento de agua y se genera un lugar insalubre ante la carencia de los servicios básicos de calidad, con el diseño propuesto mejorara la cobertura de agua, disponibilidad, continuidad y calidad de agua para el consumo humano.

VI. Conclusiones

Se concluye de manera eficiente en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Pueblo Libre, 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, considerando el RM-192- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.
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 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 de almacenamiento del reservorio será de 13 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 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 76 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 2 plg y 1 $\frac{1}{2}$ plg, de acuerdo a los circuitos de diseño indicados en los planos de la tesis.

3. Se termina la condición sanitaria en el caserío Pueblo Libre, donde presento deficiencia en el consumo de agua de mala calidad, ya que este proviene de pozos excavado sin tratamiento, generando inseguridad y enfermedades a la población debido a que el líquido está expuesta a contaminación, por lo que es necesario el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la condición sanitaria de la población.

Aspectos complementarios

Recomendaciones

1. Se recomienda tomar el presente proyecto de diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Pueblo Libre, para que las autoridades tomen como dato o referencia para ejecutar algún proyecto dentro del caserío Pueblo Libre, 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 del caserío Pueblo Libre, 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) 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>
- (2) 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.
- (3) 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>
- (4) Vicente L, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del anexo Los Ángeles de Bajo Timarini – 2020. en línea] 2020, disponible en:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/19590>
- (5) Meza C, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Samañaro – 2019. en línea] 2019, disponible en:
<http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/14793>

- (6) 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>
- (7) 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>
- (8) 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>
- (9) 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>
- (10) Ledesma C., Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico rural del sector Parva del Cerro, caserío el Espino, distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento La Libertad - 2018

- [Tesis para optar título], pg. [200;01-18-32-41-86-89]. Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo; 2018. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/25209>
- (11) Criollo J. Abastecimiento del Agua Potable y su incidencia en la Condición Sanitaria de los habitantes de la comunidad Shuyo Chico y San Pablo de la parroquia Angamarca, cantón Pujili, provincia de Cotopaxi [Tesis para el título profesional], pg. [329; 1-54-77-78-82-128-130]. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; 2015.
- (12) Zambrano C. Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Mapasingue, parroquia colon, Cantón Portoviejo [Tesis para optar título], pg. [106; 01-10-53-59-113]. Samborondón, Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo; 2017. Disponible en:
<http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/644>
- (13) Ayelen I., Sánchez L., Puccini V. El agua como recurso Limitado; [seriada en línea]; 28 de septiembre del 2013; [citado 2020 jun. 17]: [13 pg; 03]. 80 Disponible en: <https://es.slideshare.net/IrinaCiencias/el-agua-como-recurso-limitado>.
- (14) Alex Bocek [seriado en línea] 2017, disponible en:
[https://cals.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHA P/GT3%20Water%20Harvesting.pdf](https://cals.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/Spanish%20WHA%20P/GT3%20Water%20Harvesting.pdf)
- (15) Iagua [seriado en línea] 2021, disponible en:
<https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-subterraneas>
- (16) Maridia [seriado en línea] 2021, disponible en:
<https://www.maridia.com.mx/perforacion-de-pozos-de-agua/>

- (17) Vega seriado en línea] Abril 2016, disponible en:
http://www.agronomia.criba.edu.ar/carreras/ia/archivos/Materias/579/archivos/aiguassubterraneas/presenta_sistemas_captacion.pdf
- (18) Wikipedia seriado en línea] 2019, disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Galer%C3%ADa_filtrante
- (19) Julio O., Ciclo Hidrológico. GWP Perú; [seriada en línea]; 2011; [citado 2020 jun. 17]: [44 pg; 06]. Disponible en:
https://www.gwp.org/globalassets/global/gwpsam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf.
- (20) Reto R. Lineas de Conducción. Scribd. [Seriada en Linea] 2011 [citado 2020 julio 29]: [08 pg; 03-04]. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/55239266/Lineas-de-Conduccion-Informe>.
- (21) Ministerio de vivienda, construcción. Resolución Magisterial N°192-2018 Vivienda. Memor E, Nacional P, Rural S; 2018.
- (22) Agüero R. Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1ª ed. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales. 2004.
- (23) Guerrero V. Sistema de Abastecimiento de Agua. Presi; [Seriada en línea]; 2017; [citado 2020 julio 28]: [32 pg; 03]. Disponible en:
<https://prezi.com/a8pbjfvew3n/unidad-1-sistema-de-abastecimiento-de-agua>
- (24) Área de Desarrollo Sostenible y Salud Ambiental. [Internet] Especificaciones técnicas para el diseño de captaciones por gravedad de aguas superficiales. 2004 [revisión 2004; citado 2019 May 5]. Disponible en:
http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/021_Diseño_captaciones/diseño_captaciones.pdf

(25) Autoridad Nacional del Agua. El derecho al agua. [Internet]. 2020 [citado 2020 Jul. 30]. Disponible en:

<https://www.ana.gob.pe/contenido/que-es-el-derechoalagua#:~:text=Seg%C3%BAAn%20la%20OMS%2C%20para%20tener,d ebe%20e xceder%20de%2030%20minutos>

(26) AGUA.org.mx. Agua en el planeta [Seriado en línea]. agua.org.mx. 2020 [citado 2020 Jul. 30] p. 1. Disponible en: <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>

(27) Villena J. Calidad del agua y Desarrollo sostenible [Internet]. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica; 2018 [citado 2020 Jul. 30]. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342018000200019.

Anexos

Anexos 01: Instrumentos de recolección de datos

DIAGNOSTICO DE LA CONDICION SANITARIA DEL CASERÍO PUEBLO LIBRE		
TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA EN LA POBLACIÓN – 2021.		
TESISTA: BACH. RODRIGUEZ MADRID JIM PAUL		
ASESOR: MGTR. ZÁRATE ALEGRE GIOVANA MARLENE		
ESTADO DE SERVICIOS		
1. El caserío cuenta con servicio de agua potable	SI	NO
2. De qué tipo de fuente de agua se abastece los pobladores del caserío Pueblo Libre.		
FUENTE	EXISTE	
Caseríos aledaños	Si	
Pozo excavado	Si	
Lluvia	Si	
CONDICION SANITARIA		
3. Qué tipo de enfermedades y malestares se presenta en el caserío Pueblo Libre.		
ENFERMEDADES Y MALESTAR	EXISTEN	
Dolor de Estomago	Si	
Dolor de cabeza	Si	
Diarrea	Si	
Fiebre	Si	
COBERTURA		
4. Toda la población tiene cobertura a agua potable.		
Nadie	Algunos	Todos
Malo	Regular	Bueno
CANTIDAD		
5. La población se abastece con el agua suficiente para su consumo		
Para: Bebidas, aseo, limpieza, cocina, lavandería		
Nadie logra	Algunos logran	Todos logran
Malo	Regular	Bueno
CONTINUIDAD		
6. Es permanente el abastecimiento de agua en la población		
SI	NO	
CALIDAD		
7. El uso del agua que consume la población del caserío es recomendable para el consumo humano		
SI	NO	


SERGIO PEZO ROJAS
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 246821


WILMER ARMANDO PEREZ FLORES
 Ingeniero Sanitario
 CIP N° 102980

Anexos 02: Cálculos hidráulicos

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

PROY: "DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2021"

LOC: CASERIO PUEBLO LIBRE

MEMORIA DE CALCULO

3.1 DATOS DE DISEÑO

Número de viviendas	75 viv.
Densidad poblacional	3.57 Habs/viv.
Periodo de diseño (hasta el 2042)	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)	2.44%

3.2 CALCULOS

Población actual 2022 (año 0)	268 Habs
Población futura 2042 (año 20)	399 Habs
Número de viviendas al 2042	112 viv.

3.3 CAUDALES DE DISEÑO

AL AÑO 2042

1 Caudal promedio	$Qp = \text{Dot}(\text{conex}) \times \text{Pob} \times \% \text{Cobert} + \text{Dot}(\text{piletas}) \times \text{Pob} \times \% \text{Cobert}$	lps
	$Qp =$	0.46 lps
2 Caudal de Consumo Máx. diario agua	$Qmd = Qp \times K1 = Qp \times 1,3$	0.60 lps
3 Caudal Máx. horario agua	$Qmh = Qp \times K2 = Qp \times 2,0$	0.92 lps
4 Caudal Máx. horario desague	$Qmh \times 0,8$	0.74
5 Caudal de Bombeo (2.6 horas)	$Qb = Qmd \times 24 / 2.6$	4.19
6 Volumen de Regulación 20% Qmd		10.37 m3
7 Volumen de Reserva 25% Vregulacion		2.59 m3
8 Volumen de Almacenamiento Proyectado	$V \text{ Regulacion} + V \text{ Reserva}$	12.96 m3
9 Volumen Adoptado		15.00 m3

Ficha: Memoria de datos de diseño.

Fuente: Elaboración propia 2022.

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

PROY:

"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE,
PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2021"

LOC: CASERIO PUEBLO LIBRE

PARAMETROS DE DISEÑO	ESTIMACION	UNIDADES
Pob. Futura	399.00	hab.
Dot.	100.00	l/(hab.*dia)
Qp	0.46	l/s
Qp	39.74	m3/dia
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 Reservoirio de Almacenamiento)	176.00	msnm
C N.A. RESERVORIO (Cota del Nivel de agua del Reservoirio)	188.20	msnm
Altura de Agua del Reservoirio (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 ESTATICA (Altura Estatica)	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)	0.60	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)	4.19	l/seg.
-----------------------	------	--------

d) Velocidad en la Tubería de Impulsión

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

e) Diametro de la Tubería de Impulsión

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

D (Diametro tentativo)	0.05	m.
D (Diametro tentativo)	1.88	Pulg.
D (Diametro comercial calculado)	2.00	Pulg.

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2022.

2) ANALISIS PARA LA LINEA DE IMPULSION (F°G° UR Ø 2" - PVC-UFØ 2" - PVC URØ 2")

a) Diametro

Tramo: Pie de Tanque Elevado-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 enterrada de tramo Tubería de Impulsion	50.00	m.
Desnivel entre Cot. Fondo Tanque Elev. - Cot. Terr. Tanque Elev.	10.50	m.
Altura de Agua del Reservorio (Nivel Maximo - Nivel de Fondo)	1.70	m.
H tubería ingreso impulsion - Nivel Agua Tanque Elevado	0.20	m.
D (Diámetro comercial Línea de Impulsion en pulgadas)	2.00	Pulg.
D (Diámetro comercial impulsion en metros)	0.0508	m.

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservorio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
	11.30	m.
D (Diámetro comercial Línea de Impulsion en pulgadas)	2.00	Pulg.
D (Diámetro comercial impulsion en metros)	0.0508	m.

Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
Longitud Nivel 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 Valvulas	11.30	m.
D (Diámetro comercial Línea de Impulsion en pulgadas)	2.00	Pulg.
D (Diámetro comercial impulsion en metros)	0.0508	m.

b) Velocidad corregida

$$V_c = 1.974 * Q_b / (D)^2$$

Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10.40	2
V _i (Velocidad Corregida)	2.07	m/seg.

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservorio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
V _i (Velocidad Corregida)	2.07	m/seg.

Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
V _i (Velocidad Corregida)	2.07	m/seg.

c) Gradiente Hidraulica Línea de Impulsion (S)

$$S = (Q_b / (1000 * 0.2785 * C * D^{2.63})$$

$$K = D^{2.63}$$

Tramo: Pie de Tanque Elevado-Nivel Agua T.E. (L m, PVC-UF Ø")	10	2
C (Coeficiente de rugosidad HD)	150	
K (Constante del diametro)	0.00039	
S (Gradiente Hidraulica)	0.079	m/m

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservorio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
C (Coeficiente de rugosidad PVC-UF)	150	
K (Constante del diametro)	0.00039	
S (Gradiente Hidraulica)	0.079	m/m

Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
C (Coeficiente de rugosidad F°G°)	150	
K (Constante del diametro)	0.00039	
S (Gradiente Hidraulica)	0.079	m/m

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2022.

d) Perdida de Carga por Fricción en las Tuberías de la Línea de Impulsión (Hf 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 (Perdida de Carga por Fricción en las Tuberías)	4.94	m.

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservorio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
Li(Longitud)	0.00	m.
Hf ₂ (Perdida 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 (Perdida de Carga por Fricción en las Tuberías)	1.84	m.

$$H_{f_T} = H_{f_1} + H_{f_2} + H_{f_3}$$

Hf _T (Perdida de Carga Total por Fricción en las Tuberías)	6.77	m.
---	------	----

e) Perdida 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
$V^2 / 2g =$	0.22	m.
$\sum K =$	1.80	

Accesorios:		
02 Codo 1"x 90° =	1.80	Adimensional
HL ₁ =	0.39	m.

Tramo: Caseta de Valvulas - Pie de Reservorio Elevado (L = m, PVC-UF, Ø ")	11	2
$V^2 / 2g =$	0.22	m.
$\sum K =$	0.80	

Accesorios:		
02 Codo 1"x 45° =	0.80	Adimensional
HL ₂ =	0.17	m.

Tramo: Nivel Dinam.Tub. Columna interna Pozo Tub.-Caseta. Valvulas (L = m, PVC-UR, Ø ")	23	2
$V^2 / 2g =$	0.22	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 =	0.28	m.

$$HL_T = HL_1 + HL_2 + HL_3$$

Hf (Perdida de Carga Total por Accesorios)	0.85	m.
--	------	----

f) Perdida de Carga Total

$$H_{f_{TOTAL}} = H_{f_{TUBERIAS}} + H_{f_{ACCESORIOS}}$$

Hf _{TOTAL} (Perdida de Carga Total)	7.62	m.
--	------	----

g) Altura Dinamica Total (H_{DT})

$$H_{DT} = H_{ESTATICA} + H_{NIVEL\ DINAMICO} + H_{f_{TOTAL}} + P_{RESERV. ALM.}$$

P _{RESERV. ALM.} (Presion de llegada al Reservorio)	1.50	m.
HDT (Altura Dinamica Total)	33.58	m.

h) Potencia del Equipo de Bombeo

$$Pot. B = H_{DT} * Q_b / (75 * 0.75)$$

Pot B (Potencia de la Bomba)	2.50	HP
Pot B (Potencia de la Bomba)	2.00	HP

Ficha: Memoria de cálculo de línea de impulsión.

Fuente: Elaboración propia 2022.

MEMORIA DE CÁLCULO DE LA RED DE AGUA

PROY:

"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2021"

LOCALIDAD: CASERIO PUEBLO LIBRE

1. POBLACIÓN DE DISEÑO

Tasa de crecimiento (r)	2.44%	%
Periodo de diseño (t)	20.00	años
Nº viviendas	75.00	viviendas
Densidad de vivienda	3.57	hab./viv.
Población Actual (Pa)	268.00	hab

Población Diseño (Pd) 399 hab

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

2. CAUDALES DE DISEÑO

Población Diseño (Pd)	399	hab
Dotación (Dot)	100	lt/hab/día
Coef. variación máx. diaria (k1)	1.3	
Coef. variación máx. horaria (k2)	2.0	

Caudal promedio (Qp) 0.46 lps

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

Caudal máx. diario (Qmd) 0.60 lps

$$Qmd = k1 * Qp$$

Caudal máx. horario (Qmh) 0.92 lps

$$Qmh = k2 * Qp$$

3. CAUDALES EN MARCHA POR TRAMOS

Caudal unitario (Qunit) 0.00051 lps

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

Caudal en marcha

$$Qma = Qunit * Ltramo$$

Ficha: Memoria de cálculo de línea de aducción.

Fuente: Elaboración propia 2022.

4. LINEA DE ADUCCION

1.-	Qdiseño	0.92	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	1.56	pulg
	$D = \sqrt{\frac{1.9735 * Q_{diseño}}{V}}$		
6.-	Diametro comercial asumido	2	pulg
	Velocidad recalculada	0.46	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)	10.03	%
	Gradiente hidraulica, Tub. PVC-UF (S2)	4.73	%
	$h_f = \left(\frac{Q}{.0004264 * C * D^{2.64}} \right)^{\frac{1}{0.54}}$		
9.-	Perdida de Carga Total (m)	0.16	m.
	Perdida de carga en el tramo de tub F°G°	0.1053	m
	Perdida de carga en el tramo de tub PVC-UF	0.0503	m
10.-	Cota de terreno en A (inicio de la red distrib.)	175.5	msnm
11.-	Cota Piezometrica en el inicio de Red	186.34	msnm
12.-	Carga disponible al inicio de la Red	10.84	m

Ficha: Memoria de cálculo de línea de aducción.

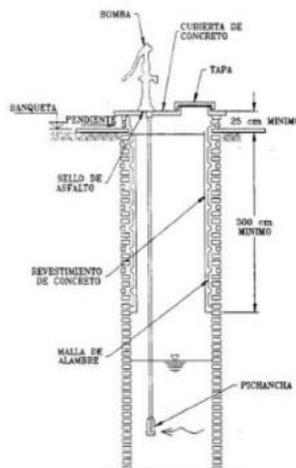
Fuente: Elaboración propia 2022.

Anexos 03: Norma

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 deleznales.
 - El revestimiento del pozo excavado debe ser con anillos ciegos de concreto del tipo deslizando 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 cm²/ml

DIAMETRO Y ESPESOR	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_{max}):

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

Diámetro teórico económico (D_{econ}):

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

- 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:

$$Hdt = Hg + Hf \text{ total} + Ps$$

- Cálculo de la potencia a instalar:

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

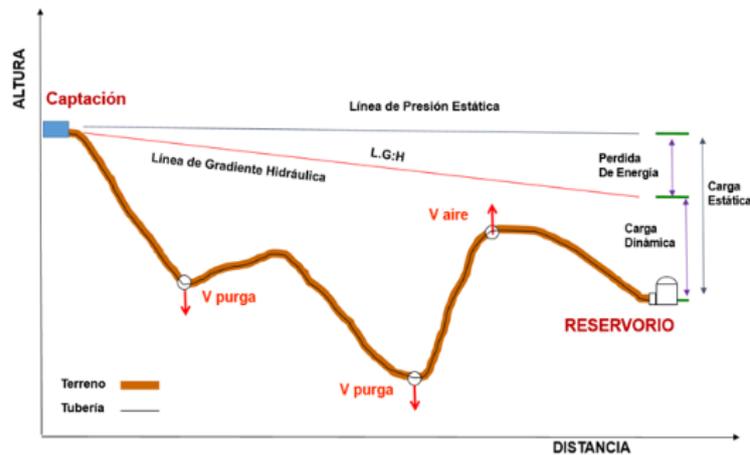
Tabla N° 03.19. Potencias comerciales en motores eléctricos

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	

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

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, 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:

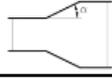
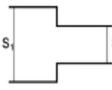
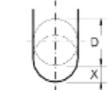
ΔH_i : Pérdida de carga localizada en las piezas especiales y en las válvulas, en m.

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

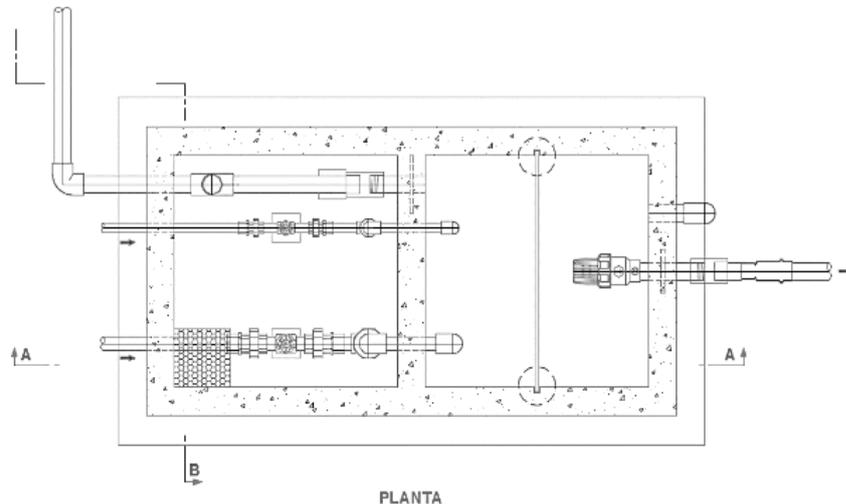
ELEMENTO	COEFICIENTE k_i								
		5°	10°	20°	30°	40°	90°		
Ensanchamiento gradual 	α								
	k_i	0,16	0,40	0,85	1,15	1,15	1,00		
Codos circulares 	R/DN	0,1	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	K_{90°	0,09	0,11	0,20	0,31	0,47	0,69	1,00	1,14
	$k_i = K_{90^\circ} \times \alpha/90^\circ$								
Codos segmentados 	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.

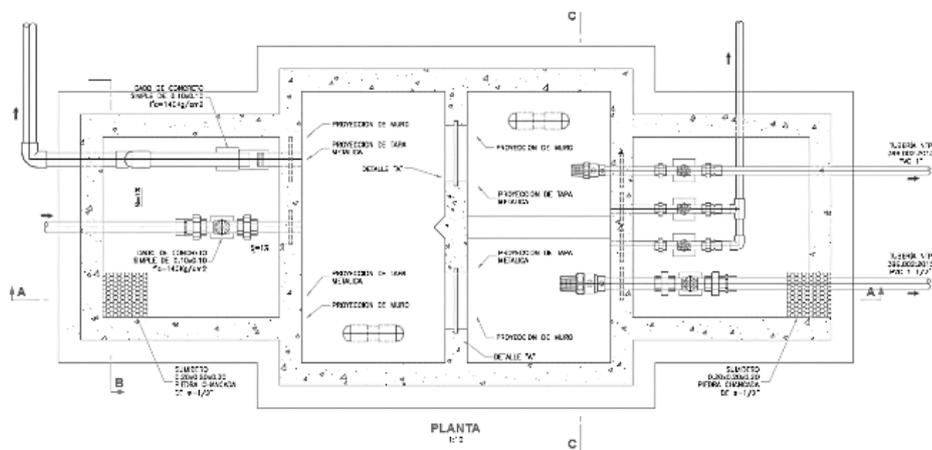
- ✓ La tubería de entrada a la cámara debe estar por encima del nivel del agua.
- ✓ La tubería de salida debe disponer de una canastilla de salida, que impida la entrada de objetos en la tubería.
- ✓ La cámara dispondrá de un aliviadero o rebose.
- ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

2.9.2. CÁMARA DE DISTRIBUCIÓN DE CAUDALES

Se deben de considerar lo siguiente:

- ✓ Construcción de una (01)²⁰ cámara de distribución para repartir los caudales a los Reservorio N° 1 y Reservorio N° 2.
- ✓ La estructura hidráulica será de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Tendrá tapa sanitaria metálica de sección 0,6 x 0,6 m.
- ✓ Debe contar con un sistema de rebose y purga y un dado de concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ de 0,30 x 0,20 x 0,20, y piedra asentada con concreto simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$.

Ilustración N° 03.33. Cámara de distribución de caudales



- ✓ Cálculo Hidráulico
 - La función de una cámara distribuidora de caudales es dividir el flujo en dos o más partes.
 - Sólo se diseñarán cámaras distribuidoras de caudal en los siguientes casos:
 - Cuando el proyecto considere más de un reservorio de almacenamiento, ya sea por grandes distancias, por diferencias de nivel o diferentes comunidades.
 - Cuando existan diferentes usos del agua captada como: consumo humano, riego, pecuaria.
 - Las ventajas de la cámara distribuidora de flujo son: uso racional y equitativo del agua, disminución de costos de aducción y menor número de cámaras rompe-presión (cuando estas son requeridas).
 - Se recomienda una sección interior mínima de $0,55 \times 0,65 \text{ m}^2$ (cada cámara húmeda), tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.
 - La altura de la cámara de distribución se calcula mediante la suma de tres alturas:

²⁰ La cantidad de cámaras y reservorios está en función al diseño planteado por el proyectista según las condiciones del terreno

- 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)

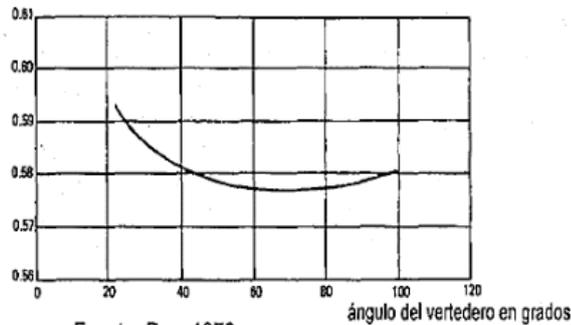
Θ : ángulo del vertedero (°)

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 C_e



Fuente: Bos, 1976

Ilustración N° 03.35. Angulo del Vertedero

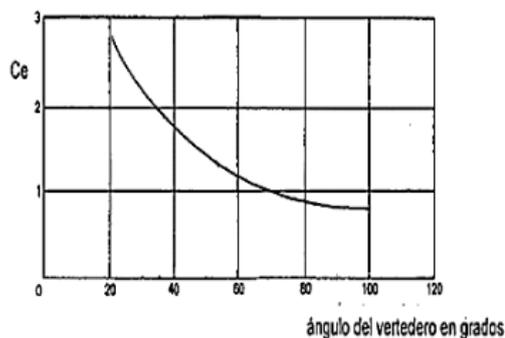


Figura 11: Valor de K_h,
función de θ

Fuente: Bos, 1976

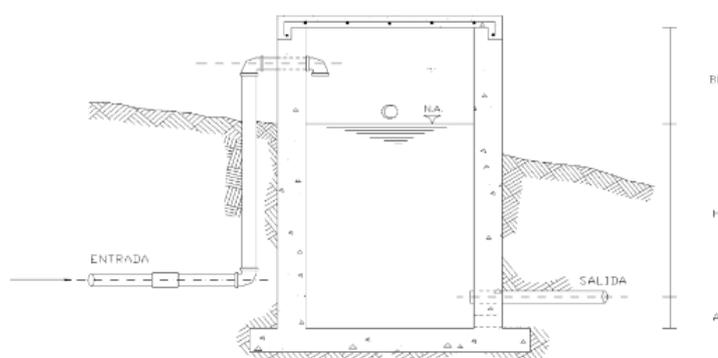
2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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)
- Ht : 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_i 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)

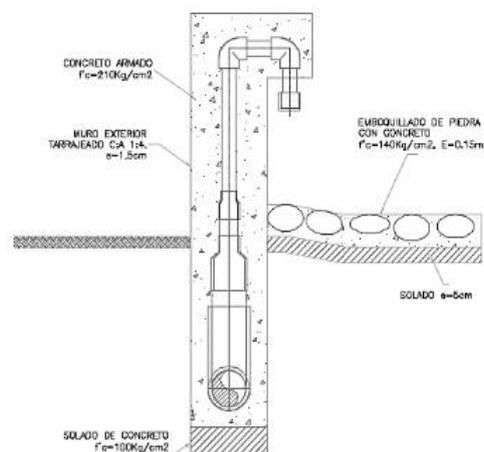
2.9.4. TUBO ROMPE CARGA

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 $L = 6.9 (D_1 - D_2)$, 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 emprota 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 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 continúa 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: Embridada 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**

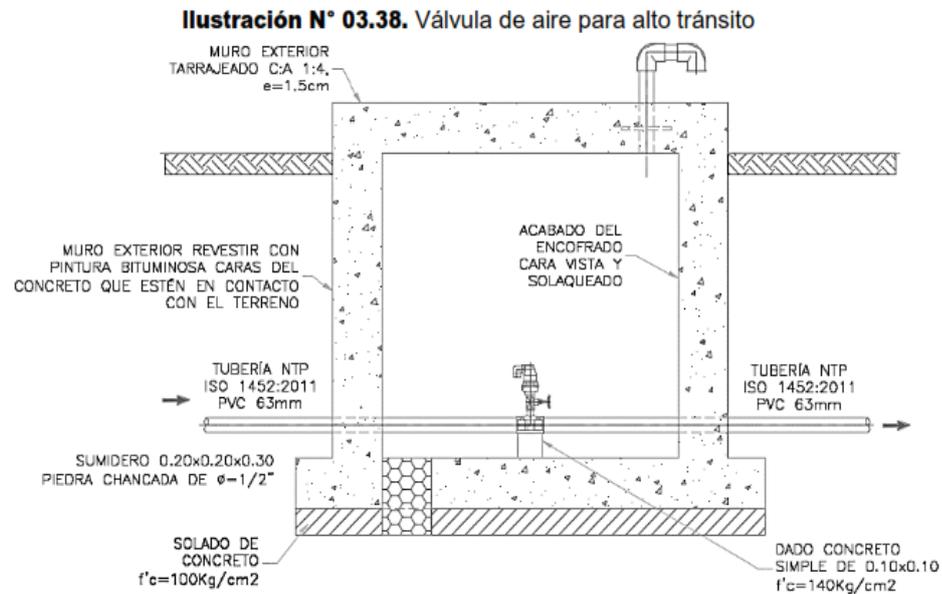
El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire de accionamiento manual.

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 $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 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

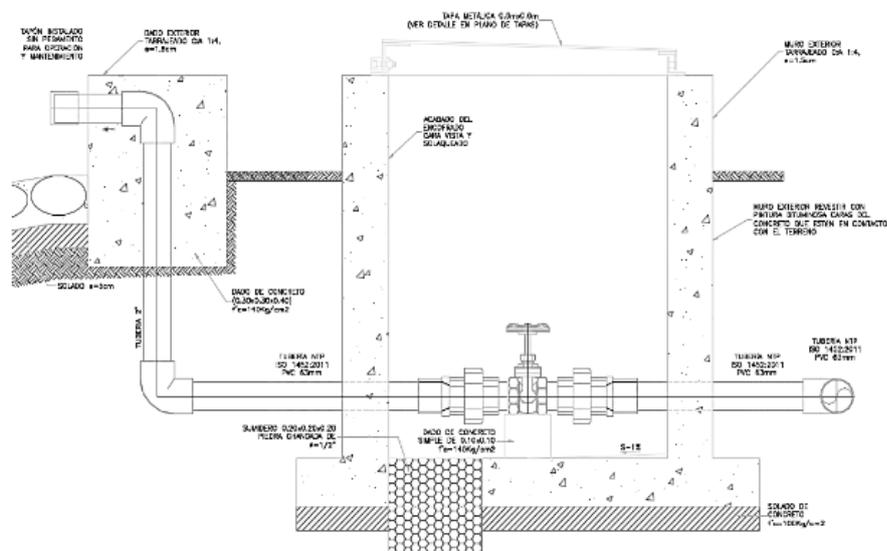
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de $0,60 \times 0,60 \text{ m}^2$, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ La estructura será de concreto armado $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ 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.

2.9.6. VÁLVULA DE PURGA

- Es una derivación instalada sobre la tubería a descargar, provista de una válvula de interrupción (compuerta o mariposa, según diámetro) y un tramo de tubería hasta un punto de desagüe apropiado.
- Todo tramo de las redes de aducción o conducción comprendido entre ventosas consecutivas debe disponer de uno o más desagües instalados en los puntos de inferior cota. Siempre que sea posible los desagües deben acometer a un punto de descarga o pozo de absorción. El dimensionamiento de los desagües se debe efectuar teniendo en cuenta las características del tramo a desaguar: longitud, diámetro y desnivel; y las limitaciones al vertido.

Ilustración N° 03.39. Diámetros de válvulas de purga



- ✓ Cálculo hidráulico
- ✓ Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.
- ✓ La estructura sea de concreto armado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cuyas dimensiones internas son $0,60 \text{ m} \times 0,60 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ y el dado de concreto simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, para ello se debe utilizar el tipo de concreto según los estudios realizados.
- ✓ El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

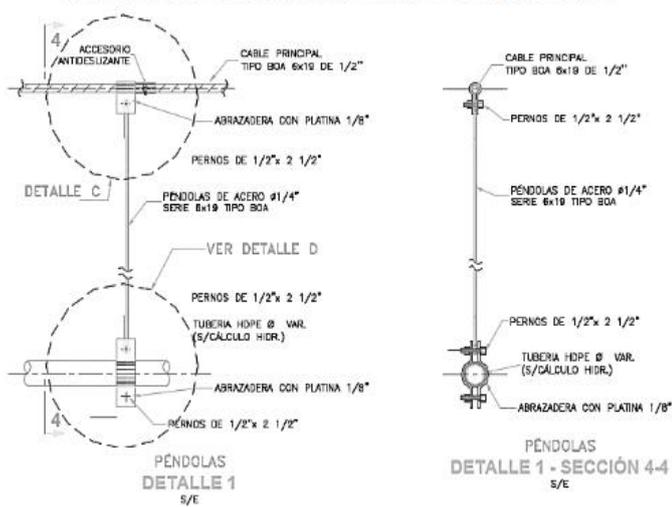
2.9.7. PASE AÉREO

El pase aéreo consiste en un sistema estructural en base a anclajes de concreto y cables de acero que permiten colgar una tubería de polietileno que conduce agua potable, dicha tubería de diámetro variable necesita de esta estructura para continuar con el trazo sobre un valle u zona geográfica que por su forma no permite seguir instalando la tubería de forma enterrada.

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)

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

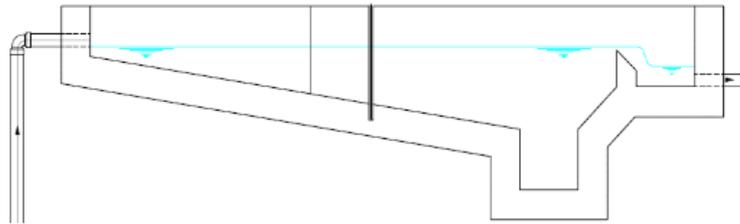
Donde:

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

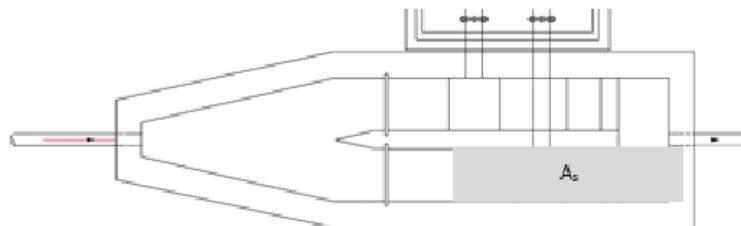
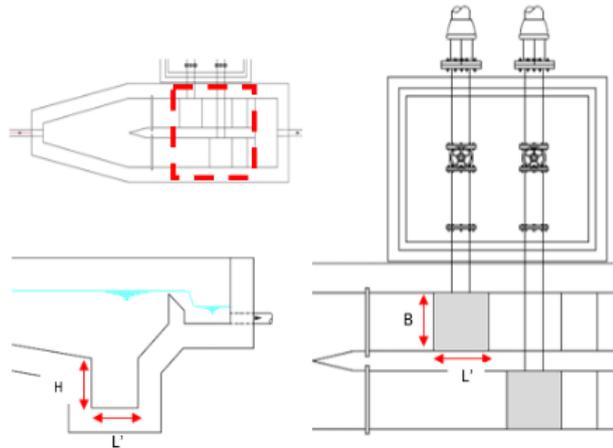


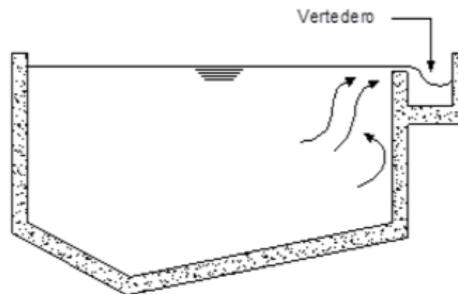
Ilustración N° 03.43. Esquema de la tolva de arenas – planta



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

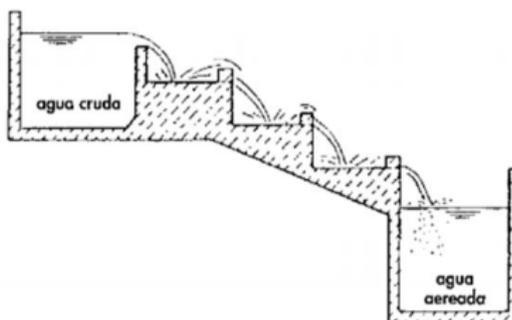
Como normalmente la unidad no tendrá remoción mecánica de lodos, se cumplirá que:

- 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

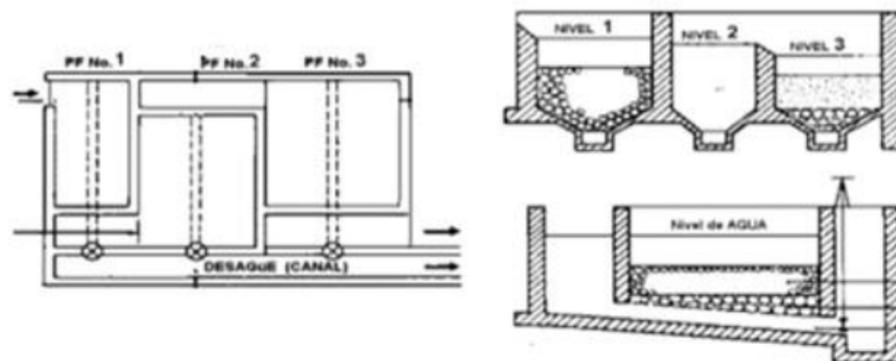
Consideraciones específicas.

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 turbidez 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, tal como agua, bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y sales que son arrastradas posteriormente por el agua.

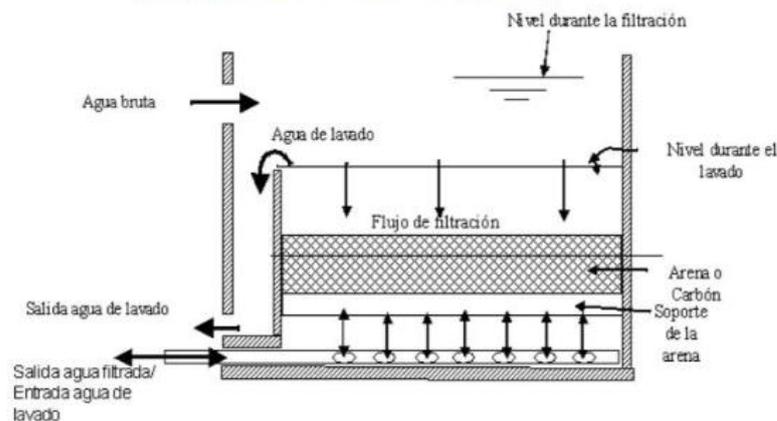
Al aumentar la profundidad del manto filtrante, disminuye la cantidad de alimento, produciéndose otro tipo de bacterias, las cuales utilizan el oxígeno disuelto en el agua y los nutrientes que se encuentran en solución.

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.

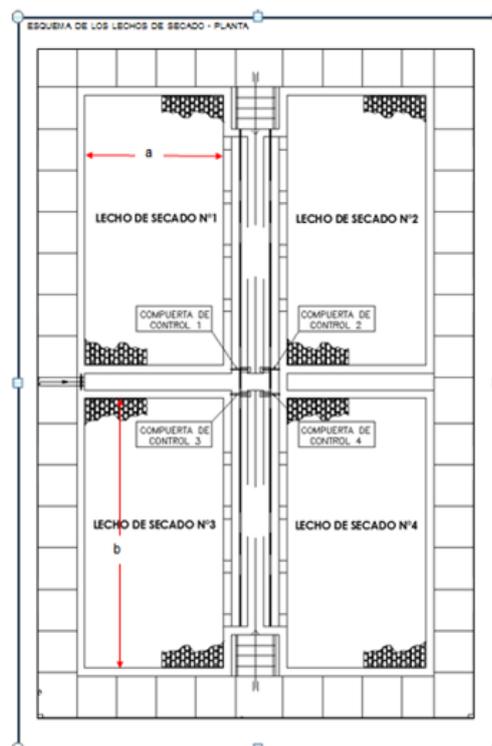
2.10.6. LECHO DE SECADO

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.

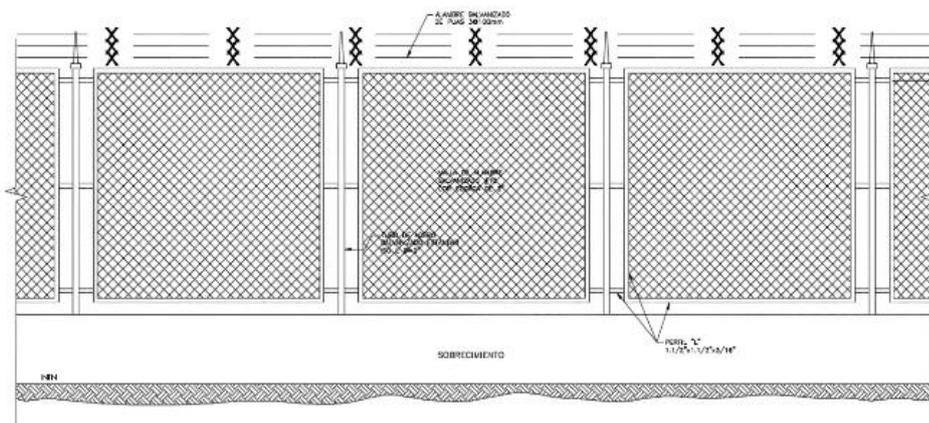
Ilustración N° 03.48. Lecho de secado



2.10.7. CERCO PERIMÉTRICO PARA PTAP

- ✓ El cerco perimétrico es de tipo malla en forma de rombo, fabricado con alambre de hierro galvanizado #10 con cocada de 2" (electrosoldada).
- ✓ Cada malla de alambre galvanizado tiene una altura de 1,90 m y será electrosoldada a los perfiles.
- ✓ El cerco perimétrico debe rodear todos los componentes de la PTAP.
- ✓ Para el cimiento se debe emplear dados de concreto ciclópeo ($f'c=175 \text{ kg/cm}^2$) + 30% PM.
- ✓ La construcción proyectada tendrá una estructura compuesta por columnas de tubo galvanizado $\varnothing 2" \times 2 \text{ mm}$ pintado con esmalte y sellado en extremo, para prevenir su deterioro por exposición.
- ✓ La malla se fija a marcos ángulo F°F° tipo "L" de $11/4" \times 11/4" \times 1/8"$.
- ✓ Los marcos se unen a los tubos galvanizados a través de conectores ángulo F°F° tipo "L" de $11/4" \times 11/4" \times 1/8"$.
- ✓ El alambre de púas es de 3 filas @ $\pm 100\text{mm}$, se fija a los brazos de extensión cada 2,30 a 2,70 m.
- ✓ La puerta de ingreso de 2,90 m x 2,40 m es de doble hoja y de tipo malla (alambre galvanizado cocada 2" BWG#8) con marco tipo L. Se fija a los postes laterales de concreto mediante bisagras empotradas a través de anclajes de $\varnothing 3/8"$ y 0,20 m de longitud.
- ✓ Para el cierre y apertura se cuenta con un cerrojo soldado al marco tipo L de la puerta y a dos tubos transversales, así mismo en la parte inferior se colocaron 2 cerrojos con ojal para candado, soldados a la estructura de la puerta.
- ✓ La puerta de ingreso se fija a dos postes de concreto de sección cuadrangular (0,25 x 0,25 m) y de 3,00 m de altura.

Ilustración N° 03.49. Cerco perimétrico de PTAP



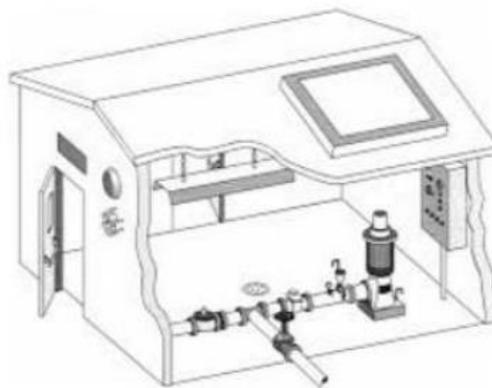
2.11. ESTACIÓN DE BOMBEO

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:
 - 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:

$$H_t = H_g + H_{f\text{total}} + P_s$$

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:

- $H_{f\text{total}}$: 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 centrifugas 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 agresivo, 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 (m^3/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 (m^3/s).

Ilustración N° 03.51. Línea de Impulsión



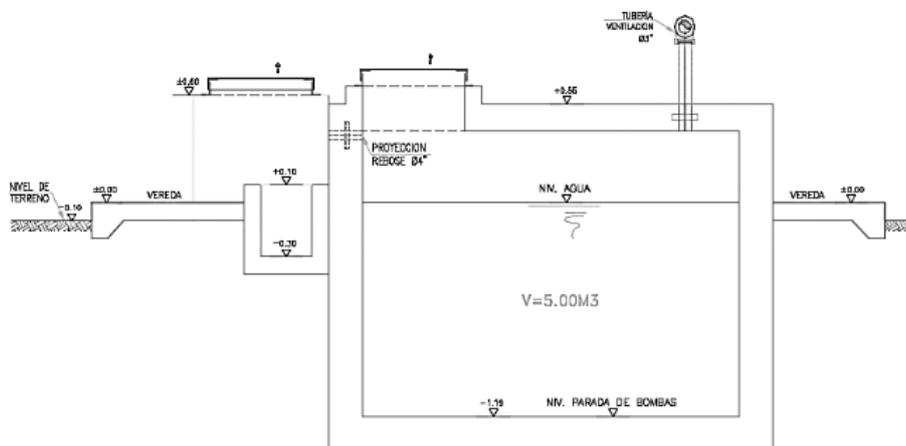
2.13. CISTERNA

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 monofásico 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 fierro 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.

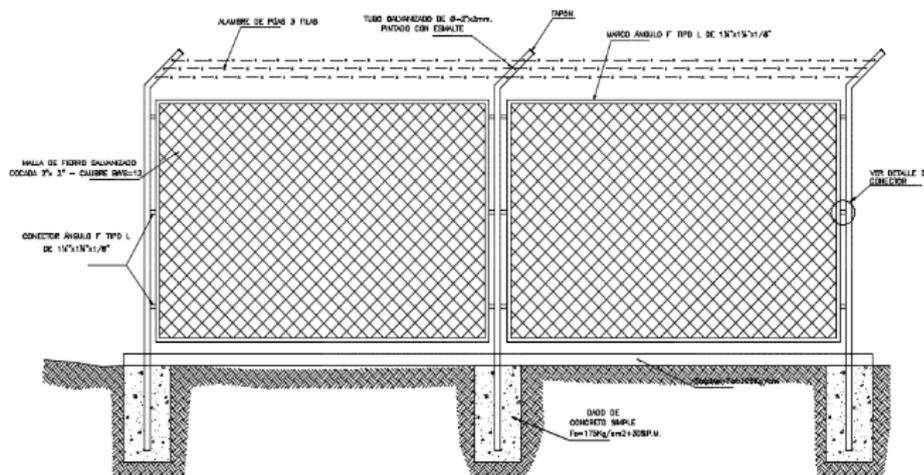
La cisterna proyectada, considera dos ambientes una donde se almacena el volumen útil de agua para consumo humano y otro ambiente de caseta de bombeo que albergará al sistema de bombeo y tableros eléctricos. La cisterna debe ser tarrajada interna y externamente, y pintado externamente con pintura látex.

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 $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

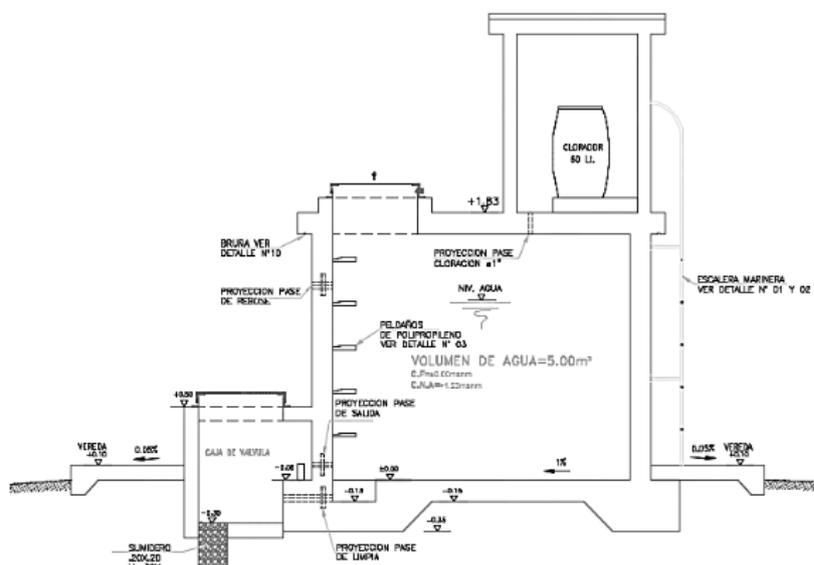
Ilustración N° 03.53. Cerco perimétrico de cisterna



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.

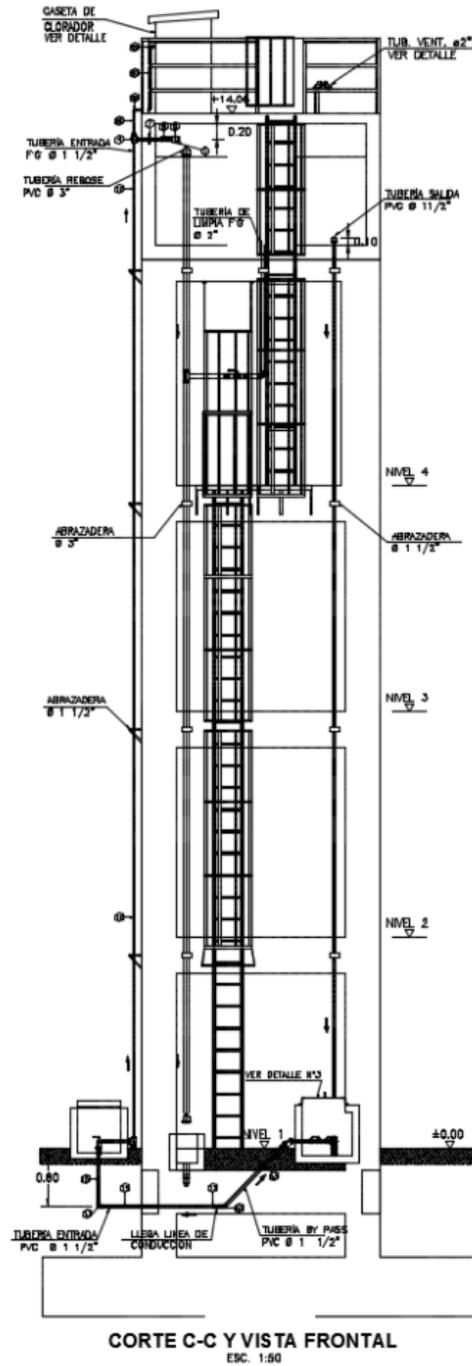
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga 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 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 acabara 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.

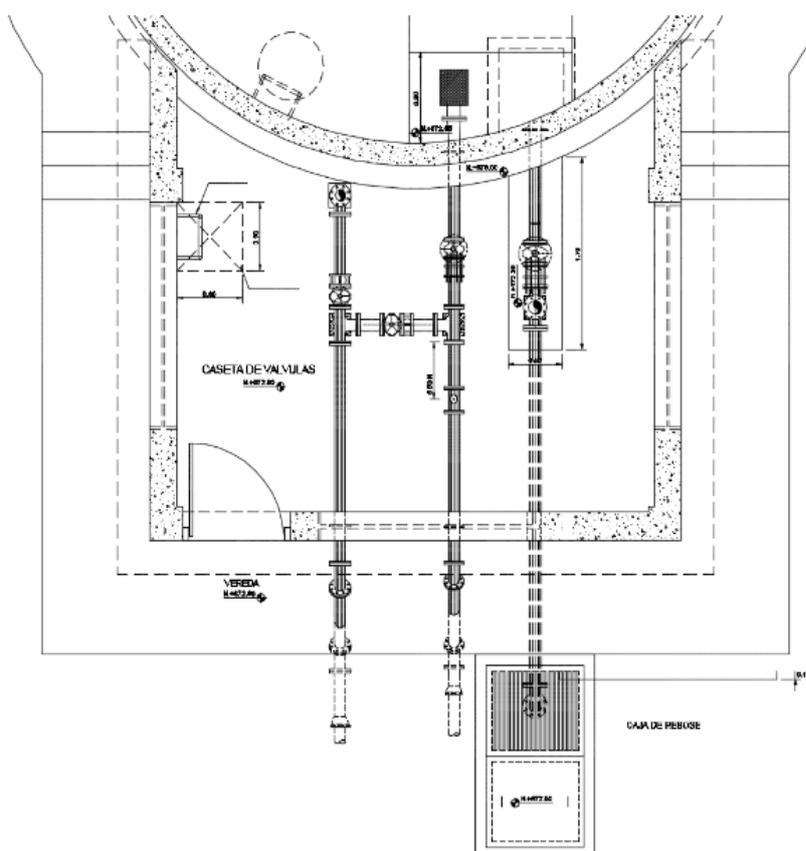
- **Escaleras**
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), 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 1.1/2" x 1.1/2" 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.

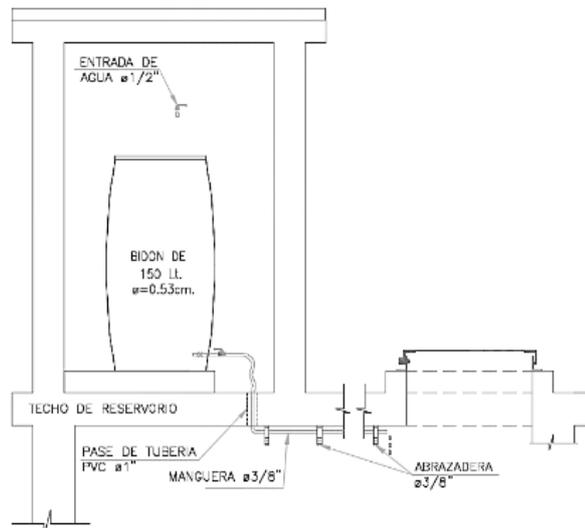
Desinfectantes empleados

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 ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 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 $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$.

2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

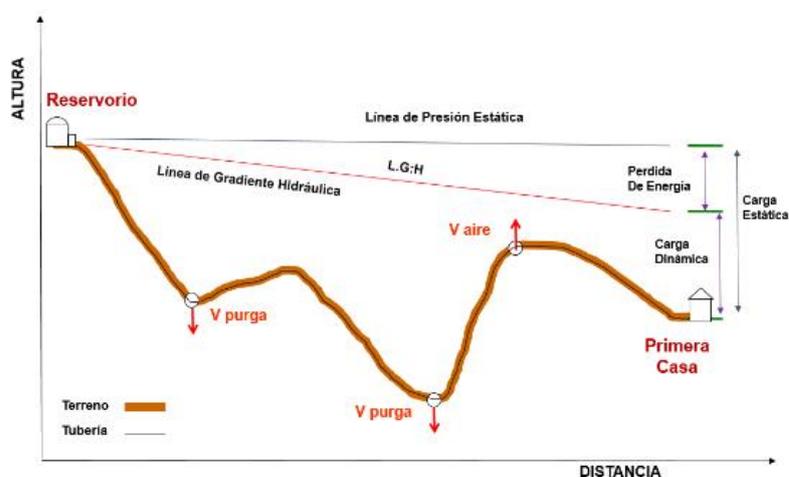
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ 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.

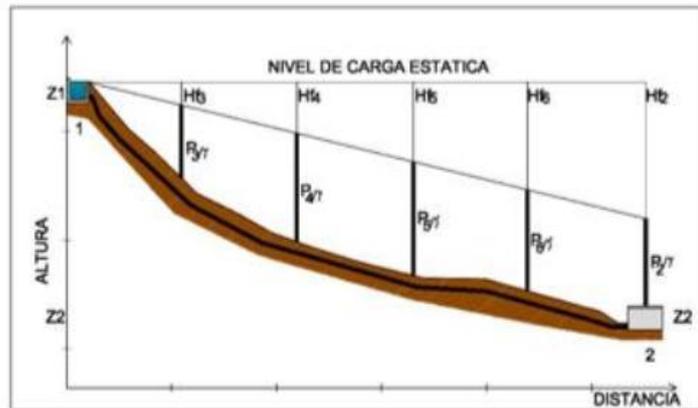
✓ Presión

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).

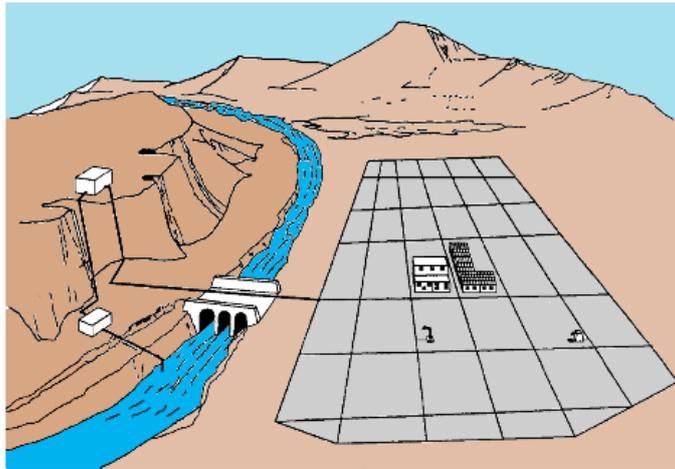
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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 (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:

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

$$3D_c < L_{diseño} < 6D_c$$

Donde:

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

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

$L_{diseño}$: 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:

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

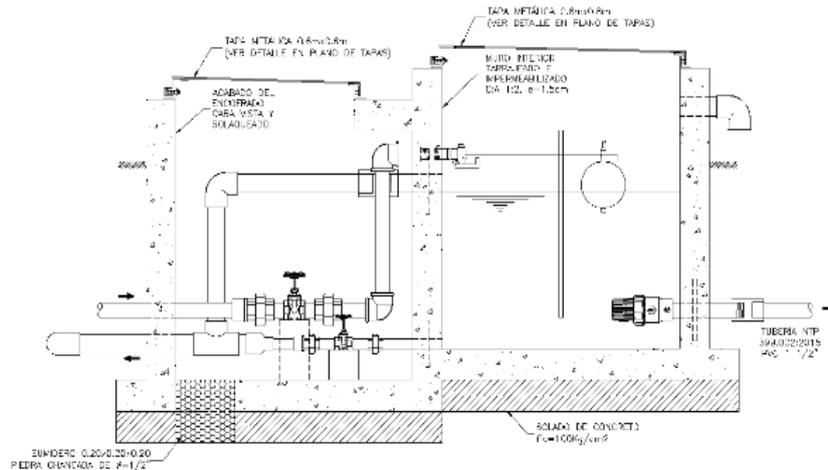
Donde:

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.

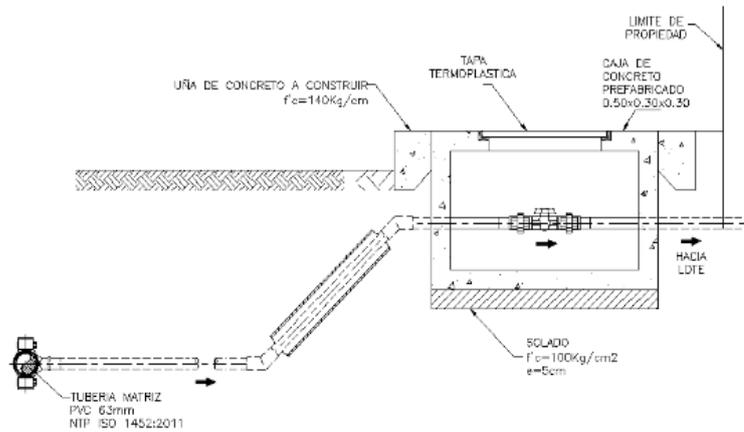
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
 - Instalación: Embridada.
 - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños o 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°.

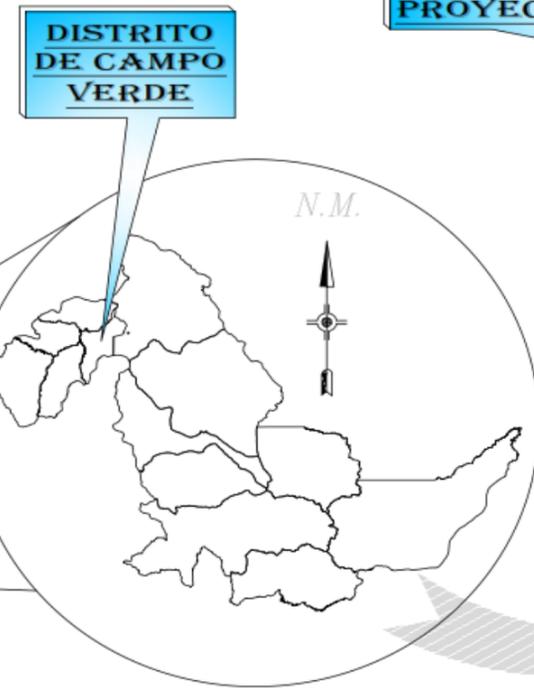
- Elemento de unión con la instalación interior: para facilitar la unión con la instalación interna del predio se debe colocar a partir de la cara exterior de la caja un niple de 0.30 m; para efectuar la unión, el propietario obligatoriamente debe instalar al ingreso y dentro de su predio una llave de 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

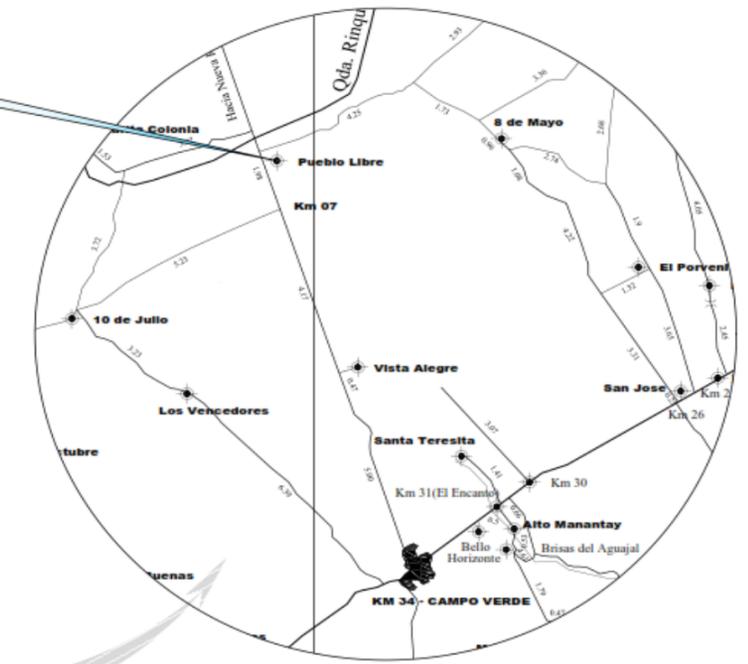


Anexos 04: Planos

Plano de ubicación y localización



UBICACIÓN DEL PROYECTO



CASERIO PUEBLO LIBRE
ESC: 1/100000



CASERIO PUEBLO LIBRE
IMAGEN SATELITAL

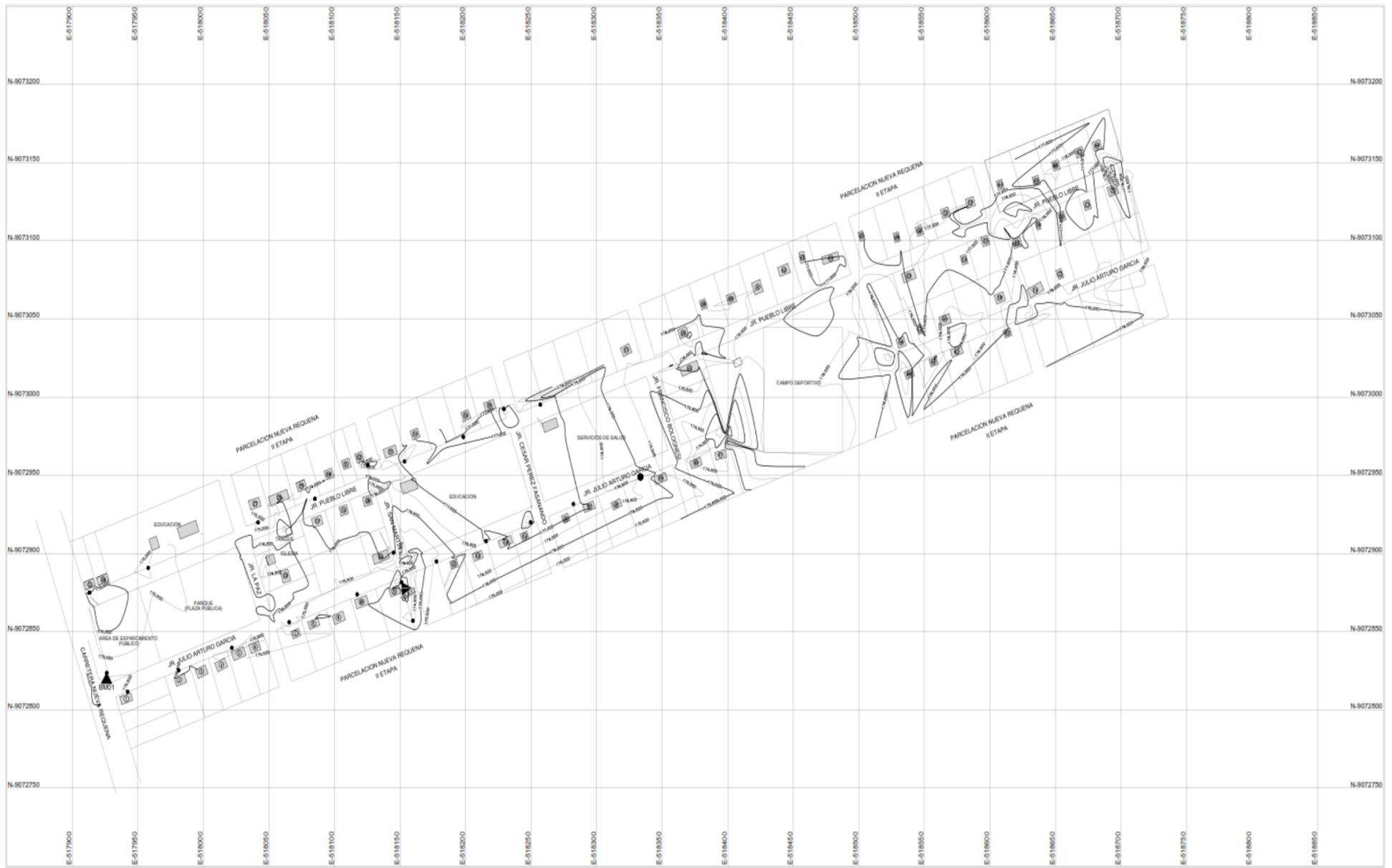
RUTAS DE LLEGADA A LA ZONA				
DE:	HACIA:	TIPO DE VIA:	DIST:	TIEMPO:
PUCALLPA	CAMPO VERDE	ASFALTADA	34.00 Km	0.30 Horas
CAMPO VERDE	PUEBLO LIBRE	AFIRMADA	10.34 Km	0.15 Horas

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2021"

UBICACION : DIST. : CAMPOVERDE PROV.: C. PORTILLO DPTO.: UCAYALI CAS. : PUEBLO LIBRE	PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION TESISTA: JIM PAUL RODRIGUEZ MADRID VºBº: C. PUEBLO LIBRE	CAD : JPRM	FECHA : SET-2022	LAMINA : UL-01 ESCALA : INDICADA
--	--	---------------	---------------------	--

Plano de topográfico



TOPOGRAFIA - CURVAS DE NIVEL
ESC.: 1/1500

LEYENDA	
CURVA SECUNDARIA	
CURVA PRINCIPAL	
NORTE MAGNETICO	
CASA (BENEFICIARIO)	

CUADRO DE NORMAS TECNICAS	
DESCRIPCION DE MATERIAL	NORMAS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS
TUBERIAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRIA CON PISCA RESIN.	NTP-399.186 - 2008/NTP 399.019-2004/NTE 002
TUBERIAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRIA PROTECCION RESIN.	NTP-399.002-2009/NTP 399.019-2004/NTE 002

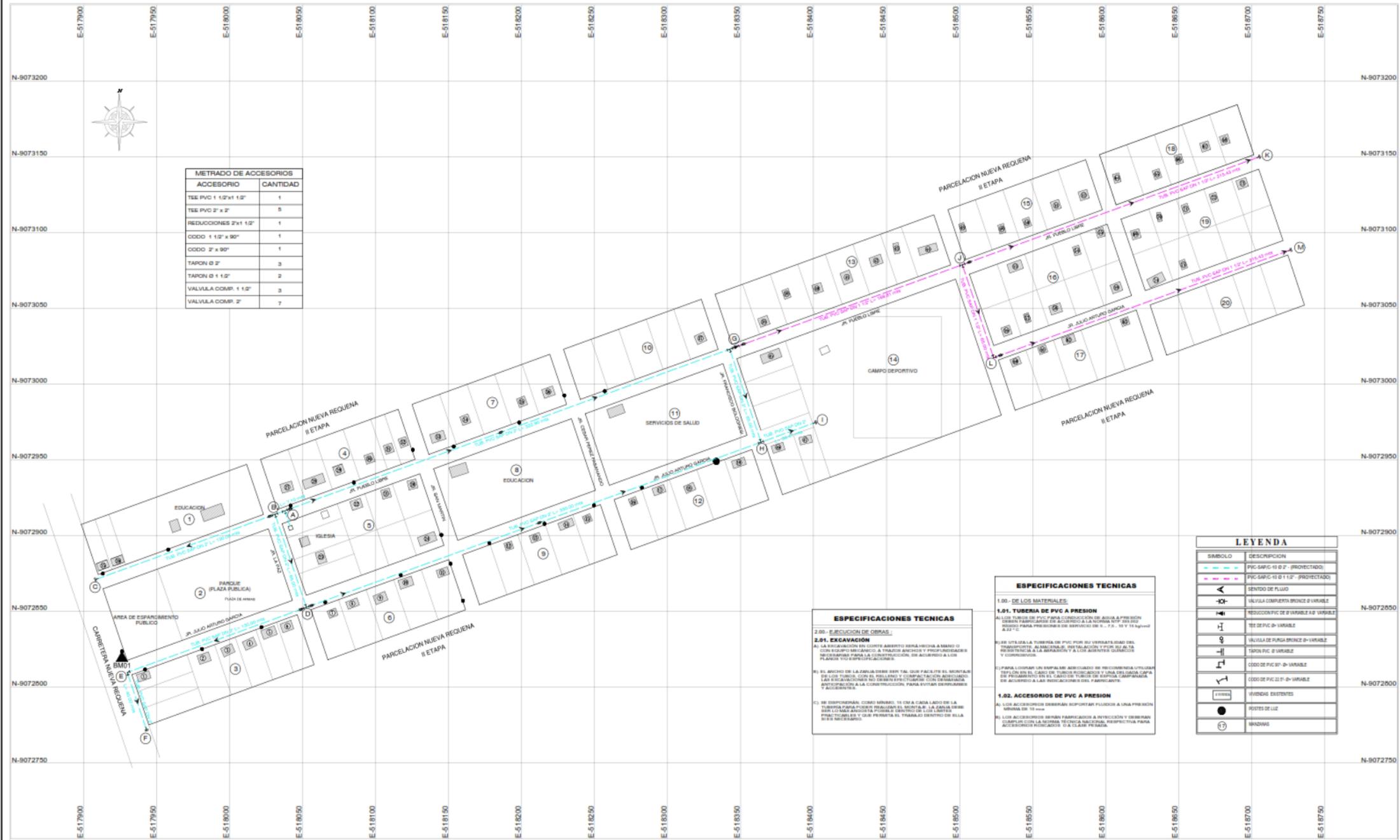
RELACION DE BM.- SAN MARTIN DE MPJARAL Coordenadas UTM- Datum WGS 84 Zona 18			
BM	ESTE	NORTE	COTA
BM-1	517809.453	9072714.276	175.83
BM-2	518034.655	9072772.073	175.67

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2021

UBICACION: DST.: CAMPOVERDE PROV.: C. PORTILLO DPTO.: UCAYALI CAS.: PUEBLO LIBRE	PLANO: TOPOGRAFIA - CURVAS DE NIVEL	LAMINA: T-01
TESISTA: BACH. JIM PAUL RODRIGUEZ MADRID	VºBº: C. PUEBLO LIBRE	CAD: JPRM
FECHA: SET - 2022	ESCALA: INDICADA	

Plano de la red general



METRADO DE ACCESORIOS	ACCESORIO	CANTIDAD
	TEE PVC 1 1/2" x 1 1/2"	1
	TEE PVC 2" x 2"	5
	REDUCCIONES 2" x 1 1/2"	1
	CORDO 1 1/2" x 90°	1
	CORDO 2" x 90°	1
	TAPON Ø 2"	3
	TAPON Ø 1 1/2"	2
	VALVULA COMP. 1 1/2"	3
	VALVULA COMP. 2"	7

LEYENDA	
—	DESCRIPCION
— (blue dashed)	PVC S&P Ø 2" - (PROYECTADO)
— (red dashed)	PVC S&P Ø 1 1/2" - (PROYECTADO)
— (black dashed)	SENTO DE FLUJO
— (black dashed)	VALVULA CUBIERTA BRONCE Ø VARIABLE
— (black dashed)	REDUCCION PVC DE Ø VARIABLE A Ø VARIABLE
— (black dashed)	TEE DE PVC Ø VARIABLE
— (black dashed)	VALVULA DE PURGA BRONCE Ø VARIABLE
— (black dashed)	TAPON PVC Ø VARIABLE
— (black dashed)	CORDO DE PVC Ø 1 1/2" Ø VARIABLE
— (black dashed)	CORDO DE PVC Ø 2" Ø VARIABLE
— (black dashed)	VENEDAS EXISTENTES
— (black dashed)	POSTES DE LUC
— (black dashed)	MANZANAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.00 - DE LOS MATERIALES

1.01. TUBERIA DE PVC A PRESION
 AL LER TUBERIA DE PVC PARA CONDUCCION DE AGUA A PRESION DEBEN PASEN POR LA TABLA DE ACCESORIOS A LA NORMA NTP 399.002 PARA PRESIONES DE SERVICIO DE 8, 7, 5, 3, 1, 0 Y 1/2 kg/cm².

SE USARA TUBERIA DE PVC POR SU VERSATILIDAD DEL TRANSPORTE, MANEJO, INSTALACION Y POR SU ALTA RESISTENCIA A LA ABRASION Y A LOS AGENTES QUIMICOS Y CORROSIONES.

PARA USAR UN EMPALME MECANICO DE REDUCCION SE UTILIZARA UN EMPALME MECANICO DE REDUCCION DE PVC CON UN ANCHO DE TUBERIA PROYECTADA Y UNA DEL GAMA CLASE DE PROYECTADO EN EL CASO DE TUBERIA COMPUESTA DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL FABRICANTE.

1.02. ACCESORIOS DE PVC A PRESION
 AL LER ACCESORIOS DEBEN SOPORTAR PRESIONES A UNA PRESION NOMINAL DE 10 MPa.

AL LER ACCESORIOS DEBEN FABRICADOS A PRESION Y DEBEN CUMPLIR CON LA NORMA TECNICA NACIONAL RESPECTIVA PARA ACCESORIOS PROYECTADOS DE LA CLASE PROYECTADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

2.00 - EJECUCION DE OBRAS

2.01. EXCAVACION
 AL LER EXCAVACION EN CORTA ABERTURA DEBEN HECHAS A MANO O CON EQUIPO MECANICO A TRAZO ANCHO Y PROFUNDIDADES DEBEN SER PARA LA CONSTRUCCION DE ALBARRANOS A LOS PLANOS Y/O ESPECIFICACIONES.

EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER TAL QUE FACILITE EL MONTAJE DE LAS TUBERIAS CON SU TOLERA Y COMPACTACION ADECUADA LAS EXCAVACIONES NO DEBEN EFECTUARSE CON DEMASIADA INTENSIDAD A LA CONSTRUCCION PARA EVITAR DESPLAZAMIENTOS Y ACCIDENTES.

SE DEBERAN, COMO MINIMO, 10 CM A CADA LADO DE LA TUBERIA PARA PODER REALIZAR EL MONTAJE DE LA ZANJA CON SU TOLERA ADECUADA PARA ADECUARLA A LOS LUBROS DEBEN SER HECHAS A MANO O CON EQUIPO MECANICO A TRAZO ANCHO Y PROFUNDIDADES DEBEN SER PARA LA CONSTRUCCION DE ALBARRANOS A LOS PLANOS Y/O ESPECIFICACIONES.

RED GENERAL DE AGUA POTABLE
 ESC: 1/1250

DESCRIPCION	UND	METRADO
AGUA POTABLE		
TUBERIA, SUMINISTRO E INSTALACION		
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø 1 1/2" DE PVC-S&P CLASE C-10	m	664.87
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø 2" DE PVC-S&P CLASE C-10	m	1,129.47
PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION	m	1,794.14

NOTA
 LAS REDES DE AGUA POTABLE DEBEN DE TUBERIA DE PVC-S&P Ø 10 EN TODOS LOS DIAMETROS.

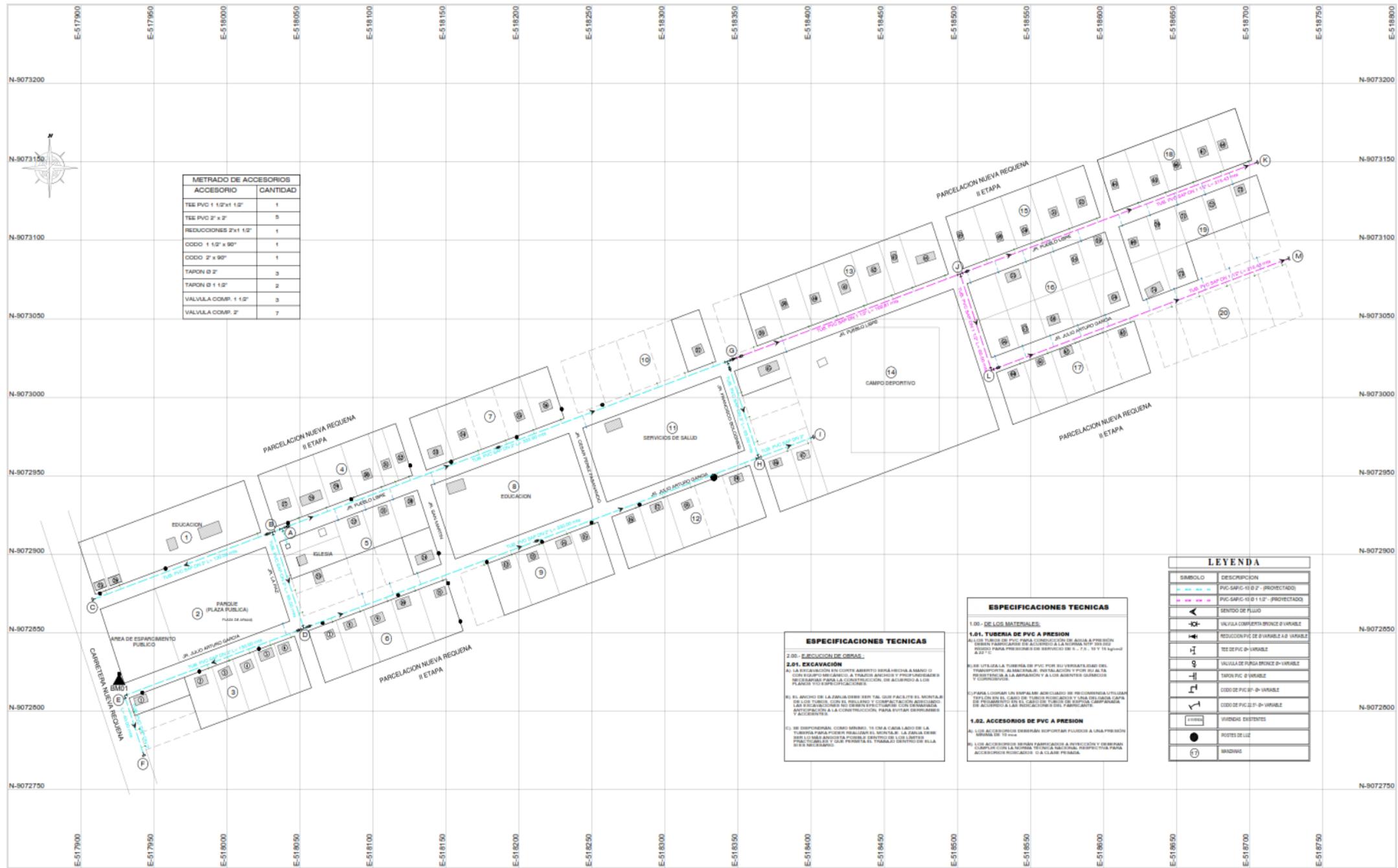
CUADRO DE NORMAS TECNICAS	
DESCRIPCION DE MATERIAL	NORMAS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS
TUBERIAS Y CONEXIONES PARA AGUA POTABLE CON ROSCA SEGUN	NTF-399.146 - 2008/NTF-399.019.2004/NTF-002
TUBERIAS Y CONEXIONES PARA AGUA POTABLE SIN ROSCA SEGUN	NTF-399.022.2009/NTF-399.019.2004/NTF-002

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE

PROYECTO: "DISEÑO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2021"

UBICACION: DIST.: CAMPOVERDE PROV.: C. PORTILLO DPTO.: UCAYALI CAS.: PUEBLO LIBRE	PLANO: RED GENERAL DE AGUA POTABLE	LAMINA: AP-01
TESISTA: BACH. JIM PAUL RODRIGUEZ MADRID	VISOR: C. PUEBLO LIBRE	FECHA: SET - 2022
INDICADA		

Plano de conexiones domiciliarias



METRADO DE ACCESORIOS	
ACCESORIO	CANTIDAD
TEE PVC 1 1/2" x 1 1/2"	1
TEE PVC 2" x 2"	5
REDUCCIONES 2"x1 1/2"	1
CODO 1 1/2" x 90°	1
CODO 2" x 90°	1
TAPON Ø 2"	3
TAPON Ø 1 1/2"	2
VALVULA COMP. 1 1/2"	3
VALVULA COMP. 2"	7

LEYENDA	
	PVC-SAPIC 40 Ø 2" - PROTECTADO
	PVC-SAPIC 40 Ø 1 1/2" - PROTECTADO
	SENTIDO DE FLUJO
	VALVULA COMPLETA BRONCE Ø VARIABLE
	REDUCCION PVC DE Ø VARIABLE Ø VARIABLE
	TEE DE PVC Ø VARIABLE
	VALVULA DE PURGA BRONCE Ø VARIABLE
	TAPON Ø VARIABLE
	CODO DE PVC Ø 1" - Ø VARIABLE
	CODO DE PVC Ø 1 1/2" - Ø VARIABLE
	VIGILANCIA EXISTENTES
	POSTOS DE LUZ
	BARRIANG

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.00 - DE LOS MATERIALES.	
1.01. TUBERIA DE PVC A PRESION	AL LUGAR DONDE SE USE PARA CONEXIONES DE AGUA A PRESION DEBEN FABRICARSE DE ACUERDO A LA NORMA NTP 300 000 AGUAS PARA PRESIONES DE SERVICIO DE 8, 17, 30 Y 38 kg/cm² ABS.
2.00 - EJECUCION DE OBRAS.	
2.01. EXCAVACION	AL LA EXCAVACION EN CONTRA ABERTO DEBE HECHA A MANO O CON EQUIPO MECANICO A TRAZOS ANCHOS Y PROFUNDIDADES RECOMENDADAS PARA LA CONSTRUCCION DE ACCESORIOS A LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.
	EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER TAL QUE FACILITE EL MONTAJE DE LOS TUBOS, CON EL HELIENO Y COMPACTACION ADECUADA. LAS EXCAVACIONES DEBEN SER PROTEGIDAS CON GRAMINAZO ANTIEROSION A LA CONSTRUCCION PARA EVITAR DESGASTOS Y ACCIDENTES.
	DE DISPONERSE COMO MINIMO 11 CM A CADA LADO DE LA TUBERIA PARA PODER REALIZAR EL MONTAJE. LA ZANJA DEBE SER LO SUFICIENTE ANCHA PARA PERMITIR EL CONTROL DE LOS LÍMITES DE LA TUBERIA Y PARA PERMITIR EL TAMBALO DEBIDO DE ALLA SER NECESARIO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.00 - DE LOS MATERIALES.	
1.01. TUBERIA DE PVC A PRESION	AL LUGAR DONDE SE USE PARA CONEXIONES DE AGUA A PRESION DEBEN FABRICARSE DE ACUERDO A LA NORMA NTP 300 000 AGUAS PARA PRESIONES DE SERVICIO DE 8, 17, 30 Y 38 kg/cm² ABS.
2.00 - EJECUCION DE OBRAS.	
2.01. EXCAVACION	AL LA EXCAVACION EN CONTRA ABERTO DEBE HECHA A MANO O CON EQUIPO MECANICO A TRAZOS ANCHOS Y PROFUNDIDADES RECOMENDADAS PARA LA CONSTRUCCION DE ACCESORIOS A LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES.
	EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER TAL QUE FACILITE EL MONTAJE DE LOS TUBOS, CON EL HELIENO Y COMPACTACION ADECUADA. LAS EXCAVACIONES DEBEN SER PROTEGIDAS CON GRAMINAZO ANTIEROSION A LA CONSTRUCCION PARA EVITAR DESGASTOS Y ACCIDENTES.
	DE DISPONERSE COMO MINIMO 11 CM A CADA LADO DE LA TUBERIA PARA PODER REALIZAR EL MONTAJE. LA ZANJA DEBE SER LO SUFICIENTE ANCHA PARA PERMITIR EL CONTROL DE LOS LÍMITES DE LA TUBERIA Y PARA PERMITIR EL TAMBALO DEBIDO DE ALLA SER NECESARIO.

CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE
ESC: 1/1250

DESCRIPCION	UND	METRADO
AGUA POTABLE		
TUBERIA, SUMINISTRO E INSTALACION		
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø 1 1/2" DE PVC-SAP CLASE C-10	m	654.67
SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA Ø 2" DE PVC-SAP CLASE C-10	m	1,129.47
PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION	m	1,794.14

CUADRO DE NORMAS TECNICAS	
DESCRIPCION DE MATERIAL	NORMAS DE ESPECIFICACIONES TECNICAS
TUBERIAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRIA CON PEGUNTA SECURA	NTP-300.100 - 2008/NTP 300.019.2004/NTE 002
TUBERIAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRIA CON PEGUNTA SECURA	NTP-300.022.2006/NTP 300.019.2004/NTE 002

METRADO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS	
REDES	DESCRIPCION
1	METRADO DE 1/2" CORTEA 30
1	METRADO DE 1/2" LARGA 1700
1	METRADO DE 2" CORTEA 30
1	METRADO DE 2" LARGA 1700
TOTAL DE CONEXIONES 108	

UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO PUEBLO LIBRE, DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, UCAYALI - 2021"

UBICACION: CAMPOVERDE
 DIST.: CAMPOVERDE
 PROV.: C. PORTILLO
 DIPTO.: UCAYALI
 CAS.: PUEBLO LIBRE

PLANO: CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE
 TESISISTA: BACH. JIM PAUL RODRIGUEZ MADRID
 VPP: C. PUEBLO LIBRE

CAD: JPPM
 FECHA: SET - 2022

LAMINA: AP-03
 ESCALA: INDICADA

Anexos 05: Fotografías



Fotografía 01. Vista satelital del caserío Pueblo Libre.



Fotografía 02. Levantamiento topográfico.



Fotografía 03. Levantamiento topográfico.



Fotografía 04. Ubicación del BM-01.



Fotografía 05. Ubicación del BM-02.