



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DEL CASERÍO CHAUCHARA, DISTRITO DE
HUANDOVAL, PROVINCIA DE PALLASCA, REGIÓN DE
ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN
SANITARIA DE LA POBLACIÓN – 2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

CANAYO PANDURO, JORGE ENRIQUE

ORCID 0000-0002-7937-8537

ASESOR:

LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL

ORCID: 0000-0002-1666-830X

CHIMBOTE - PERÚ

2021

1. Título del informe

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, para su incidencia en la condición sanitaria de la población – 2021.

2. Equipo de trabajo

AUTOR

Canayo Panduro, Jorge Enrique

ORCID 0000-0002-7937-8537

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de
pregrado, Chimbote, Perú

ASESOR

Ms. León De Los Ríos, Gonzalo Miguel

ORCID: 0000-0002-1666-830X

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

JURADO

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID: 0000-0001-9298-4059

Presidenta

Mgtr. Córdova Córdova Wilmer Oswaldo

ORCID: 0000-0003-2435-5642

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

ORCID: 0000-0002-8238-679X

Miembro

3. Hoja de firma del jurado y asesor

Jurado

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

Presidente

Mgtr. Córdova Córdova Wilmer Oswaldo

Miembro

Mgtr. Bada Alayo Delva Flor

Miembro

Mgtr. Gonzalo Miguel León de los Ríos

Asesor

4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria

Agradecimiento

A Dios, por regalarme sabiduría
y entendimiento en cada
proyecto de mi vida .

A mi familia quienes fueron el
motor que me impulso para salir a
delante en esta carrera de
ingeniería civil.

A mis docentes quienes me
guiaron durante todo el proceso
de aprendizaje brindándome
conocimientos y valores que más
adelante en mi vida profesional
usare como mis principios
personales.

Dedicatoria

A Dios quien me da la fortaleza necesaria para seguir adelante día tras día y lograr cada una de mis metas.

Quienes me apoyaron de una u otra forma en el proceso de mi formación profesional y en especial a mi madre quien me incentivo a seguir adelante a pesar de las adversidades.

5. Resumen y Abstract

Resumen

Un sistema de agua potable es aquel que se encarga de suministrar el agua a todas las viviendas en proporciones adecuadas, cada diseño es único ya que se realizan en diferentes entornos con diferentes necesidades de la población. La investigación tuvo como **objetivo** desarrollar El Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara y su incidencia en la condición sanitaria de la población. Se planteó como el **enunciado del problema**, ¿El Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara; mejorará la condición sanitaria de la población? Se usó la **metodología** cualitativa, de diseño no experimental, de tipo descriptiva. En los **resultados** de la investigación se obtuvo un sistema de agua potable por gravedad con la alternativa del sistema SA – 03 que comprende una cámara de captación en ladera concentrado con un caudal de 0.89 lt /seg, una línea de conducción con 280 ml de tubería pvc clase 10, un reservorio de almacenamiento de 5 m³ capaz de cubrir la demanda futura de agua potable, para la línea de aducción y red de distribución se diseñaron en función a las 225 personas con un caudal unitario de 0.00789 lt/seg/persona. Al finalizar se **concluye** que El Diseño incidirá de manera positiva en a la condición sanitaria de la población del caserío Chauchara cumpliendo con un correcto funcionamiento del sistema de agua potable y brindando agua segura con los niveles de cloro adecuados.

Palabras clave: Clase de tubería, Condición Sanitaria, Sistema de abastecimiento de agua potable.

Abstract

A drinking water system is one that is responsible for supplying water to all homes in adequate proportions, each design is unique since they are carried out in different environments with different needs of the population. The objective of the research was to develop the design of the drinking water supply system of the Chauchara farmhouse and its impact on the health condition of the population. It was raised as the statement of the problem, ¿The Design of the drinking water supply system of the Chauchara village; will improve the health status of the population? The qualitative methodology, non-experimental design, descriptive type was used. In the results of the investigation, a drinking water system by gravity was obtained with the alternative of the SA - 03 system, which includes a concentrated hillside collection chamber with a flow of 0.89 lt / sec, a conduction line with 280 ml of pipe class 10 pvc, a 5 m³ storage reservoir capable of covering the future demand for drinking water, for the adduction line and distribution network were designed based on 225 people with a unit flow rate of 0.00789 lt/sec/person. At the end, it is concluded that The Design will have a positive impact on the health condition of the population of the Chauchara farmhouse, complying with the correct functioning of the drinking water system and providing safe water with adequate chlorine levels.

Keywords: Type of pipe, Sanitary Condition, Drinking water supply system.

6. Contenido

1. Título del informe	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 y cuadros.	xiii
I. Introducción	1
II. Revisión de la literatura	3
2.1. Antecedentes	3
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales	6
2.1.3. Antecedentes locales	8
2.2. Bases teóricas de la investigación	10
2.2.1. Agua	10
2.2.1.1. Ciclo hidrobiológico del agua	10
2.2.1.2. Agua potable	11
2.2.1.3. Calidad del agua.....	11
a. Análisis físico.....	12

b.	Análisis químico	12
c.	Análisis bacteriológico	12
2.2.1.4.	Selección de la fuente de agua	13
2.2.2.	Población de diseño y demanda de agua.....	13
2.2.2.1.	Población	13
2.2.2.2.	Población futura	13
a.	Tasa de crecimiento anual.....	14
b.	Número de integrantes por familia	14
c.	Periodo de diseño	14
2.2.2.3.	Demanda de agua.....	15
a)	Variaciones periódicas	15
A.	Consumo Promedio Diario Anual	15
B.	Consumo Máximo Diario (Qmd).....	16
C.	Consumo Máximo Horario (Qmh)	16
2.2.2.4.	Dotaciones de demanda.....	17
2.2.3.	Abastecimiento de agua	17
2.2.4.	Sistema de abastecimiento de agua	17
2.2.4.1.	Sistema de abastecimiento por gravedad	18
2.2.5.	Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable	18
2.2.5.1.	Cámara de captación.....	18
2.2.5.2.	Línea de conducción.....	25

A. Criterios de Diseño	25
2.2.5.3. Reservorio de almacenamiento	28
2.2.5.3.1. Reservorio cabecero.....	28
2.2.5.3.2. Reservorio flotante.....	29
2.2.5.4. Línea de aducción	29
2.2.5.5. Red de distribución	29
2.2.5.5.1. Sistema de redes abiertas.....	29
2.2.5.5.2. Sistema de redes cerradas.....	30
2.2.6. Incidencia en la condición sanitaria	30
a) calidad del agua potable	30
b) Continuidad del servicio	31
c) Cantidad de agua ofertada.....	32
d) Cobertura del sistema de agua potable.....	32
e) Estado de “la infra estructura del sistema de agua potable.....	32
III. Hipótesis	33
IV. Metodología.....	34
4.1. Diseño de la investigación.....	34
4.2. Población y muestra	35
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores	36
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
3.1.1. Técnica de recolección de datos	37

3.4.2. Instrumento de recolección de datos	37
4.5. Plan de análisis.	38
4.6. Matriz de consistencia	40
4.7. Principios éticos	41
a. Ética en la recolección de datos	41
b. Ética para el inicio de la evaluación	41
c. Ética en la solución de resultados	41
d. Ética para la solución de análisis	41
e. Responsabilidad Social	41
f. Respeto a la propiedad intelectual	42
g. Protección al medio ambiente	42
V. Resultados	43
5.1. Resultados	43
5.2. Análisis de resultados	56
VI. Conclusiones	59
Aspectos complementarios	61
Referencias Bibliográficas	62
Anexos	67

7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.

Tablas

Tabla 1 Periodo de diseño	15
Tabla 2 Clase de tubería PVC y presión máxima de trabajo.....	26
Tabla 3 Definición y operalización de variables.....	36
Tabla 4 Matriz de consistencia.....	40
Tabla 5 Parámetros del diseño para el sistema de agua potable	44
Tabla 6 modelamiento hidráulico de la cámara de captación en ladera	45
Tabla 7 modelamiento hidráulico de la línea de conducción	47
Tabla 8 cálculo del reservorio de almacenamiento de agua potable.....	48
Tabla 9 diseño de la red de distribución	49
Tabla 12 De donde obtienen el agua potable	50
Tabla 13 Quién o quienes traen agua.....	51
Tabla 14 tiempo que recorrer para traer agua	52
Tabla 15 litros de agua consume la familia por día	53
Tabla 16 Almacena o guarda agua en la casa.....	54
Tabla 17 Cómo consume el agua para tomar	55

Gráficos

Gráfico 1 De donde obtienen el agua potable	50
Gráfico 2 Quién o quienes traen agua.....	51
Gráfico 3 tiempo que recorrer para traer agua	52
Gráfico 4 litros de agua consume la familia por día	53
Gráfico 5 Almacena o guarda agua en la casa	54
Gráfico 6 Cómo consume el agua para tomar	55

Imágenes

Imagen 1 agua potable en el mundo	10
Imagen 2 Sistema de abastecimiento por gravedad	18
Imagen 3 Cálculo de la altura de la cámara húmeda	21
Imagen 4 Cálculo de la altura de la cámara húmeda	21
Imagen 5 Cálculo de la altura de la cámara húmeda	21
Imagen 6 Determinación del ancho de pantalla	21
Imagen 7 Cálculo de la altura de la cámara húmeda	22
Imagen 8 Dimensionamiento de la canastilla.....	23
Imagen 9 Dimensionamiento de la canastilla.....	23
Imagen 10 Dimensionamiento de la canastilla.....	23
Imagen 11 Dimensionamiento de la canastilla.....	23
Imagen 12 Cámara rompe presión tipo VI	26
Imagen 13 Válvula de aire.....	27
Imagen 14 Válvula de purga	27
Imagen 15 Pase aéreo	28
Imagen 16 Calidad del agua potable según sectores.....	31
Imagen 17 Continuidad del servicio de agua potable	31

I. Introducción

La investigación se realizará en el centro poblado Chauchara distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, esta investigación se basó en diseñar un sistema de agua potable que permita mejorar la calidad de vida de los moradores de tal modo que tengan agua las 24 horas del día que tenga una cobertura al 100%, que los niveles de cloración de sean adecuados para el consumo.

Vázquez ¹, Muchas veces los moradores se abastecen de fuentes no tratadas de tal manera que puede afectar la salud de los consumidores provocando un fuerte impacto en los niños menores a 5 años.

Al analizar la problemática se propuso el siguiente **enunciado del problema**:

¿El Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; mejorará la condición sanitaria de la población - 2022?

Para dar solución a la problemática se planteó como **objetivo general**:

desarrollar el Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, y su incidencia en la condición sanitaria de la población. A su vez se plantearán

dos **objetivos específicos**: El primero es Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; Determinar la incidencia en la

condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash. Asumiendo todos estos casos, la presente investigación se **justificó** académicamente, porque es de suma importancia como próximos ingenieros civiles, aplicar procedimientos y métodos matemáticos establecidos en hidráulica. La **metodología** empleó las siguientes características. El tipo es descriptivo. El nivel de la investigación es cualitativo.

La **población** estuvo conformada por el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales y la **muestra** en esta investigación estuvo constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash. El **tiempo y espacio** estuvo establecido por el caserío Chauchara, Noviembre 2021 – febrero 2022. Cabe decir que la **técnica e instrumento**, fue de observación directa lo cual se realizó recopilación de información mediante encuestas, cuestionarios y guía de observación para después procesarlos en gabinete, alcanzando una cadena metodológica convencional, **Los Resultados** se obtuvo un sistema de agua potable por gravedad con la alternativa del sistema SA – 03 que comprende una cámara de captación en ladera concentrado con un caudal de 0,89 lt /seg, una línea de conducción con 280 ml de tubería pvc clase 10, un reservorio de almacenamiento de 5 m³ capaz de cubrir la demanda futura de agua potable, para la línea de aducción y red de distribución se diseñaron en función a las 225 personas con un caudal unitario de 0.00789 lt/seg/persona.

II. Revisión de la literatura

2.1. Antecedentes

Haciendo uso de la tecnología, se utilizó el internet para determinar los trabajos previos sobre el diseño de abastecimiento de agua potable para la mejora de la calidad de vida en las zonas rurales.

2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) Según **Gonzales**², nos dice en su tesis de “ Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el area urbana del Municipio de Samayac, Suchitepéquez; el cual tuvo como **objetivo**; diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para el area urbana de Samayac, para proporcionarle mejores condiciones de vida y desarrollo económico social; tuvo como **objetivo específico**; mejorar la calidad y capacidad de cobertura del sistema; **Metodología**, Tipo de investigación es aplicada porque se va emplear muestras representativas como estrategia de control, el diseño de investigación será cuasi experimental, porque quedo a nivel de diseño y se realizaron ensayos en laboratorio; en **conclusión**; el desarrollo del diseño hidráulico fue siguiendo las normativas de INFOM UNEPAR siendo este el ente que roge los proyectos de esta índole en la república de Guatemala, a través de la guía de normas sanitarias para el diseño del sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Dentro de

la misma norma establece las presiones mínimas y máximas, así como las velocidades recomendadas las cuales son: presiones mínimas en línea de conducción de 1.00 mca hasta 10.00 mca, las velocidades deberán estar entre el rango de 0.60m/seg y no mayor de 3.00m/seg, las presiones no deberán sobrepasar los 70 mca”.

- b) Según **Molina**³, nos dice en su tesis “ proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán teniendo como **objetivo**, propiciar la viabilidad del proyecto de distribución de agua en Cucuyagua, con la finalidad de satisfacer las necesidades básicas de la población, abastecer de agua a la población contando con la calidad y cantidad suficiente y proyectarla para 20 años de vida útil, **Metodología**, tipo de estudio: tiene un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, el diseño de la investigación: es no experimental transeccional o transversal de carácter descriptivo; como **conclusión** nos indica que el proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua potable es viable y apta para realizar sus respectivos estudios, debido al diagnóstico se determinó la necesidad de establecer un proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua en el casco urbano del municipio de Cucuyagua, Copan, para sustituir el existente porque es obsoleto y

presenta fallas en el suministro de agua en lo que respecta a la cantidad y calidad”.

- c) Según **Lam**⁴, nos dice en su tesis de “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzi Chiquito, Municipio de San Mateo Ixtatan Huehuetenago, tuvo como objetivo general; diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzin Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango, considerando unos de os objetivos específicos; Realizar una investigación de tipo monográfico y de la infraestructura de la aldea Captzin Chiquito del municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango; **Metodología** tipo de estudio realizado es cuantitativo, tipo de diseño no experimental descriptivo; **conclusión**; que el sistema se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas, funcionando por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas, se recomendó que la fuente de abastecimiento de agua deberá ser bien controlada, proteger el entorno de la fuente de agua a través de un comité de agua”.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Según **Noreña**⁵, nos dice en su tesis de “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en las localidades de Pucajaga, Caurihuasi, Cuba y Ecuador, distrito de Molino – Pachitea – Huánuco -2015; el cual tuvo como **Objetivo General**, determinar el diseño hidráulico para el sistema de abastecimiento de agua potable en las localidades de Pucajaga, Caurihuasi, Cuba y Ecuador, distrito de Molino; teniendo como **objetivo específico**, determinar el cálculo hidráulico de las obras de arte para el abastecimiento de agua potable en las localidades de Pucajaga, Caurihuasi, Cuba y Ecuador, distrito de Molino; tuvo como **Metodología**, tipo de investigación aplicativo que constara su desarrollo con teorías y normas existentes en diseño hidráulico, nivel de investigación es de estudio Descriptivo y Explicativo no experimental; en conclusión, para dimensionar las obras de arte tales como captaciones, cámaras rompe presión, cámaras distribuidoras de caudales, es necesario los caudales de diseño que se determinan en función a la demanda de agua”.
- b) Según **Guillen, Concha**⁶, en su trabajo de tesis “mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica, tuvo como objetivo; identificar y evaluar los factores que se presentan en el sistema de abastecimiento de agua potable, dando alternativa de solución para mejorarlo; **Metodología**, tipo de investigación denominado cuantitativo, explicativo, experimental y

aplicativo el cual consiste en describir situaciones y eventos, decir como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno; **Conclusión**, de acuerdo a las pruebas realizadas en los acuíferos, se determinó las buenas condiciones en la que se encuentra, el cual garantiza su uso de calidad, se recomienda que para pozos antiguos se debe realizar las evaluaciones correspondiente de los pozos a fin de determinar en qué condiciones se encuentran, si están en óptimas condiciones de calidad para que se proceda a la perforación y obtención de un nuevo pozo.

2.1.3. Antecedentes locales

- a. Según **Tafur, Soberón** ⁷, en su tesis de “Diseño del sistema de agua potable para mejorar las condiciones de vida de la población de la localidad de Cuchulia, distrito Jazán, provincia Bongará, Región Amazonas para el año 2015; tuvo como **objetivo general**, Diseñar un sistema de agua potable, utilizando como fuente la quebrada Anshe, que abastezca agua con calidad y cantidad adecuada a la población de la localidad de Cuchulia, distrito de Jazán. Provincia Bongará, región Amazonas para el años 2015; calcular el caudal de la quebrada y los caudales de diseño; **Metodología**, para el presente estudio se utilizó el método observacional teniendo como tipo de estudio de acuerdo al objetivo alcanzado: investigación aplicada, métodos aplicados: investigación explicativa, como tipo de diseño es no experimental; en conclusión; el cálculo del caudal de la quebrada Anshe por medio del método volumétrico, obteniéndose un caudal de 5 L/s, con el que se obtuvo el caudal promedio diario anual (Qp), el caudal máximo diario (Qmd) y el caudal máximo horario (Qmh)”.
- b. Según **Chirinos** ⁸, nos dice en su tesis “diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del caserío de Anta Moro – Ancash 2017 tuvo como objetivo realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Caserío Anta, Moro –Ancash 2017; el cual tuvo como

objetivo específico; realizar el diseño hidráulico de la línea de conducción, aducción, reservorio y la red de distribución del caserío Anta. **La metodología;** tipo de estudio es cuantitativa, diseño de la investigación no experimental del tipo descriptiva. **Conclusión;** se determinó la captación del tipo manantial de ladera y concentrado con la capacidad para satisfacer la demanda de agua. Distancia donde brota el agua y caseta húmeda 1.1m, el ancho de la pantalla es de 1.05m y la altura de la pantalla será de 1.00m se tendrá 8 orificios de 1 pulg, la canastilla será de 2 pulg., la tubería de rebose y limpia será de 1 ½ pulg con una longitud de 10.00m. Para la línea de conducción se obtuvo un total de 330.45 m de tubería rígida PVC CLASE 7.5 con diámetro de ¾ pulg para toda la línea. Se definió un reservorio cuadrado de 7m³ para el caserío Anta. Para la línea de aducción y distribución se obtuvo un total 2114.9m de tubería rígida PVC CLASE 7.5 con diámetro de 1 pulg para toda la línea. Se diseñará 5 cámaras rompe presión de 0.60 por 0.60 m y 1m de altura”.

2.2. Bases teóricas de la investigación

2.2.1. Agua

Según Raffino⁹, nos define que el agua es una sustancia líquida que no tiene olor, sabor y color, que se encuentra en la naturaleza en un estado más o menos puro y contiene un porcentaje importante en toda superficie del planeta tierra (aproximadamente un 71%). Asimismo, es una sustancia bastante común en nuestro sistema solar y el universo, aunque en forma de vapor o de hielo es decir en forma gaseosa o líquida respectivamente.



Imagen 1 agua potable en el mundo

2.2.1.1. Ciclo hidrobiológico del agua

“El autor aquí nos describe al ciclo del agua como la presencia y el movimiento del agua en la Tierra y sobre ella” (10).

“el agua de la Tierra está siempre en movimiento y continuo cambio de estado, es decir de líquido a gaseoso o de gaseoso a líquido” (11).

2.2.1.2. Agua potable

Según Ente Provincial del Agua y de Saneamiento¹¹, denomina agua potable al agua que es apto para el consumo humano y que puede ser consumida sin un riesgo para la salud siempre y cuando cumpla con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales, nacionales e internacionales, También al hablar de agua potable hacemos referencia a toda agua que ha sido debidamente estudiada y tratada, encontrándose en condiciones óptimas para el adecuado consumo humano.

2.2.1.3. Calidad del agua

Según la Organización Mundial de la Salud¹², la calidad del agua potable preocupa en todos los países del mundo, por sus consecuencias en la salud de la población, Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo que debemos tener cuidado y bien presente, Asimismo, propone dar valor a los enfoques de gestión preventiva que van desde los recursos hídricos hasta nosotros los consumidores.

a. Análisis físico

Según Ministerio de vivienda construcción¹³, nos dice el análisis físico evalúa las características, relativas a su comportamiento físico, que determinan su calidad, La calidad del agua modificada por sustancias puede no ser toxica, pero cambia el aspecto del agua, entre ellas la temperatura, turbidez, color y conductividad.

b. Análisis químico

Según Ministerio de vivienda construcción¹³, nos dice por medio de este análisis se determina el contenido de sales minerales y materia orgánica, el que se compara con los estándares para poder determinar su calidad, usos y cualquier proceso que deba ser sometida, La actividad agrícola contamina el agua cuando se emplea un uso inadecuado de plaguicidas o fertilizantes que son arrastrados hacia las aguas, especialmente nitratos y nitritos.

c. Análisis bacteriológico

Según Ministerio de vivienda construcción¹³, nos dice existen un grupo de enfermedades conocidas como enfermedades hídricas, debido a que su vía de transmisión es la ingestión del agua contaminada, Es

entonces conveniente determinar la potabilidad desde el punto de vista bacteriológico.

2.2.1.4. Selección de la fuente de agua

Leyva ¹⁴, la elección de la fuente es una opción donde los proyectos deben considerar un estudio de calidad de agua, para que el agua tratada sea apta para consumo humano en lugares donde se sitúa un manantial de capacidad suficiente, éste puede ser el origen de abastecimiento más factible.

2.2.2. Población de diseño y demanda de agua

2.2.2.1. Población

Según Wigodski¹⁵, el autor define como el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen y tienen algunas características comunes observables en un lugar y momento determinado.

2.2.2.2. Población futura

Según Concha ¹⁶, la población futura del lugar a estudiar son determinantes para pronosticar el desarrollo poblacional, por lo que se calcula según su forma de desarrollo y factores socioeconómicos, de esta manera la población futura para cada etapa de diseño se coordinará con las áreas y programas de desarrollo regional.

$$Pf = Pa \left(1 + t * \frac{r}{100} \right)$$

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: coeficiente de crecimiento por departamento.

t: Periodo de diseño.

a. Tasa de crecimiento anual

La tasa de crecimiento anual corresponde a los periodos de los censos realizados en la localidad este dato lo brinda el INEI.

b. Número de integrantes por familia

Dato brindado por el instituto nacional de estadística y informática INEI a nivel distrital. Donde e estima la cantidad de habitantes por grupo familiar.

c. Periodo de diseño

El periodo de diseño se determina mediante factores como crecimiento poblacional, economía, vida útil de las estructuras, vulnerabilidad de la infra estructura sanitaria. Para el diseño de un sistema se considera el año 0 en donde se inicia la etapa de recolección de información y a su vez los inicios del proyecto en la tabla 2 se establecen los periodos máximos para los componentes del sistema de saneamiento.

Tabla 1 Periodo de diseño

Estructura	Periodo de diseño
• Fuente de abastecimiento	20 años
• Obra de captación	20 años
• Reservorio	20 años
• Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años

Fuente: Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural.

2.2.2.3.Demanda de agua

Según Rosasco ¹⁷, nos trata de explicar que la demanda de agua que se va estimar corresponde a la cantidad o volumen de agua utilizado por los la población y los sectores económicos.

a) Variaciones periódicas

Según Guerrero ¹⁸, Para abastecer un lugar o comunidad, va hacer necesario que cada componente del sistema contribuya para la satisfacción de la comunidad, de tal modo que se diseñe una estructura con la forma de las cifras de consumo y variaciones de las mismas.

A. Consumo Promedio Diario Anual

Es el caudal promedio de un año para un habitante al día. Este caudal es la demanda que requiere la población futura.

$$Qpd = \frac{D * P f}{86400}$$

Donde:

Qpd: Consumo promedio diario Lt/s.

Pf: Población futura.

D: Dotación en Lt./hab/día.

B. Consumo Máximo Diario (Qmd)

Corresponde al caudal máximo consumido al día y que es registrado durante un año, se considera para su cálculo un valor $K1=1.3$.

$$Qmd=K1*Qpd$$

Donde:

Qmd: Consumo máximo diario.

Qpd: Consumo promedio diario.

K1: Coeficiente.

Fuente: Manual de agua potable Para poblaciones rurales

C. Consumo Máximo Horario (Qmh)

Guerrero ¹⁸, Este caudal máximo se registra en variaciones de consumo en una hora durante todo el año

la norma OS.100 considera valores entre 1.8 a 2.5 el valor del K2 para su cálculo.

$$Q_{mh} = K_2 * Q_{pd}$$

Donde:

Q_{mh}: Consumo máximo horario.

Q_{pd}: Consumo promedio diario.

K₂: Coeficiente.

2.2.2.4. Dotaciones de demanda

Según Barrios ¹⁹, manifiestan como la cantidad de agua en promedio que consume cada habitante además comprende todos los tipos de consumo que se realizará en un día promedio anual, incluyendo las pérdidas físicas en el sistema.

2.2.3. Abastecimiento de agua

“las fuentes de agua potable presentan variaciones tanto en cantidad como en calidad por todo su paso desde el núcleo de la fuente, pequeñas comunidades, ciudades hasta centros urbanos”(20).

2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua

“El autor tiene por concepto de sistema de abastecimiento de agua potable al conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios permitiendo al agua llegue desde la captación hasta el punto de consumo en condiciones correctas, ya sea en calidad como en cantidad” (20).

2.2.4.1. Sistema de abastecimiento por gravedad

Según Arnalich²⁰, son los sistemas de abastecimiento donde la fuente de agua se encuentra a una altura elevada en relación con la ubicación de los consumidores, que se encuentran en zonas más bajas. La energía que usa el agua para bajar es la energía potencial que posee al tener la altura superior.

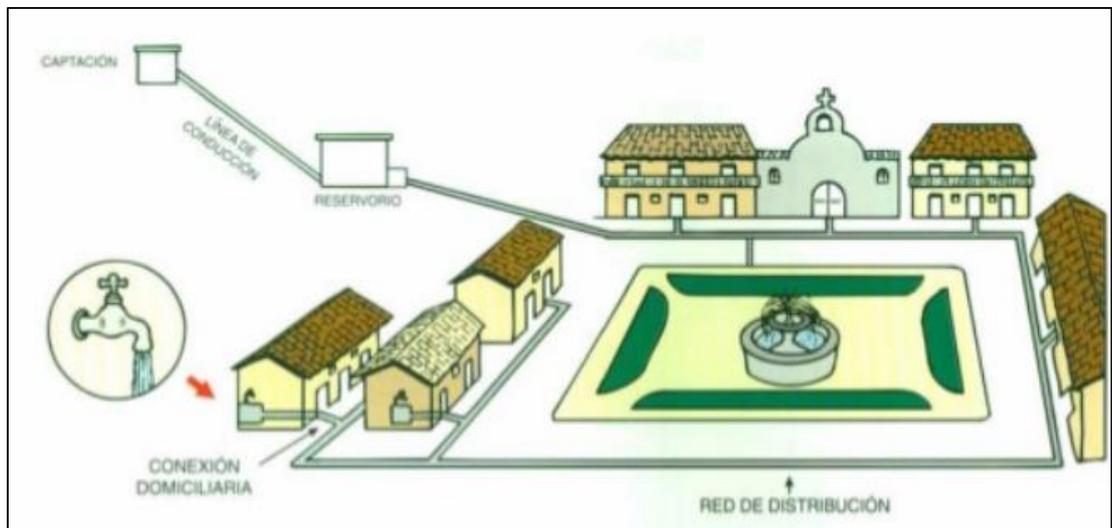


Imagen 2 Sistema de abastecimiento por gravedad

2.2.5. Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.5.1. Cámara de captación

Según Agüero²¹, el autor trata de explicar que la cámara de captación es uno de los componentes primordiales del sistema de agua potable encargada de captar una cierta cantidad de agua para conducir a una población, también intenta mostrar que se puede construir en diferentes tipos de fuente de agua, ya sea en manantiales, ríos o un sitio que sea propicio para su dotación y con las dimensiones necesarias.

Según Agüero ²¹, Se consideran los siguientes criterios:

- a) Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda: Calculo de la pérdida de carga en el orificio (h_0) y pérdida de carga en la captación (H_f)

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g}$$

$$H_f = H - h_0$$

Dónde:

- H : carga sobre el centro del orificio (m)
- h_0 : pérdida de carga en el orificio (m)
- H_f : pérdida de carga afloramiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Dónde:

- L : distancia afloramiento – captación

Cálculo de la velocidad de paso teórica (m/s):

$$V_{2t} = Cd * \sqrt{2gH}$$

- Velocidad de paso asumida: $V_2 = 0.60$ m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

b) Determinación del ancho de la pantalla: Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

$$A = \frac{Q_{max}}{V_2 * C_d}$$

Dónde:

- Q_{max} : gasto máximo de la fuente (l/s)
- C_d : coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)
- g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- H : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)
- A : área del orificio de pantalla

Por otro lado:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Dónde:

- D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

Cálculo del número de orificios en la pantalla:

$$N_{\text{orificio}} = \frac{\text{Area del diametro teorico}}{\text{Area del diametro asumido}} + 1$$

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2 * 6D + N_{\text{orificios}} * D + 3D * (N_{\text{orificios}} - 1)$$

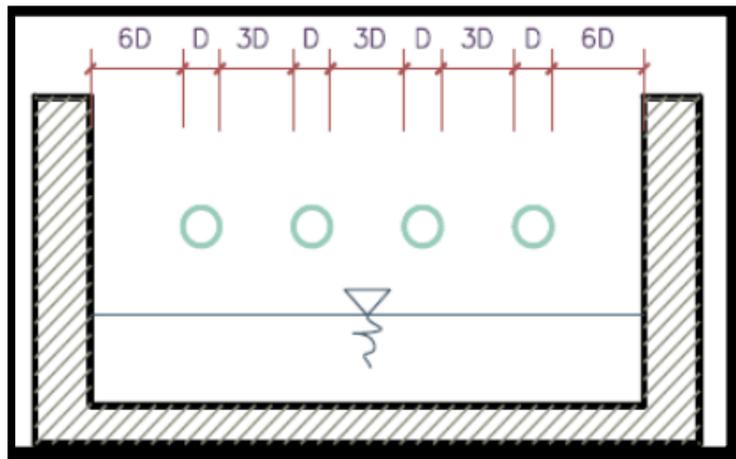


Imagen 6 Determinación del ancho de pantalla

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018)

- c) Altura de la cámara húmeda: Para determinar la altura total de la cámara húmeda (Ht), se considera los elementos identificados que se muestran en la siguiente figura:

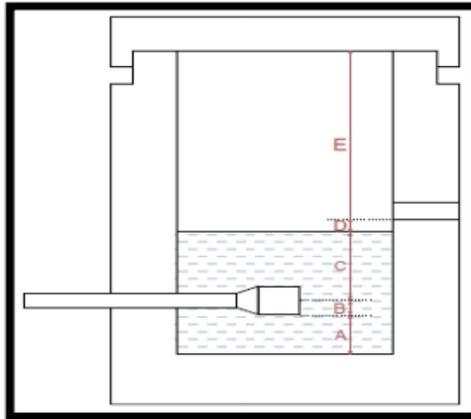


Imagen 7 Cálculo de la altura de la cámara húmeda

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018)

$$Ht = A + B + C + D + E$$

Dónde:

- A: altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, se considera una altura mínima de 10 cm
- B: se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.
- D: desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo de 5 cm).
- E: borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).
- C: altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda una altura mínima de 30 cm).

d) Cálculo del valor de la carga (H):

Para determinar la altura de la captación es necesario conocer la carga requerida para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción.

$$H = \frac{1.56 * V^2}{2G} \quad \text{ó} \quad H = \frac{1.56 * Qmd^2}{2gA^2}$$

Dónde:

- Qmd: consumo máximo diario (m3/s)
- A: área de la tubería de salida (m2)
- g : aceleración de la gravedad (m/s2)
- H: altura de agua o carga requerida (m)

e) Dimensionamiento de la canastilla: Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC).

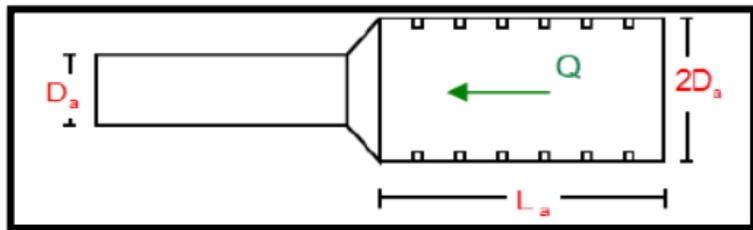


Imagen 11 Dimensionamiento de la canastilla.

Fuente: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2018)

$$D_{canastilla} = 2 * DC$$

Para la longitud de la canastilla (L) se recomienda:

$$3DC \leq L \leq 6DC$$

Para determinar el área de ranura (A_r) se tiene las dimensiones:

- Ancho de ranura: 5mm
- Largo de ranura: 7mm

Para el área total de ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC):

$$A_t = 2 * AC$$

Para determinar el número de ranuras:

$$N^{\circ}ranuras = \frac{A_t}{A_r}$$

f) Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia:

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia y tienen el mismo diámetro.

$$Dr = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Dónde:

- Q_{max} : gasto máximo de la fuente (l/s)
- hf : pérdida de carga unitaria en (m/m) – (valor recomendado: 0.015 m/m)
- Dr : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.2.5.2.Línea de conducción

“el autor refleja esta definición como aquella que a través de tuberías transporta el agua al reservorio, por tanto el agua que transciende por esta tubería será de las fuentes que provenga de la captación, siendo ya por fuentes pluviales, subterráneas o superficiales” (22).

A. Criterios de Diseño

- **Velocidad admisible**

Estrictamente el valor de la velocidad no debe ser menor de 0.60 m/s porque nos interesa que el agua no produzca depósitos ni erosiones. Por otro lado, la velocidad máxima aceptará un valor dependiendo del material de la tubería, por ejemplo, en tubos de concreto la velocidad máxima será de 3.00 m/s mientras que en tubos de PVC será de 5 metros por segundo (22).

- **Clase de Tubería**

Norma técnica de diseño ²³, dice que para determinar correctamente la clase de tubería a utilizar en la línea de conducción, debemos tener en cuenta la presión máxima que se produce en ella; que, contrario a lo que se pueda creer, no ocurre cuando el sistema está operativo, sino al cerrar la válvula de control en la tubería (presión estática).

Clase	Presión máxima de prueba	Presión máxima de trabajo
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Tabla 2 Clase de tubería PVC y presión máxima de trabajo

Fuente: Agüero pittman.

L.2. Accesorios

- Cámara rompe presión tipo VI

Según Siapa. ²⁴, se coloca en los puntos donde la diferencia de alturas es preocupante. Cumple la función de reducir la presión del agua a cero.



Imagen 12 Cámara rompe presión tipo VI

Fuente: Ingeniero civil info, 2011

- Válvula de aire

Es un artefacto que se encarga de eliminar el aire atrapado dentro de la tubería de conducción, ayudando al flujo continuo

del caudal de agua. Su instalación es necesaria en los puntos más altos del tramo de tubería, así como también al inicio y al final de tramos con una pendiente mínima, otro criterio usado es el de colocar una válvula de aire cada 400 a 800 metros (24).

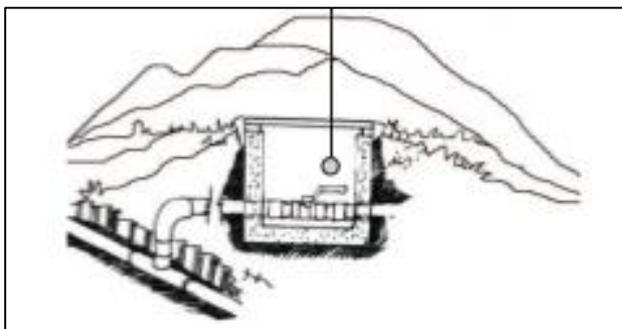


Imagen 13 Válvula de aire

Fuente: Programa buena gobernanza, 2016.

- Válvulas de Purga.

Se colocan sobre la tubería de conducción con una válvula compuerta para poder derivar los sedimentos hacia un desagüe, garantizando así el aprovechamiento de todo el diámetro de la tubería y por ende, el caudal (25).

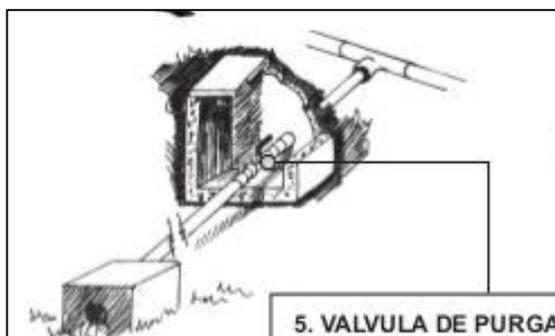


Imagen 14 Válvula de purga

Fuente: Programa buena gobernanza, 2016.

- Pase aéreo

Es un mecanismo utilizado cuando la profundidad del terreno entre dos puntos es excesiva como son el caso de acantilados y quebradas, también son usados para cruzar ríos o el terreno es clasificado como roca dura. Como vemos, en todos los casos el criterio para el uso de un conducto aéreo o pase aéreo es la imposibilidad de realizar una excavación (25).

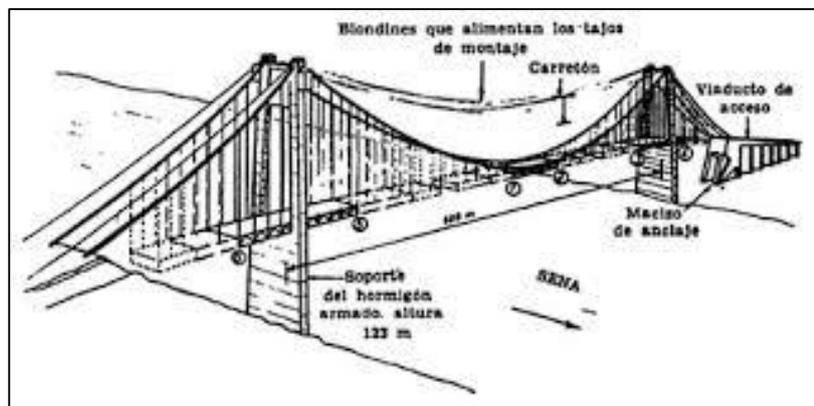


Imagen 15 Pase aéreo

Fuente: Programa buena gobernanza, 2016.

2.2.5.3. Reservorio de almacenamiento

“el reservorio es el lugar donde el agua queda depositada, ya sea por cualquier tipo de fuente que provenga, para luego ser transportada a las viviendas por medio de las redes de distribución” (25).

2.2.5.3.1. Reservorio cabecero

“El autor señala que el agua llega al reservorio, se almacena, después se conduce a la línea de aducción y finalmente a la red de distribución, Asimismo se

alimenta directamente de la captación, por gravedad o por bombeo y elevados apoyados” (25).

2.2.5.3.2. Reservorio flotante

“El autor nos menciona que el agua primero se conduce a la red, y lo sobrante se almacena en el reservorio, es menos usual. Por tanto son reguladores de presión, mayormente son elevados, la entrada y salida es realizada por un mismo tubo” (26).

2.2.5.4.Línea de aducción

nos dice que consta de elementos y estructuras que entrelazan el reservorio y la red de distribución.

“ se denomina línea de aducción a la tubería que conduce el agua desde el almacenamiento hasta la red de distribución, para casos donde tengamos más de una línea, la suma de sus gastos deberá ser equivalente al gasto máximo horario”(26).

2.2.5.5.Red de distribución

Según Villegas ²⁶, es el grupo de tuberías de distintos diámetros, válvulas, grifos y todos los accesorios cuyo principio está ubicado en el ingreso a la comunidad y que se desarrolla por todas las calles.

2.2.5.5.1. Sistema de redes abiertas

Según Villegas²⁶, se considera cuando las tuberías que agrupan el sistema propagan de modo que no se

intersectan posteriormente para formar circuitos. Los bordes finales pueden acabar en estructuras de almacenamiento o enlaces auxiliares.

2.2.5.5.2. Sistema de redes cerradas

Según Romero²⁷, se conoce como red cerrada a los conductores que la componen que cierran formando circuitos. El objetivo es tener un procedimiento redundante de tuberías, es decir, cualquier sector dentro del área cubierta por el sistema puede ser alcanzado al mismo tiempo por más de una tubería, incrementando la calidad del abastecimiento.

2.2.6. Incidencia en la condición sanitaria

"El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública, lo que significa garantizar el acceso al agua y las instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades" (27).

a) calidad del agua potable

Para Sandoval Chávez ²⁸, El agua que abastece a la población tiene que garantizar el cumplimiento de los requisitos y disposiciones dadas por el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, La imagen 16, muestra que en las zonas rurales no se clora o no se cuenta con un sistema de cloración en el reservorio en un 94 % o se

cuenta con una inadecuada dosificación de cloro, 4% y con agua segura de 2%.

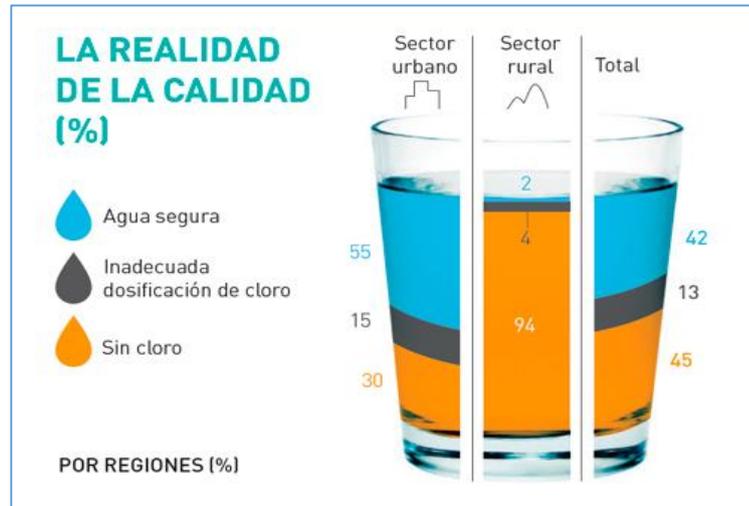


Imagen 16 Calidad del agua potable según sectores

Fuente: Institutos de estudios peruanos

b) Continuidad del servicio

Se define a continuidad del servicio a la cantidad de horas que se cuenta con agua potable en las viviendas, esto depende de factores como la lluvia que sin ella los caudales bajan en épocas de estiaje y puede que no garantice el agua a todas las viviendas.



Imagen 17 Continuidad del servicio de agua potable

c) Cantidad de agua ofertada

Para determinar si el agua abastecerá a la población futura esta debe ser mayor o igual que el caudal máximo diario según la norma técnica de diseño, para esto es necesario aforar la fuente de agua potable en épocas de estiaje ya que es el caudal mínimo que va a tener la fuente, entonces se realiza la comparación entre el agua que oferta la fuente y la demanda diaria de la población.

d) Cobertura del sistema de agua potable

Para Sandoval Chávez ²⁸, La cobertura del sistema de agua potable se da por el número de viviendas que cuentan con agua potable y las que no cuentan con agua potable, determinando así hasta donde cubre la demanda de la población el sistema de agua potable, puede darse por diversos factores como crecimiento de la población disminución de caudales, etc.

e) Estado de la infra estructura del sistema de agua potable

El estado de la infra estructura se basa en las condiciones en que se encuentran los componentes del sistema de abastecimiento, así mismo si se incorporaran al rediseño del sistema proyectado, para otro periodo de diseño en el cual puedan cumplir su función al subsanar las deficiencias encontradas.

III. Hipótesis

No corresponde por ser investigación descriptiva.

IV. Metodología

El tipo y el nivel de la investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación propuesta correspondió a un estudio correlacional; ya que ofrece predicciones mediante la explicación de la relación entre variables y las cuantifica, a su vez si se realiza un cambio en una variable no influye en que la otra pueda variar.

Nivel de la investigación

El nivel de investigación de la tesis fue cuantitativo y de corte transversal.

Cuantitativo: Es la técnica descriptiva de recopilación de datos concretos, como cifras, brindando el respaldo necesario para llegar a conclusiones generales de la investigación.

Transversal: Las variables son medidas en una sola ocasión; y por ello se realiza comparaciones, tratando a cada muestra como independientes.

4.1. Diseño de la investigación

- Se emplea el siguiente esquema para trabajar las variables



Leyenda del diseño

Mi: caserío Chauchara

Xi: Sistema de abastecimiento de agua potable sanitario en el caserío Chauchara

Yi: Condición sanitaria.

Oi: Resultados.

4.2. Población y muestra

Para el siguiente proyecto de investigación la población y la muestra es el diseño del sistema de Abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara.

4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	VARIABLE INDEPENDIENTE	es un sistema que permite Llevar el agua al consumidor en las mejores condiciones higiénicas, constando de varias partes. Distintas obras cada una cumpliendo una función específica.	Se realizará el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable que abarcará desde la captación, línea de conducción, reservorio de almacenamiento, línea de aducción hasta las redes de distribución. Se utilizarán diversas fichas, memorias de cálculos hidráulicos, ensayos de laboratorio, metrados y valorizaciones.	Captación	- Tipo de captación - Caudal -caudal de diseño -Caudal de la fuente	Nominal
				- Línea de Conducción	- Tipo de tubería - Clase de tubería - Diámetro - Caudal - Presión - Velocidad	Nominal Ordinal Ordinal Intervalo Intervalo
				Reservorio de almacenamiento	- Tipo - Forma - Material - Volumen	Nominal Nominal Nominal Intervalo
				- Línea de aducción	- Tipo de tubería - Clase de tubería - Diámetro - Caudal - Presión - Velocidad	Nominal Ordinal Ordinal Intervalo Intervalo Intervalo
				- Red de distribución	- Tipo - Tipo de tubería - Clase de tubería - Diámetro - Caudal - Presión - Velocidad	Nominal Nominal Ordinal Ordinal Intervalo Intervalo Intervalo
VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN	
CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN	DEPENDIENTE	La condición sanitaria es un termino utilizado para estipular y afrontar diversos problemas que afectan a la higiene y salud de las personas	Se realizara encuestas utilizando el manual del sistema de información regional en agua y saneamiento SIRA	Calidad de Suministro de Agua potable	Cobertura Cantidad Continuidad Calidad	Ordinal

Tabla 3 Definición y operalización de variables

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.1.1. Técnica de recolección de datos

a) Encuestas

Se realizó encuestas respecto a las condiciones de agua y condiciones excretas en la que se encuentra el caserío.

b) Observación no experimental

Se realizaron visitas a campo para tomar muestras de fuentes de agua para el análisis de laboratorio y se realizó el levantamiento topográfico para El Diseño de nuestro sistema de agua potable.

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

Se utilizó como instrumentos fichas técnicas de inspección, protocolos y cuestionarios para la evaluación de cada variable en el caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash.

- Ficha técnica de campo
- Entrevistas a las autoridades locales
- Encuestas socioeconómicas a la población.
- Análisis documental.

a) Materiales:

- Cuaderno de campo
- Wincha
- Balde de 20 lt.
- Flexómetro
- Imágenes satelitales

b) Equipos:

- Cámara fotográfica
- GPS, estación total
- Cronometro
- Culer, reactivos y equipo de muestreo de agua

c) Documentos:

- Reporte de análisis de agua del laboratorio
- Padrón de habitantes
- Acta de constatación

4.5. Plan de análisis.

El plan de análisis de los datos obtenidos en la investigación, fue de la siguiente manera:

Visita preliminar de coordinación

Se hizo la visita a las autoridades y a los miembros de la JASS del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, con la finalidad de dar a conocer todo lo concerniente a la recolección de datos que contempla la investigación. Así mismo, se solicitó que se me brinde las facilidades para realizar la inspección de las estructuras, y así mismo, la aplicación de los cuestionarios y encuestas.

Aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se recolecto información para el respectivo modelamiento hidráulico de los componentes, así como la medición del caudal con el método volumétrico.

Así mismo, se llevó acabo la aplicación de cuestionarios a los miembros de la JASS, como también a los pobladores, para el respectivo diseño.

Se recolecto la muestra de agua de la captación y del reservorio para ser llevado al laboratorio para su respectivo análisis.

Sistematización de la información

Se ordenó la información recolectada en los instrumentos de recolección de datos, en función a las variables de la investigación en estudio, así como también las dimensiones e indicadores.

Procesamiento de datos

Se realizó el proceso de la información clasificándola de acuerdo a cada indicador de las variables de estudio, de tal manera que en el diseño se dieran cada accesorio y dimensión de cada componente.

Presentación de resultados.

Los resultados obtenidos, se plasmó mediante cuadros, tablas y gráficos estadísticos, para su mejor comprensión e interpretación del diseño del sistema de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash.

4.6. Matriz de consistencia

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO CHAUCHARA, DISTRITO DE HUANDOVAL, PROVINCIA DE PALLASCA, REGIÓN DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021				
PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL	METODOLOGÍA	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS
<p>Enunciado del problema</p> <p>¿El Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; mejorará la condición sanitaria de la población - 2022?</p>	<p>Objetivo General:</p> <p>Desarrollar el Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la población.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; Determinar la incidencia en la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash.</p>	<p>Bases teóricas de la investigación}</p> <p>Agua</p> <p>Calidad del agua:</p> <p>Demanda del agua</p> <p>Factores que afectan el consumo</p> <p>Demanda de dotaciones</p> <p>Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento:</p> <p>Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p>Captación</p> <p>Línea de conducción</p> <p>Tipos de conducción:</p> <p>Reservorio</p> <p>Tipos de reservorio:</p> <p>Línea de aducción</p> <p>Tipos de aducción:</p> <p>Caudal:</p> <p>Red de distribución</p> <p>Tipos de redes de distribución</p> <p>Tomas domiciliarias</p> <p>condición sanitaria</p>	<p>La investigación es de tipo descriptivo correlacional</p> <p>El nivel de investigación, fue de carácter cualitativo y cuantitativo porque inicia con un proceso, que comienza con el análisis de los hechos, lo empírico, y en el proceso desarrolla una teoría que la afiance, su enfoque se basa en métodos de recolección y no manipula la investigación sobre la evaluación del sistema de agua potable en caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, es no experimental.</p> <p>El universo y muestra de la investigación estuvo compuesta Por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash.</p> <p>Definición y Operacionalización de las Variables</p> <p>Técnicas e Instrumentos</p> <p>Plan de Análisis</p> <p>Matriz de consistencia</p> <p>Principios éticos.</p>	<p>Sánchez J. El Agua [seriado en línea]. 2012 [citado 22 de junio 2021]; 1 – 8 Disponible en:</p> <p>ONU.com, Agua [sede web]. Madrid: PNUD; 2006 [actualizado el 03 de Enero 2016; acceso 22 de junio 2021]. Disponible en:</p>

Tabla 4 Matriz de consistencia

4.7. Principios éticos

a. Ética en la recolección de datos

Tener responsabilidad y veracidad cuando se realicen la toma de datos en la zona de estudio.

De esa forma los análisis serán verídicos y así se obtendrán resultados conforme lo estudiado y recopilado. Para ello es importante que el trabajo sea realizado con seriedad.

b. Ética para el inicio de la evaluación

Realizar, utilizar de manera responsable y ordenada los materiales a emplear para la evaluación visual en campo antes de acudir a ella.

Pedir los permisos correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de la investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación respectiva para la ejecución del proyecto de investigación.

Utilizar la información en forma debida sin adulterar ni distorsionar el contenido de la información.

c. Ética en la solución de resultados

Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad.

d. Ética para la solución de análisis

Tener en cuenta y proyectarse en lo que respecta al área de estudio, la cual podría posteriormente ser considerada para diseño.

e. Responsabilidad Social

Responsabilidad social, respecto a la privacidad; proteger la identidad de los individuos que participan en el estudio de investigación.

Los investigadores están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas.

f. Respeto a la propiedad intelectual

Se tendrá en cuenta la veracidad de resultados; el respeto por la propiedad intelectual; el respeto por los derechos de autoría.

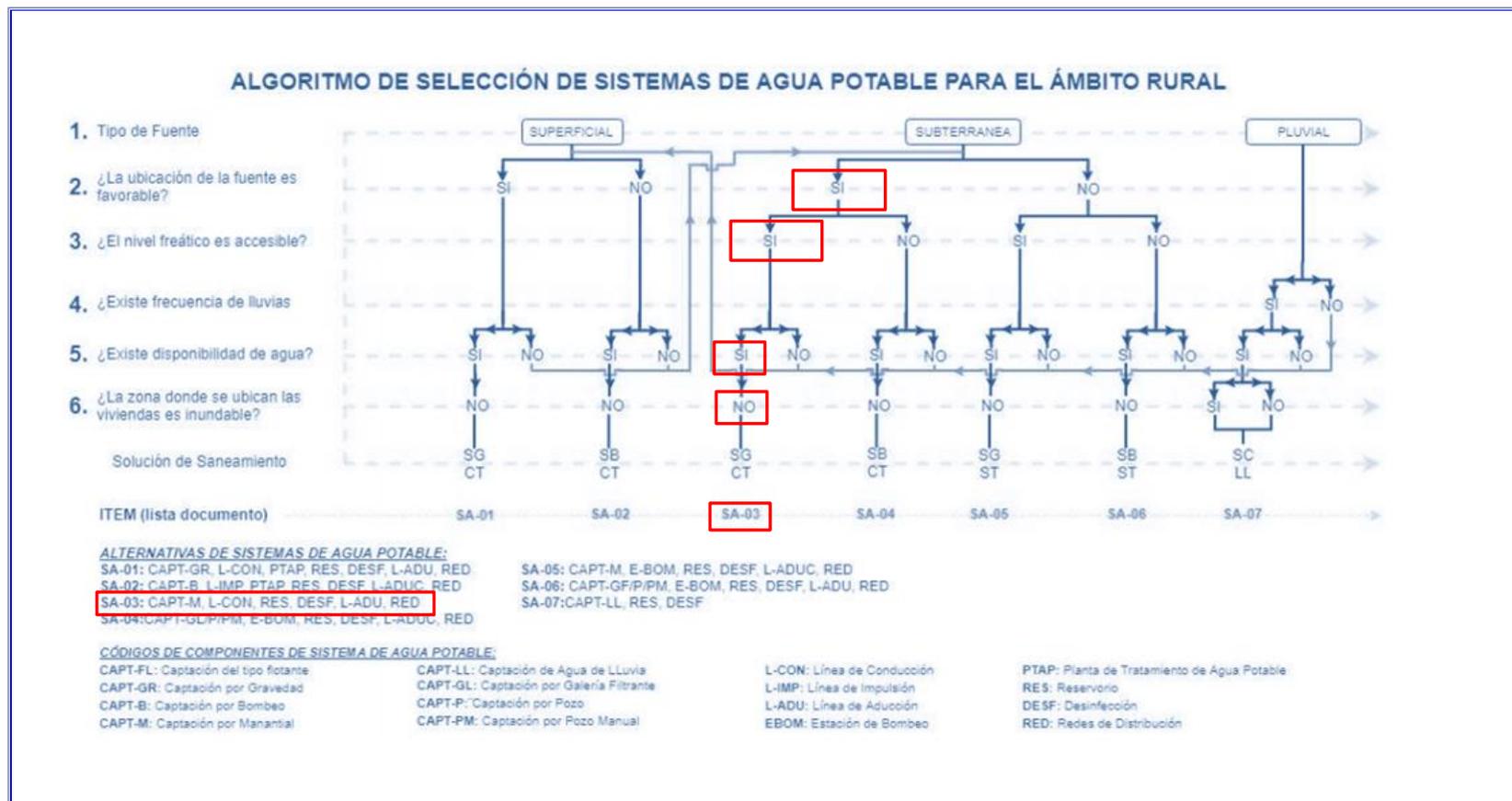
g. Protección al medio ambiente

Durante el desarrollo de esta investigación se procurará hacer la recolección de datos teniendo en cuenta no causar ningún daño al medio ambiente.

V. Resultados

5.1. Resultados

- a) Dando respuesta al primer objetivo de Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash.



- b) Dando respuesta al segundo objetivo de Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash

Tabla 5 Parámetros del diseño para el sistema de agua potable

MEMORIA DE CÁLCULO HIDRAULICO DE RESERVORIO			
POBLACION	LOTES	FUENTE	POBLACIÓN
CHAUCHARA	45	PROPIA	225
TOTAL	45	Habitantes	225

Población 2021 : 225.00 habitantes

A.- CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

Coefficiente "r=15 por cada 1000 habitantes" según INEI

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{100} \right)$$

r = 0.80 %

⇒

P 2021 = 225 hab.

⇒

P 2041 = 229 hab.

B.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

También: Para sistemas de abastecimiento Indirecto (Piletas Públicas):
D = 30 - 50 lt / hab. / día

Demanda de dotación asumido:

⇒

D = 60 (l/hab/día)

B.2.- VARIACIONES PERIODICAS

CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

$$Qm = \frac{Pf \cdot D}{86400}$$

⇒

Qm = 0.13 (l/s)

Donde: Qm = Consumo promedio diario (l / s)
Pf = Población futura
D = Dotación (l / hab / día)

CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd) Y HORARIO (Qmh)

$$Qmd = k_1 Qm ; Qmh = k_2 Qm$$

⇒

Qmd = 0.17 (l/s) Demanda de agua

Donde:
Qm = Consumo promedio diario (l / s)
Qmd = Consumo máximo diario (l / s)
Qmh = Consumo máximo horario (l / s)
K1, K2 = Coeficientes de variación

Valores recomendados y mas utilizados son:

K1 = 1.3

K2 = 2.0

⇒

Qmh = 0.26 (l/s)

Interpretación: el caserío Chauchara cuenta con una población actual de 225 habitantes, para el diseño se calcula la población en un periodo de 20 años por el método aritmético, obteniendo 229 hab, se determinó el caudal promedio de 0,13 lt/seg, el caudal máximo diario de 0,17 que se considera 0,5 lt/seg y el horario de 0,26 lt/seg, caudales que se emplearan en el diseño de los componente hidráulicos.

Tabla 8 modelamiento hidráulico de la cámara de captación en ladera

DISEÑO HIDRAÚLICO DE CAPTACIÓN DE LADERA (Q_{diseño}=0.50lps)

Gasto Máximo de la Fuente: Q_{max}= 0.89 l/s
 Gasto Mínimo de la Fuente: Q_{min}= 0.65 l/s
 Gasto Máximo Diario: Q_{md1}= 0.50 l/s

1) Determinación del ancho de la pantalla:
 Donde: Gasto máximo de la fuente: Q_{max}= 0.89 l/s

Asumimos un Diámetro comercial: **Da= 2.00 pulg** (se recomiendan diámetros < ó = 2")
 0.05 m

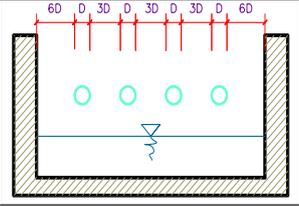
Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$\text{Norif} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Número de orificios: **Norif= 3 orificios**

Ancho de la pantalla: **b= 1.00 m** (Pero con 1.50 también es trabajable)

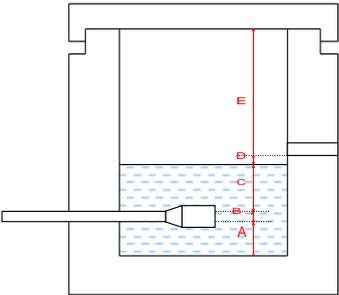


2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:
 Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Distancia afloramiento - Captación: **L= 1.24 m 1.25 m Se asume**

3) Altura de la cámara húmeda:
 Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:



Donde:

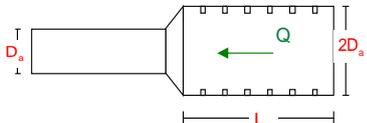
- A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm
A= 10.0 cm
- B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.
B= 0.025 cm <> 1 plg
- D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).
D= 10.0 cm
- E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm).
E= 40.00 cm

Hallamos la altura total: $H_t = A + B + H + D + E$

Ht= 0.93 m

Altura Asumida: **Ht= 1.00 m**

4) Dimensionamiento de la Canastilla:



Diámetro de la Canastilla
 El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción:
 D_{canastilla} = 2 × D_a
D_{canastilla}= 2 pulg

Longitud de la Canastilla
 Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3D_a y menor que 6D_a:

L= 3 × 1.0 = 3 pulg = 7.62 cm
 L= 6 × 1.0 = 6 pulg = 15.2 cm

Lcanastilla= 15.0 cm

Debemos determinar el área total de las ranuras (A_{TOTAL}):

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

Número de ranuras : 115 ranuras

5) Cálculo de Rebose y Limpia:

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Tubería de Rebose

Asumimos un diámetro comercial: $D_R = 1.5$ pulg

Tubería de Limpieza

Asumimos un diámetro comercial: $D_L = 1.5$ pulg

Interpretación:

se diseñó una cámara de captación en ladera concentrado con un caudal máximo de 0,89 lt/seg, se calculó por el método volumétrico, se empleó la estandarización de diseño empleando un caudal máximo diario de 0,5 lt/seg que permitió conocer las dimensiones de los componentes de la captación se tiene una distancia del punto de afloramiento hacia la cámara húmeda de 1,25 metros, el ancho de la pantalla es de 1,00 metros, la altura de la cámara húmeda es de 1,00 m, la canastilla tiene un número de ranuras de 115 se coloca a 10 cm del piso para evitar que pasen sedimentos acumulados en la base se considera una tubería de rebose de 2".

Tabla 11 modelamiento hidráulico de la línea de conducción

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCION											
DATOS DE CALCULO											
CAUDAL MAXIMO DIARIO :		50 Lit./Seg									
COEFICIENTE C :		(R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de :									
Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo or tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:											
DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIEN TE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAME TRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	H_f ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m ³ /Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
00 Km + 000.00 m	3,511.00	0.00		0.001						3,512.300	1.300
00 Km + 150.00 m	3,460.00	150.00	0.340	0.001	16.778	25	2.262 m/Seg.	7.311	7.311	3,504.989	45.0
00 Km + 226.00 m	3,445.00	76.00	0.197	0.001	18.760	25	1.809 m/Seg.	3.704	11.016	3,493.973	49

Interpretación:

La tabla 11 Muestra el modelamiento hidráulico de la línea de conducción donde se cuenta con un solo tramo de 2260 metros se empela el caudal máximo diario de 0,5 lt/seg y se tiene un diámetro asumido de 1” , la velocidad es de 2.262 m/seg lo cual se encuentra dentro del rango permitido por la norma técnica de opciones tecnológicas, se emplea en su totalidad tubería de clase 7,5 debido a que las presiones obtenidas son bajas y no sobrepasan la presion de trabajo de la tubería.

Tabla 12 cálculo del reservorio de almacenamiento de agua potable

DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

CÁLCULOS JUSTIFICATORIOS PARA EL RESERVORIO

PROYECTO:
"Mejoramiento y Ampliación del sistema de Agua Potable "

Valm = Vr + VR + Vci

Donde:

Valm = Volumen de Almacenamiento
Vr = Volumen de Regulación
Vr = $Qmd \times 0.25 \times 86.40$

VR = Volumen de Reserva
VR = $Qmd \times 0.05 \times 86.4$

Vci = Volumen contra incendios

Entonces:

Vr :	3.65	M3	
VR:	0.73	M3	
V alm :	4.38	M3	5.00 M3

VOLUMEN DEL RESERVORIO (Vtr)

$$V_{reservorio} = Qm(25 - 30)\%$$

$$Vtr = 0.25 * Qm * \frac{86400}{1000}$$

Vtr :	5.00	M3
--------------	-------------	-----------

*) El caudal fue aforado en época de estiaje
 **) El caudal que se requiere captar es el maximo diario, y éste es menor que el caudal aforado
 Por lo tanto el caudal que ofrece el manantial es suficiente

Interpretación:

Se diseñó un reservorio del tipo apoyado de forma rectangular con una capacidad de 5 m3 entro los criterios para el pre dimensionamiento tenemos un volumen de regulación de 3,65m3 el cual está en base al caudal máximo diario de 0,5 lt/seg donde también se emplea la estandarización de diseño, sus dimensiones son de 1.9 x 1.9 x 1.4 se considera ademas un borde libre de 0.4 m teniendo una altura total de 1.80 m.

Tabla 15 diseño de la red de distribución

N.-. LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCIÓN (TUBERIA PVC)															
COTA DE TERRENO			<3m/s									COTA PIEZOM. >10.<50			Descripcion del tramo
TRAMO	INICIAL	FINAL	LONG.	VIV. ALIMENTADA	Qmd20	hf	D	D Comerc .	D Comerc .	V	Hf Tramo	INICIAL	FINAL	PRESION	
	(msnm)	(msnm)	(m)	(UN)	(lts./ s.)	(m/m.)	(pulg.)	(pulg.)	(mm)	(m/s.)	(m.)	(msnm)	(msnm)	(m.)	
RED DE DISTRIBUCIÓN															
ESERVORIO - CD	3385.50	3381.20	128.55	227	3.254	0.033450	2.27	2 1/2	73	1.027	2.439	3385.50	3383.06	11.9	Nuevo
CD - A	3381.50	3376.20	223.80	179	2.566	0.023682	2.23	2	60	1.266	8.102	3383.06	3374.96	9.2	Nuevo
A - B	3377.50	3371.20	178.82	84	1.204	0.035231	1.54	2	60	0.594	1.597	3374.96	3373.36	16.2	Nuevo
B - C	3373.50	3366.20	23.83	1	0.014	0.306337	0.18	1	33	0.628	0.002	3373.36	3373.36	22.2	Nuevo
C - CRP1	3369.50	3361.20	7.67	78	1.118	1.082138	0.73	1 1/2	48	0.981	0.242	3373.36	3373.12	11.9	Nuevo
CRP1 -D	3365.50	3356.20	81.78	78	1.118	0.113720	1.17	1 1/2	48	0.981	2.582	3365.50	3362.92	10.7	Nuevo
D - F	3361.50	3351.20	22.67	7	0.100	0.454345	0.35	1	33	0.798	0.059	3362.92	3362.86	11.7	Nuevo
F - G	3357.50	3346.20	72.40	2	0.029	0.156077	0.27	1	33	0.657	0.019	3362.86	3362.84	16.6	Nuevo
G- H	3353.50	3341.20	78.51	4	0.057	0.156668	0.35	1	33	0.113	0.073	3362.86	3362.79	21.6	Nuevo

Interpretación:

Se diseña una red de distribución abierta con una longitud de 818,24 ml de tubería de clase 7.5, con un velocidad mínima de 0.798 m/seg y una velocidad máxima de 1.26 m/seg, las presiones en los nudos son adecuadas y se encuentran dentro del rango de trabajo de la clase de tubería, se tienen diámetros de 2 1/2”, 1”, esta red suministra agua para 225 habitantes del caserío Chauchara en donde se emplea un caudal unitario de 0.0078 lt/per, para su diseño se emplea el caudal máximo horario.

- c) Dando respuesta al tercer objetivo de Determinar la incidencia en la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Chauchara,

Fuente: Seda Chimbote

A. Encuesta sobre el comportamiento familiar

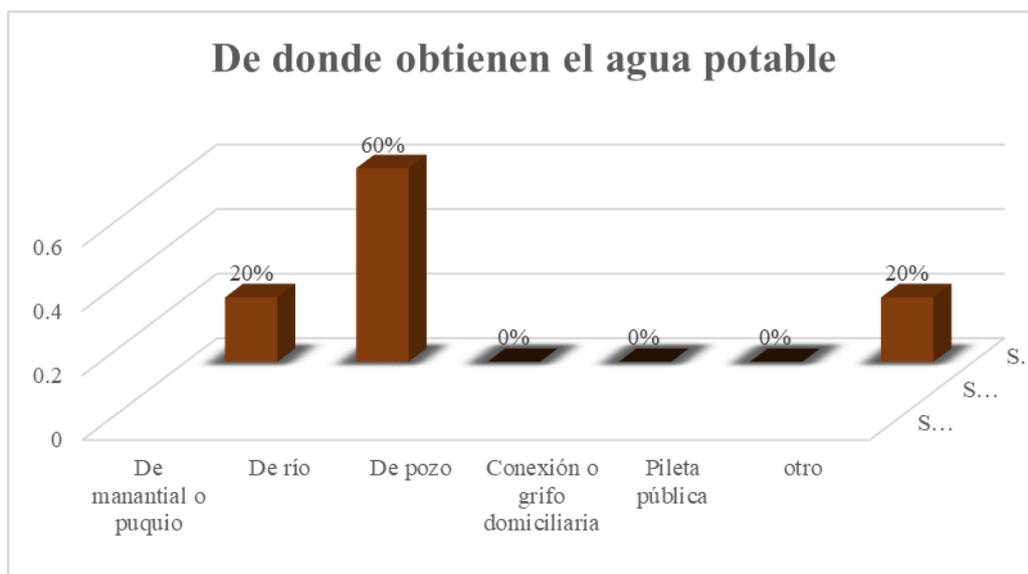
los resultados obtenidos permitieron conocer las problemáticas que cuenta la población del caserío de Chauchara

1.- ¿De dónde consigue normalmente el agua para consumo de la familia?

Tabla 17 De donde obtienen el agua potable

Detalle	Frecuencia	%
De manantial o puquio	2	20%
De río	6	60%
De pozo	0	0%
Conexión o grifo domiciliaria	0	0%
Pileta pública	0	0%
otro	2	20%
Total	10	100%

Gráfico 1 De donde obtienen el agua potable



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del caserío de Chauchara

Interpretación:

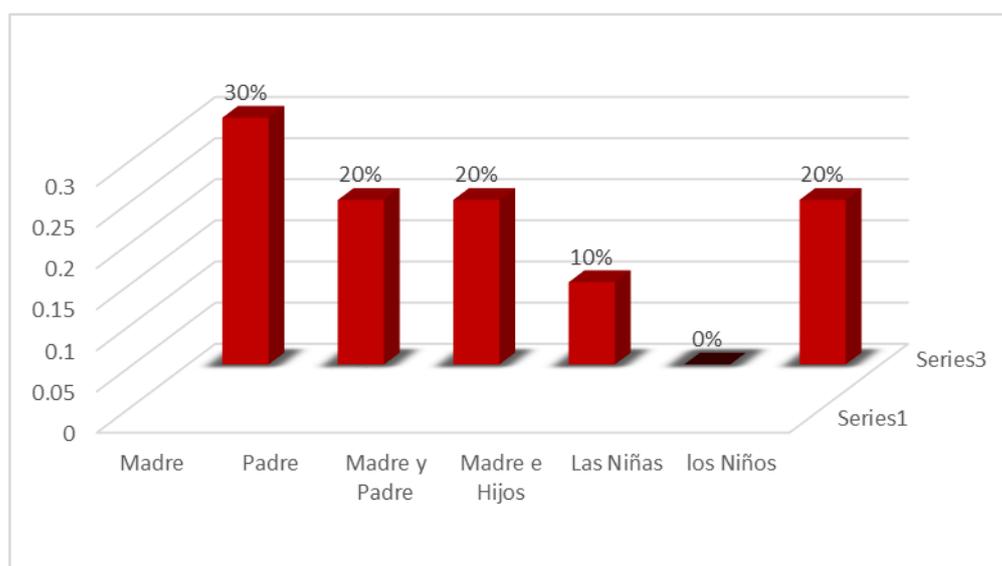
En la Tabla N°12 y Grafica N° 01, se observa que de las 10 personas encuestadas del Caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, el 20 % obtiene el agua de manantial o puquio el 60% se abastece de un río, el 20% restante se abastece de otras fuentes.

2.- ¿Quién o quienes traen agua?

Tabla 18 Quién o quienes traen agua

Detalle	Frecuencia	%
Madre	3	30%
Padre	2	20%
Madre y Padre	2	20%
Madre e Hijos	1	10%
Las Niñas	0	0%
los Niños	2	20%
Total	10	100%

Gráfico 2 Quién o quienes traen agua



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash (2021)

Interpretación:

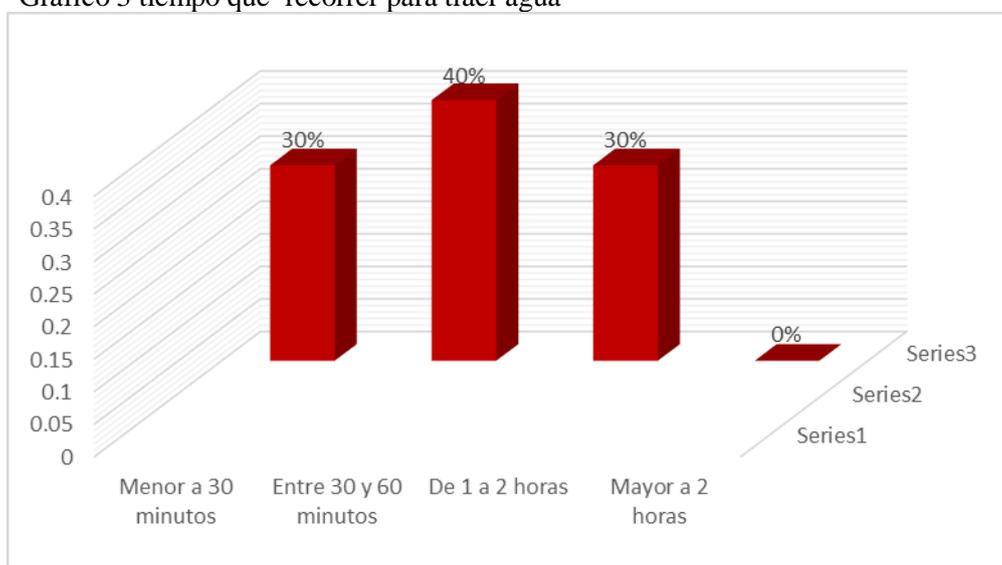
En la Tabla N°14 y Grafica N° 02, se observa que, de las 10 personas encuestadas del Caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, el 30% trae agua la madre y el 20% el padre, el 10% madre e hijos, el 20% los niños, y el 20% padre y madre.

3.- ¿Aproximadamente que tiempo debe recorrer para traer agua para consumo familiar a su vivienda?

Tabla 19 tiempo que recorrer para traer agua

Detalle	Frecuencia	%
Menor a 30 minutos	3	30%
Entre 30 y 60 minutos	4	40%
De 1 a 2 horas	3	30%
Mayor a 2 horas	0	0%
Total	10	100%

Gráfico 3 tiempo que recorrer para traer agua



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash (2021)

Interpretación:

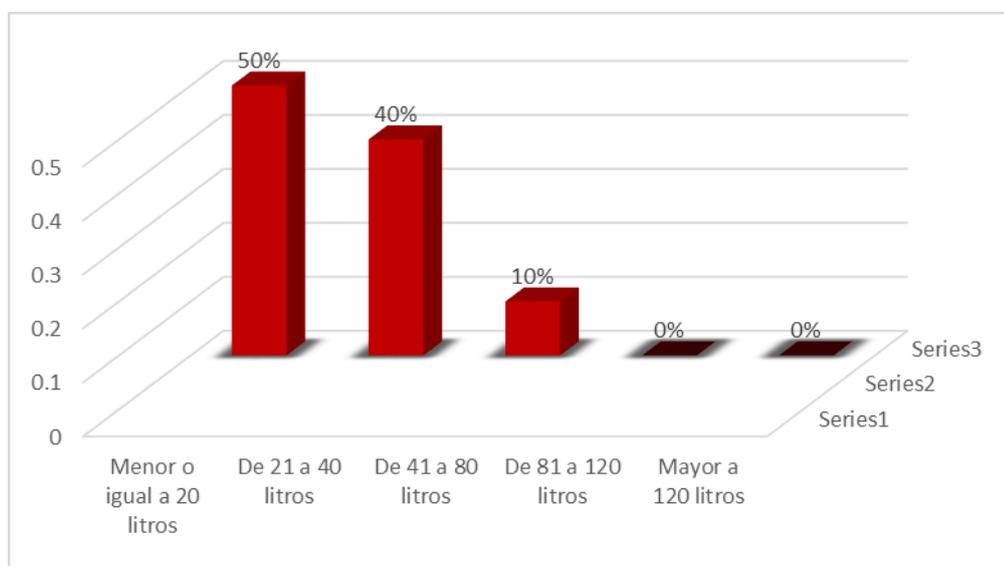
En la Tabla N°15 y Grafica N° 03, se observa que de las 10 personas encuestadas del Caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, el 30% es el tiempo de menos de 30 minutos en traer agua y el 40% es el tiempo entre 30 y 60 minutos, y el 30% restante de 1 a 2 horas.

4.- ¿Cuántos litros de agua consume la familia por día?

Tabla 20 litros de agua consume la familia por día

Detalle	Frecuencia	%
Menor o igual a 20 litros	5	50%
De 21 a 40 litros	4	40%
De 41 a 80 litros	1	10%
De 81 a 120 litros	0	0%
Mayor a 120 litros	0	0%
Total	10	100%

Gráfico 4 litros de agua consume la familia por día



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash (2021)

Interpretación:

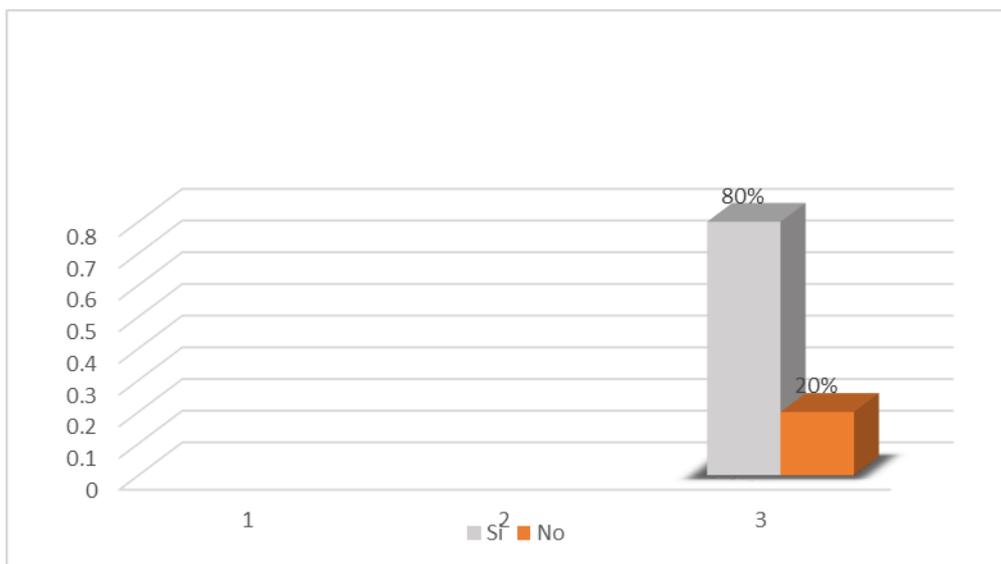
En la Tabla N°16 y Grafica N° 04, se observa que de las 10 personas encuestadas del Caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, el 50% consume menor o igual a 20litros de agua por día y el 40% de 21 a 40 litros por día, y el 10 % de 41 a 80 litros por dia.

5.- ¿Almacena o guarda agua en la casa?

Tabla 21 Almacena o guarda agua en la casa

Detalle	Frecuencia	%
Si	8	80%
No	2	20%
Total	10	100%

Gráfico 5 Almacena o guarda agua en la casa



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash (2021)

Interpretación:

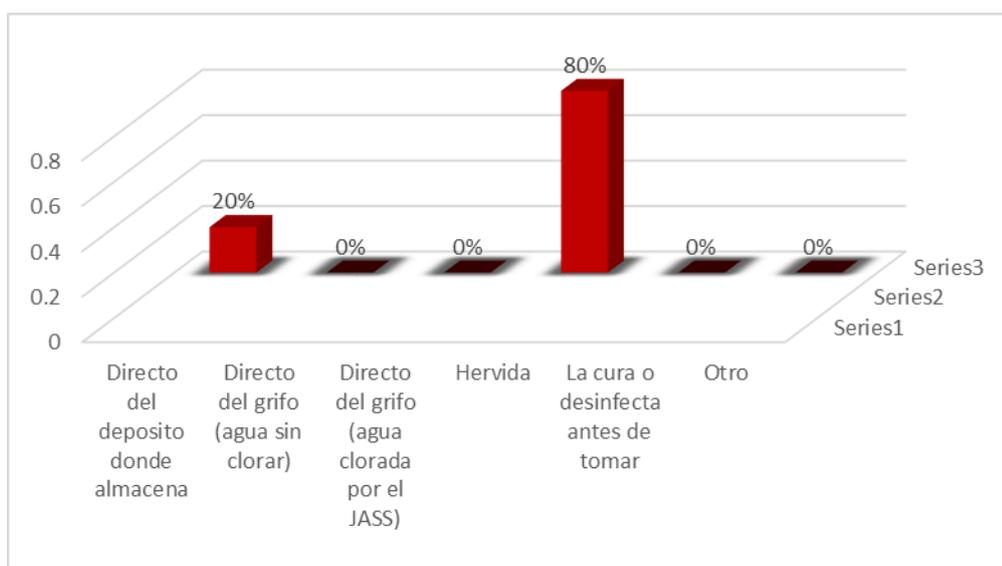
En la Tabla N°17 y Grafica N° 05, se observa que de las 10 personas encuestadas del Caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, el 80% almacena y guarda agua en casa y el 20% no almacena ni guarda agua en casa.

6.- ¿Cómo consume el agua para tomar?

Tabla 22 Cómo consume el agua para tomar

Detalle	Frecuencia	%
Directo del depósito donde almacena	2	20%
Directo del grifo (agua sin clorar)	0	0%
Directo del grifo (agua clorada por el JASS)	0	0%
Hervida	8	80%
La cura o desinfecta antes de tomar	0	0%
Otro	0	0%
Total	10	100%

Gráfico 6 Cómo consume el agua para tomar



Fuente: Encuesta realizada a los pobladores del caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash (2021)

Interpretación:

En la Tabla N°18 y Grafica N° 06, se observa que de las 10 personas encuestadas del Caserío Chauchara, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash, el 20% de los encuestados consume directamente el agua desde el depósito donde se almacena y el 80 % consume agua hervida.

5.2. Análisis de resultados

a) Cámara de captación

Según Gonzales², nos dice en su tesis de “ Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el area urbana del Municipio de Samayac, Suchitepéquez tuvo como resultado que mediante la aplicación de la norma vigente diseña una cámara de captación con un caudal de 2.35 lt/seg en donde se tiene 5 orificios de salida que dan un ancho total de 1.85 m, en comparación a este proyecto se diseñó una cámara de captación en ladera concentrado con un caudal máximo de 0.89 lt/seg, se calculó por el método volumétrico, se empleó la estandarización de diseño empleando un caudal máximo diario de 0.5 lt/seg que permitió conocer las dimensiones de los componentes de la captación se tiene una distancia del punto de afloramiento hacia la cámara húmeda de 1.25 metros, el ancho de la pantalla es de 1.00 metros, la altura de la cámara húmeda es de 1.00 m, la canastilla tiene un numero de ranuras de 115 se coloca a 10 cm del piso para evitar que pasen sedimentos acumulados en la base se considera una tubería de rebose de 2”.

b) Línea de conducción

Según Lam ⁴, nos dice en su tesis de “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzi Chiquito, Municipio de San Mateo Ixtatan Huehuetenago, obtuvo como resultados una línea de conducción por bombeo ya que la ubicación de la fuente no es favorable por ello implementa este sistema se utilizo los criterios del libro de agüero pittman caso contrario a este proyecto ya que se realizó el modelamiento hidráulico de la línea de conducción donde se cuenta con

un solo tramo de 2260 metros se emplea el caudal máximo diario de 0,5 lt/seg y se tiene un diámetro asumido de 1” , la velocidad es de 2,262 m/seg lo cual se encuentra dentro del rango permitido por la norma técnica de opciones tecnológicas, se emplea en su totalidad tubería de clase 7,5 debido a que las presiones obtenidas son bajas y no sobrepasan la presión de trabajo de la tubería

c) Reservorio de almacenamiento

Según Noreña ⁵, nos dice en su tesis de Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en las localidades de Pucajaga, Caurihuasi, Cuba y Ecuador, distrito de Molino – Pachitea – Huánuco - 2015 obtuvo como resultado el diseño un reservorio del tipo circular con un volumen de 20 m³ que cubrirá la demanda de la población hasta el año 2034, se emplearon criterios de la norma Os 0,30 del reglamento nacional de edificaciones, para esta investigación, Se diseñó un reservorio del tipo apoyado de forma rectangular con una capacidad de 5 m³ entro los criterios para el pre dimensionamiento tenemos un volumen de regulación de 3,65m³ el cual está en base al caudal máximo diario de 0,5 lt/seg donde también se emplea la estandarización de diseño, sus dimensiones son de 1.9 x 1.9 x 1.4 se considera además un borde libre de 0.4 m teniendo una altura total de 1.80 m.

d) Línea de aducción y red de distribución

Según Guillen, Concha⁶, en su trabajo de tesis “mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica.” La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo en cantidad suficiente,

con calidad requerida y a una presión adecuada” en comparación a este proyecto Se diseña una red de distribución abierta con una longitud de 818,24 ml de tubería de clase 7,5, con un velocidad mínima de 0,798 m/seg y una velocidad máxima de 1,26 m/seg, las presiones en los nudos son adecuadas y se encuentran dentro del rango de trabajo de la clase de tubería, se tienen diámetros de 2 1/2”, 1”, esta red suministra agua para 225 habitantes del caserío Chauchara en donde se emplea un caudal unitario de 0.0078 lt/per, para su diseño se emplea el caudal máximo horario.

e) Condición sanitaria

Según Jimbo6, en su tesis evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala obtuvo como resultado que los indicadores de gestión constituyen una herramienta fundamental para medir el nivel de sostenibilidad de un sistema de agua potable y permiten mejorar su desempeño tras la implementación de medidas correctoras pertinentes, de acuerdo a los resultados obtenidos en la valoración de los componentes económico, social y ambiental, para este proyecto el diseño del sistema de agua potable incidirá de manera positiva en la condición sanitaria de la población del caserío Chauchara debido a que el sistema no solo suministrara el agua a cada usuario si no que llevara un agua con una dosificación de cloro adecuada, con el estudio realizado se dio a conocer las propiedades de está cumpliendo en todos los parámetros dados para que esta sea apta para el consumo humano.

VI. Conclusiones

1. Se llego a establecer el sistema de agua potable del caserío Chauchara mediante el logaritmo de selección de sistemas de agua potable que nos brinda la norma donde en base a las características físicas del terreno del caserío se establecen los componentes que integraran el sistema de agua en base a la disponibilidad de agua que exista por ello en el caserío chauchara se establece un sistema SA-03 que funciona por gravedad y sin planta de tratamiento con un sistema de desinfección en el reservorio para evitar la presencia de hongos y bacterias que se encuentran presentes en el almacenamiento de agua.
2. Se concluye que el mejoramiento del sistema de agua potable servirá para un período de 20 años mas y suplirá las necesidades de la población futura de 229 habitantes se subsanaron las deficiencias encontradas en la evaluación donde el primer componente fue la cámara de captación con un caudal máximo de 0,89 lt/seg, se calculó por el método volumétrico, se empleó la estandarización de diseño empleando un caudal máximo diario de 0,5 lt/seg que permitió conocer las dimensiones de los componentes de la captación se tiene una distancia del punto de afloramiento hacia la cámara húmeda de 1,25 metros, el ancho de la pantalla es de 1 metro, la altura de la cámara húmeda es de 1m, la canastilla tiene un numero de ranuras de 115 se coloca a 10 cm del piso para evitar que pasen sedimentos acumulados en la base se considera una tubería de rebose de 2", para la línea de conducción se realizó el modelamiento hidráulico de la línea de conducción donde se cuenta con un solo tramo de 2260 metros se empela el caudal máximo diario de 0,5 lt/seg y se tiene un diámetro asumido de 1" , la velocidad es de 2.262

m/seg lo cual se encuentra dentro del rango permitido por la norma técnica de opciones tecnológicas, se emplea en su totalidad tubería de clase 7,5 debido a que las presiones obtenidas son bajas y no sobrepasan la presión de trabajo de la tubería, El Reservorio de almacenamiento se tiene del tipo apoyado de forma rectangular con una capacidad de 5 m³ entro los criterios para el pre dimensionamiento tenemos un volumen de regulación de 3,65m³ el cual está en base al caudal máximo diario de 0,5 lt/seg donde también se emplea la estandarización de diseño, sus dimensiones son de 1.9 x 1.9 x 1.4 se considera además un borde libre de 0.4 m teniendo una altura total de 1.80 m. En las redes de distribución Se diseña una red de distribución abierta con una longitud de 818,24 ml de tubería de clase 7.5, con un velocidad mínima de 0.798 m/seg y una velocidad máxima de 1.26 m/seg, las presiones en los nudos son adecuadas y se encuentran dentro del rango de trabajo de la clase de tubería, se tienen diámetros de 2 1/2", 1", esta red suministra agua para 225 habitantes del caserío Chauchara en donde se emplea un caudal unitario de 0.0078 lt/per, para su diseño se emplea el caudal máximo horario.

3. Se concluye que el diseño del sistema de agua potable incidirá de manera positiva en la condición sanitaria de la población del caserío Chauchara debido a que el sistema no solo suministrara el agua a cada usuario si no que llevara un agua con una dosificación de cloro adecuada, con el estudio realizado se dio a conocer las propiedades de está cumpliendo en todos los parámetros dados para que esta sea apta para el consumo humano.

Aspectos complementarios

1. Para el sistema de agua potable proyectado del caserío Chauchara sera necesario emplear la Norma técnica de diseño y opciones tecnológicas para el ámbito rural ya que es de vital importancia conocer parámetros que brinda esta, el profesional a cargo de una futura ejecución tendrá que garantizar el correcto funcionamiento del sistema.
2. Una vez realizado el diseño se recomienda dar mantenimiento a la captación y realizar un cerco perimétrico para poder proteger la estructura y evitar la contaminación del agua, esta deberá contar con una tapa sanitaria que cuente con un seguro para que personas extrañas no tengan acceso a ella, se tiene que respetar todas las especificaciones técnicas dadas por el diseñador para poder desarrollar una buena ejecución del proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable, En la línea de conducción se recomienda que la excavación de la zanja para el tendido de la tubería se respete de acuerdo a norma y a las especificaciones técnicas y las normas técnicas de saneamiento del reglamento nacional de edificaciones.
3. Se recomienda establecer una junta directiva para el agua potable Jass, con el fin de velar con el cuidado y mantenimiento del sistema, a ello también sumar la participación de los moradores en el cuidado de este recurso tan importante para la vida de todos los seres vivos.

Referencias Bibliográficas

1. Vasquez L. Importancia de los sistemas de agua potable. Definiciones [Internet]. 2010[Citado 09 Octubre 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/poblacion/>
2. Gonzales. Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el area urbana del Municipio de Samayac, Suchitepéquez. Universidad ups [Internet]. 2016[Citado 09 Octubre 2021]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14706/1/UPS%20-%20ST003273.pdf>
3. Molina A. proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua para el casco urbano de Cucuyagua, Copán. Repositorio uta ups [Internet]. 2017[Citado 09 Octubre 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24447/1/Tesis%201081%20-%20Chafla%20Barahona%20Angel%20Vladimir.pdf>
4. Lam J. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzi Chiquito, Municipio de San Mateo Ixtatan Huehuetenago. Repositorio uide [Internet]. 2016[Citado 09 Octubre 2021]. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2087/1/T-UIDE-1205.pdf>
5. Noreña H., Chávez Y. Mejoramiento del sistema de agua potable de la bedoya. Universidad nacional de san agustín Internet]. 2018[Citado 09 Octubre 2021]; 288(288). Disponible en: file:///C:/Users/User-Pc/Downloads/ICcatih.pdf

6. Concha Guillen. mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica. Repositorio upao [Internet]. 2018[Citado 09 Octubre 2021]. Disponible en: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/689/1/JARA_FRANCESCA_DISEÑO_AGUA%20POTABLE_ALCANTARILLADO.pdf
7. Tafur, Soberón. “Diseño del sistema de agua potable para mejorar las condiciones de vida de la población de la localidad de Cuchulia, distrito Jazán, provincia Bongará, Región Amazonas para el año 2015” Cesar Vallejo (Internet) 2017 [Citado 10 Octubre 2021]; disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12264/velasquez_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. Chirinos S. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Ancash 2017, universidad Cesar Vallejo (Internet) [Citado 10 Octubre 2021]; disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/12193/chirinos_as.pdf?sequence=1&isAllowed=y
9. Raffino M. De: Argentina. Para: Concepto.de. [Internet] [[Citado 10 Octubre 2021]. Disponible en: <https://concepto.de/agua/>.
10. Gleick, P. La ciencia de aguas para escuelas USGS 1996 [Internet] [Citado 10 Octubre 2021]. Disponible en: <https://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>

11. Ente provincial del agua y saneamiento. Agua Potable. EPAS. Argentina [Internet] [Citado 10 Octubre 2021]. Disponible en: <http://www.epas.mendoza.gov.ar/index.php/sistema-sanitario/agua-potable>
12. Organización Mundial de la Salud. Calidad del agua potable. [Seriado en línea] 2015 [Citado 11 Octubre 2021]. Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es.
13. Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural Lima: EL Peruano; 2018. Disponible en : <file:///C:/Users/Servidor/Downloads/Norma%20Tecnica%20de%20Disen%CC%83o%20Opciones%20Tecnolo%CC%81gicas%20para%20Sistemas%20de%20Saneamiento%20en%20el%20A%CC%81mbito%20Rural%20RM-192-2018-VIVIENDA.pdf>
14. Leyva, E. Optimización del diseño en la línea de conducción en el sistema de agua potable de la localidad de Yamor del distrito de Antonio Raymondi, Bolognesi Áncash. Tesis de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Máyolo. 2016.
15. Wigodski J. Metodología de la investigación [Internet]. Blog. 2010 [Citado 10 Octubre 2021]. Disponible en: <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.pe/2010/07/poblacion-y-muestra.html>.
16. Concha Huánuco JD (dir), Guillén Lujan JP (dir), Mejoramiento Del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable [Tesis Para Optar Título Profesional], [Lima]: Universidad de San Martín de Porres; 2014.

17. Rosasco O. Abastecimiento, contaminación y problemática Abastecimiento, contaminación y problemática del agua en el Perú. 1° edición. Perú: Academia Nacional de Medicina; 2006.
18. Guerrero V. Sistema de abastecimiento de agua; [Seriada en línea] 2017 [Citado 12 Octubre 2021]. Disponible en: <https://prezi.com/a8pbpjfvew3n/unidad-1-sistema-de-abastecimiento-de-agua/>
19. Barrios C. Guía de Orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades; 2009, SER.
20. Arnalich S. abastecimiento de agua potable por gravedad. [internet]:: Arnalich; 2008 [Citado 12 Octubre 2021]
21. Agüero R. Agua potable para poblaciones rurales: sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. Lima: Asociación servicios educativos (SER) [seriada en línea] 1997. [Citado 12 Octubre 2021]. Disponible en: http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable_para_poblaciones_rurales_sistemas_de_abastecim.pdf
22. Alvarado P.. Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanama. Tesis para Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Técnica Particular de Loja, Facultad de Ingeniería Civil.2013.
23. Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas Para Sistemas de Saneamiento Rural. [Internet]. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; 2018, [Citado 12 Octubre 2021], disponible en:

<https://es.scribd.com/document/379528198/RM-192-2018-VIVIENDA-Final-2018>

24. Siapa. Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. 1° edición. México: SIAPA; 2004. Pág 47. Sistema de agua potable.
25. Saavedra G. Propuesta técnica para el mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable en los centros poblados rurales de culqui y culqui alto en el distrito de paimas, provincia de Ayabaca – Piura [Tesis de Pregrado]. Perú: Universidad Nacional de Piura; 2018.
26. Villegas G. Metodología computarizada de dimensionamiento de redes de agua potable. [Tesis pregrado]. Perú; Universidad de Pirhua; 2017.
27. Romero A. Problemas en redes de abastecimiento de agua potable. [Tesis de Grado]. Mexico; UNAM; 2013.
28. Sandoval Chávez LA (dir), Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Saneamiento Básico [Tesis Para Optar Título Profesional], [Cajamarca]: Universidad Nacional de Cajamarca; 2013.

Anexos

Anexo 1: Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

**OS. 010
CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO
HUMANO**

ÍNDICE

	PÁG.
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. FUENTE	2
4. CAPTACIÓN	2
4.1 AGUAS SUPERFICIALES	2
4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS	3
4.2.1 Pozos Profundos	3
4.2.2 Pozos Excavados	4
4.2.3 Galerías Filtrantes	5
4.2.4 Manantiales	5
5. CONDUCCIÓN	6
5.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD	6
5.1.1 Canales	6
5.1.2 Tubería	6
5.1.3 Accesorios	7
5.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO	7
5.3 CONSIDERACIONES GENERALES	8
GLOSARIO	8

OS.010

CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

1 OBJETIVO

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

2 ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.

3 FUENTE

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los estudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios.

La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño.

La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País.

4. CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

4.1 AGUAS SUPERFICIALES

- a) Las obras de toma que se ejecuten en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua en periodos de estiaje.
- b) Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como de un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original.
- c) La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

4.2.3 Galerías Filtrantes

- a) Las galerías filtrantes serán diseñadas previo estudio, de acuerdo a la ubicación del nivel de la napa, rendimiento del acuífero y al corte geológico obtenido mediante excavaciones de prueba.
- b) La tubería a emplearse deberá colocarse con juntas no estancas y que asegure su alineamiento.
- c) El área filtrante circundante a la tubería se formará con grava seleccionada y lavada, de granulometría y espesor adecuado a las características del terreno y a las perforaciones de la tubería.
- d) Se proveerá cámaras de inspección espaciadas convenientemente en función del diámetro de la tubería, que permita una operación y mantenimiento adecuado.
- e) La velocidad máxima en los conductos será de 0,60 m/s
- f) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas subterráneas.
- g) Durante la construcción de las galerías y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y la conveniencia de utilización.

4.2.4 Manantiales

- a) La estructura de captación se construirá para obtener el máximo rendimiento del afloramiento.
- b) En el diseño de las estructuras de captación, deberán preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes.
- c) Al inicio de la tubería de conducción se instalará su correspondiente canastilla.
- d) La zona de captación deberá estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas.
- e) Deberá tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

5. CONDUCCIÓN

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento.

La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

5.1 CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

5.1.1 Canales

- a) Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y la calidad del agua.
- b) La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- c) Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

5.1.2 Tuberías

- a) Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- b) La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0,60 m/s
- c) La velocidad máxima admisible será:

En los tubos de concreto	3 m/s
En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC	5 m/s

Para otros materiales deberá justificarse la velocidad máxima admisible.

- d) Para el cálculo hidráulico de las tuberías que trabajen como canal, se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad:

Asbesto-cemento y PVC	0,010
Hierro Fundido y concreto	0,015

Para otros materiales deberá justificarse los coeficientes de rugosidad.

- e) Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

TABLA N°1

**COEFICIENTES DE FRICCIÓN “C” EN
LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS**

TIPO DE TUBERIA	“C”
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliétileno, Asbesto Cemento	140
Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

5.1.3 Accesorios

a) Válvulas de aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo.

Si hubiera algún peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión).

El dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

b) Válvulas de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

c) Estas válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

5.2 CONDUCCIÓN POR BOMBEO

a) Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El

dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

- b) Se deberá considerar las mismas recomendaciones para el uso de válvulas de aire y de purga del numeral 5.1.3

5.3 CONSIDERACIONES ESPECIALES

- a) En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.
- b) Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.
- c) Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio, ó válvula, considerando el diámetro, la presión de prueba y condición de instalación de la tubería.
- d) En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.

GLOSARIO

ACUIFERO	Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
AGUA SUBTERRANEA	Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.
AFLORAMIENTO	Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
CALIDAD DE AGUA	Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.
CAUDAL MAXIMO DIARIO	Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.
DEPRESION	Entendido como abatimiento, es el descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.

FILTROS	Es la rejilla del pozo que sirve como sección de captación de un pozo que toma el agua de un acuífero de material no consolidado.
FORRO DE POZOS	Es la tubería de revestimiento colocada unas veces durante la perforación, otras después de acabada ésta. La que se coloca durante la perforación puede ser provisional o definitiva. La finalidad más frecuente de la primera es la de sostener el terreno mientras se avanza con la perforación. La finalidad de la segunda es revestir definitivamente el pozo.
POZO EXCAVADO	Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.
POZO PERFORADO	Es la penetración del terreno utilizando maquinaria. En este caso la perforación puede ser iniciada con un antepozo hasta una profundidad conveniente y, luego, se continúa con el equipo de perforación.
SELLO SANITARIO	Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.
TOMA DE AGUA	Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás órganos constitutivos de una captación

OS.030

ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

ÍNDICE

	PÁG.
1. ALCANCE	2
2. FINALIDAD	2
3. ASPECTOS GENERALES	2
3.1 Determinación del volumen de almacenamiento	2
3.2 Ubicación	2
3.3 Estudios Complementarios	2
3.4 Vulnerabilidad	2
3.5 Caseta de Válvulas	2
3.6 Mantenimiento	2
3.7 Seguridad Aérea	3
4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	3
4.1 Volumen de Regulación	3
4.2 Volumen Contra Incendio	3
4.3 Volumen de Reserva	3
5. RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES	3
5.1 Funcionamiento	3
5.2 Instalaciones	4
5.3 Accesorios	4

**OS.030
ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

1 ALCANCE

Esta Norma señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad del agua para consumo humano.

2 FINALIDAD

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento.

3 ASPECTOS GENERALES

3.1 Determinación del volumen de almacenamiento

El volumen deberá determinarse con las curvas de variación de la demanda horaria de las zonas de abastecimiento ó de una población de características similares.

3.2 Ubicación

Los reservorios se deben ubicar en áreas libres. El proyecto deberá incluir un cerco que impida el libre acceso a las instalaciones.

3.3 Estudios Complementarios

Para el diseño de los reservorios de almacenamiento se deberá contar con información de la zona elegida, como fotografías aéreas, estudios de: topografía, mecánica de suelos, variaciones de niveles freáticos, características químicas del suelo y otros que se considere necesario.

3.4 Vulnerabilidad

Los reservorios no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos ú otros riesgos que afecten su seguridad.

3.5 Caseta de Válvulas

Las válvulas, accesorios y los dispositivos de medición y control, deberán ir alojadas en casetas que permitan realizar las labores de operación y mantenimiento con facilidad.

3.6 Mantenimiento

Se debe prever que las labores de mantenimiento sean efectuadas sin causar interrupciones prolongadas del servicio. La instalación debe contar

con un sistema de "by pass" entre la tubería de entrada y salida ó doble cámara de almacenamiento.

3.7 Seguridad Aérea

Los reservorios elevados en zonas cercanas a pistas de aterrizaje deberán cumplir las indicaciones sobre luces de señalización impartidas por la autoridad competente.

4 VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

4.1 Volumen de Regulación

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.

Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

4.2 Volumen Contra Incendio

En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de acuerdo al siguiente criterio:

- 50 m³ para áreas destinadas netamente a vivienda.
- Para áreas destinadas a uso comercial o industrial deberá calcularse utilizando el gráfico para agua contra incendio de sólidos del anexo 1, considerando un volumen aparente de incendio de 3000 metros cúbicos y el coeficiente de apilamiento respectivo.

Independientemente de este volumen los locales especiales (Comerciales, Industriales y otros) deberán tener su propio volumen de almacenamiento de agua contra incendio.

4.3 Volumen de Reserva

De ser el caso, deberá justificarse un volumen adicional de reserva.

5 RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES

5.1 Funcionamiento

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a

emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

5.2 Instalaciones

Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe.

En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones.

Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

La tubería de salida deberá tener como mínimo el diámetro correspondiente al caudal máximo horario de diseño.

La tubería de rebose deberá tener capacidad mayor al caudal máximo de entrada, debidamente sustentada.

El diámetro de la tubería de desagüe deberá permitir un tiempo de vaciado menor a 8 horas. Se deberá verificar que la red de alcantarillado receptora tenga la capacidad hidráulica para recibir este caudal.

El piso del reservorio deberá tener una pendiente hacia el punto de desagüe que permita evacuarlo completamente.

El sistema de ventilación deberá permitir la circulación del aire en el reservorio con una capacidad mayor que el caudal máximo de entrada ó salida de agua. Estará provisto de los dispositivos que eviten el ingreso de partículas, insectos y luz directa del sol.

Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

Los reservorios enterrados deberán contar con una cubierta impermeabilizante, con la pendiente necesaria que facilite el escurrimiento. Si se ha previsto jardines sobre la cubierta se deberá contar con drenaje que evite la acumulación de agua sobre la cubierta. Deben estar alejados de focos de contaminación, como pozas de percolación, letrinas, botaderos; o protegidos de los mismos. Las paredes y fondos estarán impermeabilizadas para evitar el ingreso de la napa y agua de riego de jardines.

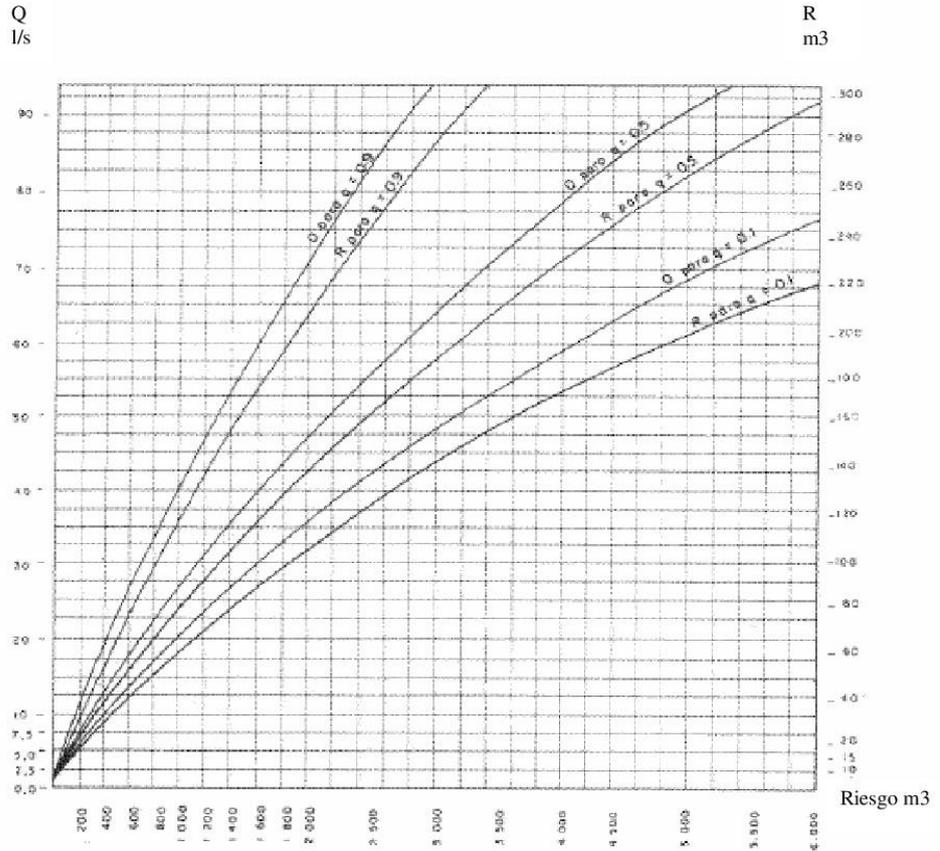
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

5.3 Accesorios

Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

ANEXO 1

GRÁFICO PARA AGUA CONTRA INCENDIO DE SÓLIDOS



Q: Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego
 R: Volumen de agua en m3 necesarios para reserva
 g: Factor de Apilamiento

g = 0.9 Compacto
 g = 0.5 Medio
 g = 0.1 Poco Compacto

R: Riesgo, volumen aparente del incendio en m3

1.2. Enfoque

El presente documento se enfoca en reunir las opciones tecnológicas de saneamiento que mediante un uso adecuado se conviertan en servicios sostenibles, ya que recae en la familia o la comunidad su mantenimiento. Es por ello, que la opción tecnológica debe seleccionarse según criterios técnicos, económicos y culturales de tal forma de que garanticen su sostenibilidad.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Definir los diseños definitivos de las opciones tecnológicas de saneamiento, los criterios para su selección, diseño y forma de implementación para los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.

2.2. Objetivos específicos

- Presentar la metodología para la adecuada selección de las opciones tecnológicas de saneamiento para los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Presentar los diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para abastecimiento de agua potable a ser utilizados en la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Presentar los diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para la disposición sanitaria de excretas a ser utilizados en la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Reducción del tiempo que toma la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.
- Reducción de los costos de implementación de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural.

3. Aplicación

Las opciones tecnológicas desarrolladas en el presente documento y en los anexos que lo complementen, son de uso obligatorio del Ingeniero Sanitario responsable del proyecto de saneamiento en el ámbito rural. Adicionalmente, para los casos en donde el Ingeniero Sanitario, responsable del proyecto defina una opción tecnológica no incluida en el presente documento, deberá sustentarla técnica y económicamente tomando de referencia los criterios técnicos incluidos para ser considerada.

4. Terminología

- ✓ **Accesorio:** Componente plástico o metálico que permite el cambio de dirección o de diámetro del líquido conducido por una tubería. Entre otras, se definen como tales las piezas como brida-enchufe, brida-extremo liso, codos, tees, yees, válvulas u otro excepto tuberías.
- ✓ **Acuífero:** Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
- ✓ **Afloramiento:** Son las fuentes, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
- ✓ **Agua subálvea:** Fuente de agua subterránea que se encuentra cerca de la superficie del terreno, a poca profundidad y que puede aflorar espontáneamente (manantial) o ser fácilmente extraída por medio de pozos excavados o perforados.
- ✓ **Agua subterránea:** Aguas que dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso,

- fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas.
- ✓ **Ámbito geográfico:** Es la zona geográfica donde se ubica el sistema y cuyas condiciones rigen el mismo.
 - ✓ **Ámbito rural del Perú:** Son el conjunto de centros poblados que no sobrepasan los dos mil (2 000) habitantes independientemente.
 - ✓ **Humedal:** Es un ecosistema conformado por un sustrato saturado de vegetación, microorganismos y agua, cuyo objetivo es la remoción de contaminantes mediante diversos procesos físicos, químicos y biológicos. Se instala a continuación de un tanque séptico mejorado o en el caso de sistemas secos con el agua proveniente de lavaderos, duchas y urinario.
 - ✓ **Caja de registro:** Caja de reunión o inspección prefabricada en concreto o material termoplástico, la cual permite la conexión de tuberías en ángulos de 45° o 90°, su uso es obligatorio cuando el tramo instalado tiene más de 15 metros.
 - ✓ **Cámaras rompe presión:** Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.
 - ✓ **Captación:** Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de aguas superficiales o subterráneas.
 - ✓ **Caseta para la taza especial:** Ambiente que contiene la taza especial y que su fabricación es de un material liviano y resistente, que permite su traslado fácilmente cuando el hoyo por debajo de la caseta alcanza su altura máxima.
 - ✓ **Caseta de la UBS:** ambiente que alberga los siguientes aparatos sanitarios, la ducha, el inodoro o la taza especial y el urinario y que su modelo varía dependiendo del tipo de sistema de disposición de las excretas.
 - ✓ **Caudal máximo diario:** Caudal de agua del día de máximo consumo en el año.
 - ✓ **Caudal máximo horario:** Caudal de agua de la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo en el año.
 - ✓ **Caudal promedio diario anual:** Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante un año.
 - ✓ **Conexión domiciliar de agua:** Conjunto de elementos y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano hasta la conexión de entrada de agua al domicilio o local público, con la finalidad de dar servicio a cada lote, vivienda o local público.
 - ✓ **Depresión o descenso:** Descenso que experimenta el nivel del agua cuando se está bombeando o cuando el pozo fluye naturalmente, es decir, cuando tiene una salida natural. Es la diferencia, medida en metros, entre el nivel estático y el nivel dinámico.
 - ✓ **Diámetro interior:** Diámetro interior del tubo, real o útil, medido en una sección cualquiera. Es el diámetro del diseño hidráulico.
 - ✓ **Disposición Sanitaria de Excretas:** Infraestructura cuyas instalaciones permiten el tratamiento de las excretas, ya sea en un medio seco o con agua, de modo que no represente riesgo para la salud y el medio ambiente.
 - ✓ **Estación de bombeo:** Componente del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, conformada por la caseta y el equipamiento hidráulico y eléctrico, que tiene como función trasladar el agua desde un punto bajo a uno más alto mediante el empleo de equipos de bombeo.
 - ✓ **Fuente de abastecimiento:** Es el cuerpo de agua natural o artificial, que es utilizado para el abastecimiento de uno o más centros poblados, el mismo que puede ser superficial o subterráneo o incluso pluvial.
 - ✓ **Golpe de ariete:** Fluctuaciones rápidas de presión debidas a variaciones bruscas de las condiciones de contorno y/o caudal del flujo. El golpe de ariete está esencialmente relacionado con la velocidad del agua y no con la presión interna.
 - ✓ **Hoyo Seco Ventilado:** opción tecnológica que permite disponer adecuadamente las excretas y orina en un hoyo con el uso de una taza especial, su ubicación es temporal,

- ya que al llenarse el hoyo se tiene que clausurar y reubicar la caseta sobre un nuevo hoyo de las mismas dimensiones.
- ✓ **Ingeniero Proyectista:** ingeniero Sanitario Colegiado y Habilitado responsable del diseño técnico del proyecto de saneamiento rural a implementar.
 - ✓ **Instalación intradomiciliaria:** Conjunto de aparatos sanitarios y accesorios instalados al interior de la vivienda o cerca de ella, que, funcionando de manera conjunta, permiten a los usuarios contar con un servicio continuo de agua para consumo humano y facilidades para la disposición sanitaria de excretas.
 - ✓ **Impulsión:** Infraestructura destinada a transmitir al caudal de agua circulante por una tubería la energía necesaria para su transporte, venciendo las fuerzas gravitatorias y las resistencias por rozamiento, y/o para incrementar su presión.
 - ✓ **Lavadero Multiusos:** aparato sanitario que permite el lavado de utensilios y ropa, construido en concreto armado o material prefabricado, siempre y cuando sea de un material resistente a la intemperie y resista por lo menos 40 kg de peso.
 - ✓ **Línea de aducción:** estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución.
 - ✓ **Línea de conducción:** estructuras y elementos que conectan las captaciones con los reservorios, pasando o no por las estaciones de tratamiento.
 - ✓ **Línea de impulsión:** En un sistema por bombeo, es el tramo de tubería que conduce el agua desde la estación de bombeo hasta el reservorio.
 - ✓ **Malla:** Contorno cerrado formado por tuberías de la red de distribución por las que circula agua a presión y que no alberga en su interior ningún otro contorno cerrado.
 - ✓ **Niple:** Porción de tubería de tamaño menor que la de fabricación.
 - ✓ **Nivel freático:** corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero, cuya distancia es medida desde dicho nivel superior hasta el nivel del suelo.
 - ✓ **Nivel dinámico:** Distancia medida desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo producido por el bombeo.
 - ✓ **Nivel de servicio:** Es la forma como se brinda el servicio al usuario. Los niveles de servicio pueden ser público o domiciliario.
 - ✓ **Nivel estático:** Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos libres.
 - ✓ **Nivel piezométrico:** Distancia desde la superficie del terreno hasta el nivel de agua en el pozo, no afectado por el bombeo. Aplica a acuíferos confinados o semiconfinados.
 - ✓ **Opciones Tecnológicas:** Soluciones de saneamiento que se rigen bajo condiciones técnicas, económicas y sociales para su selección.
 - ✓ **Opciones Tecnológicas Convencionales:** Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a un gran número de familias agrupadas en localidades o ciudades.
 - ✓ **Opciones Tecnológicas No Convencionales:** Soluciones de saneamiento seleccionadas a partir de condiciones técnicas, económicas y sociales, que atienden a pocas familias agrupadas en grandes extensiones de territorio.
 - ✓ **Pérdida de carga unitaria (h_f):** Es la pérdida de energía en la tubería por unidad de longitud debida a la resistencia del material del conducto al flujo del agua. Se expresa en m/km o m/m.
 - ✓ **Pérdida por tramo (H_f):** Viene a representar el producto de pérdida de carga unitaria por la longitud del tramo de tubería.
 - ✓ **Período de diseño:** Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades Normativas del Sector.
 - ✓ **Periodo óptimo de diseño:** Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto.

- ✓ **Pileta pública:** se ubica en la vía pública, permite el acceso al agua de la red de abastecimiento de agua potable para surtir de dicho recurso a un grupo de familias, puede o no incluir un medidor para el control del agua suministrada.
- ✓ **Población inicial:** Número de habitantes en el momento de la formulación del proyecto.
- ✓ **Población de diseño:** Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.
- ✓ **Pozo de Absorción:** permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de un dren vertical instalado en un medio filtrante dentro de pozo.
- ✓ **Presión de funcionamiento (OP):** Presión interna que aparece en un instante dado en una sección determinada de la red.
- ✓ **Presión estática:** Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.
- ✓ **Profundidad:** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería.
- ✓ **Proyecto de Inversión Pública (PIP):** Son intervenciones limitadas en el tiempo con el fin de crear, ampliar, mejorar o recuperar la capacidad productora o de provisión de bienes o servicios de una entidad.
- ✓ **Red de distribución:** Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.
- ✓ **Reservorio (o depósito):** Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión o de alguna combinación de las mismas. Este revestimiento cumplirá la Norma NSF-61.
- ✓ **Revestimiento exterior:** Material complementario aplicado a la superficie exterior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.
- ✓ **Revestimiento interior:** Material complementario aplicado a la superficie interior de un componente con objeto de protegerlo de la corrosión, el deterioro mecánico y/o el ataque químico.
- ✓ **Sello sanitario:** Elemento utilizado para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.
- ✓ **Suelo fisurado:** Es un tipo de suelo que presenta grietas o fisuras que hacen que el agua a filtrar descienda rápidamente pero sin ser filtrada, lo que puede originar una contaminación del agua subterránea de estar cerca del nivel del suelo, es una de las causas de los hundimientos.
- ✓ **Sustrato:** Capa de suelo debajo de la capa superficial del mismo suelo.
- ✓ **Taza especial:** taza en forma de inodoro o del tipo turco, fabricada en losa vitrificada, granito o plástico reforzado, permite que las excretas y orina caigan directamente al depósito ubicado bajo ella.
- ✓ **Toma de agua:** Dispositivo o conjunto de dispositivos destinados a desviar el agua desde una fuente hasta los demás componentes de una captación.
- ✓ **Tubería:** Componente de sección transversal anular y diámetro interior uniforme, de eje recto cuyos extremos terminan en espiga, campana, rosca o unión flexible
- ✓ **UBS – Unidad Básica de Saneamiento:** Conjunto de componentes que permiten brindar el acceso a agua potable y la disposición sanitaria de excretas a una familia, el diseño final dependerá de la opción tecnológica no convencional seleccionada.
- ✓ **Unión:** Pieza de enlace de extremos adyacentes de dos tubos que incluye elementos de estanquidad.
- ✓ **Válvula de aire:** Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías. Puede ser manual o automática (purgador o ventosa), siendo preferibles las automáticas.
- ✓ **Válvula de purga:** Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería.
- ✓ **Vida útil:** Tiempo en el cual la infraestructura o equipo debe funcionar adecuadamente, luego del cual debe ser reemplazado o rehabilitado.

- ✓ Zanja de Percolación: permite infiltrar el efluente líquido de la UBS instalada a través de drenes horizontales instalados en un medio filtrante dentro de zanjas.
- ✓ Zona de infiltración: es aquella zona seleccionada para eliminar por infiltración el efluente líquido de la UBS instalada, por presentar características permeables ideales.
- ✓ Zona inundable: es aquella zona en donde se ubica el proyecto de saneamiento, susceptible a inundarse por la intensidad de lluvia característica de la región o al desborde de un cuerpo de agua en ciertas épocas del año.

Donde:

- Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s
 Q_{mh} : Caudal máximo horario en l/s
Dot : Dotación en l/hab.d
 P_d : Población de diseño en habitantes (hab)

1.2. Tipo de fuentes de abastecimiento de agua

- a. Criterios para la determinación de la fuente
La fuente de abastecimiento se debe seleccionar de acuerdo a los siguientes criterios:
- Calidad de agua para consumo humano.
 - Caudal de diseño según la dotación requerida.
 - Menor costo de implementación del proyecto.
 - Libre disponibilidad de la fuente.
- b. Rendimiento de la fuente
Todo proyecto debe considerar evaluar el rendimiento de la fuente, verificando que la cantidad de agua que suministre la fuente sea mayor o igual al caudal máximo diario. En caso contrario, debe buscarse otras fuentes complementarias de agua.
- c. Necesidad de estaciones de bombeo
En función de la ubicación del punto de captación y la localidad, los sistemas pueden requerir de una estación de bombeo, a fin de impulsar el agua hasta un reservorio o Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). Debe procurarse obviar este tipo de infraestructura, debido al incremento del costo de operación y mantenimiento del sistema, salvo sea la única solución se puede incluir en el planteamiento técnico.
- d. Calidad de la fuente de abastecimiento
Para verificar la necesidad de una PTAP, debe tomarse muestras de agua de la fuente y analizarlas, la eficiencia de tratamiento del agua de la PTAP para hacerla de consumo humano debe cumplir lo establecido en el Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (DIGESA-MINSA) y sus modificatorias.

Asimismo, debe tenerse en cuenta la clasificación de los cuerpos de agua, según los estándares de calidad ambiental (ECA-AGUA), toda vez que definen si un cuerpo de agua puede ser utilizado para consumo humano, según la fuente de donde proceda. El Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM y sus normas modificatorias o complementarias por el que se aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, define:

- Tipo A1: aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección (fuente subterránea o pluvial).
- Tipo A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (fuente superficial).

1.3. Estandarización de Diseños Hidráulicos

Los diseños de los componentes hidráulicos para los sistemas de saneamiento se deben diseñar con un criterio de estandarización, lo que permite que exista un único diseño para similares condiciones técnicas. Los criterios de estandarización se detallan a continuación.

Tabla N° 03.04. Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
1	Barraje Fijo sin Canal de Derivación			
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Balsa Flotante			
4	Caisson	$Q_{med} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)$	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	$Q_{med} (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)$	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.
9	Línea de Conducción		X	
9.1	Cámara de Reunión de Caudales		X	Estructuras de concreto que permiten la adecuada distribución o reunión de los flujos de agua
9.2	Cámara de Distribución de Caudales		X	
9.3	CRP para Conducción	$Q_{med} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)$		Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	Pase Aéreo		X	
10	PTAP Integral	Dependiendo de la calidad del agua de la fuente		Diseñada con todos sus componentes, los que se desarrollan a continuación
10.1	Desarenador			
10.2	Sedimentador	$Q_{med} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)$	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro			
10.5	Filtro Lento de Arena	$Q_{med} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)$	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP			
11	Estaciones de Bombeo		X	
12	Línea de Impulsión	$Q_{med} (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)$	Populación final y dotación	Para un caudal máximo diario " Q_{med} " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un " Q_{med} " mayor a 1,00 l/s y hasta 2,00 l/s, se diseña con 2,00 l/s y así sucesivamente.

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
13	Sistema de 5, 10 y 20 m ³ Carco Perimétrico Cisterna	V _{cost} (m ³) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 20)	<p>Populación final y dotación</p> <p>X</p>	<p>Para un volumen calculado menor o igual a 5 m³, se selecciona una estructura de almacenamiento de 5 m³, para un volumen mayor a 5 m³ y hasta 10 m³, se selecciona una estructura de almacenamiento de 10 m³ y así sucesivamente.</p> <p>Para los volúmenes no considerados, debe tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras</p>
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m ³	V _{res} (m ³) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 15) o (>15 - 20) o (>20 - 35) o (>35 - 40)	<p>Populación final y dotación</p>	<p>Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño</p>
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m ³	V _{res} (m ³) = (>5 - 10) o (>10 - 15)	<p>Populación final y dotación</p>	<p>Sistema de desinfección para todos los reservorios</p>
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			<p>Para la protección y seguridad de la infraestructura</p>
14.2	Sistema de Desinfección			<p>Para un caudal máximo diario "Q_{md}" menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q_{md}" mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.</p>
14.3	Carco Perimétrico para Reservorio			
15	Línea de Aducción			
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	Q _{md} (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (>1,00 - 1,50)		<p>Para un caudal máximo diario "Q_{md}" menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un "Q_{md}" mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.</p>
16.2	Válvula de Control		X	
16.3	Conexión Domiciliaria		X	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		<p>Para distintos tipos de conexión domiciliaria</p>
18	Piletas Públicas	Cota de ubicación de los componentes		<p>Solamente en el caso de que las viviendas más altas ya no sean alcanzadas por el diseño de la red</p>
19	Captación de Agua de Lluvia		Falta de fuente	<p>Se realiza la captación de agua de lluvia por ser la única solución posible ante la falta de fuente</p>

Para que el proyectista utilice adecuadamente los componentes desarrollados para expediente técnico acerca de los componentes hidráulicos de abastecimiento de agua para consumo humano, deben seguir los siguientes pasos:

- ✓ Realizar el cálculo del caudal máximo diario (Q_{md})
- ✓ Determinar el Q_{md} de diseño según el Q_{md} real

Tabla N° 03.05. Determinación del Q_{md} para diseño

RANGO	Q_{md} (REAL)	SE DISEÑA CON:
1	< de 0,50 l/s	0,50 l/s
2	0,50 l/s hasta 1,0 l/s	1,0 l/s
3	> de 1,0 l/s	1,5 l/s

- ✓ En la Tabla N° 03.04., se menciona cuáles son los componentes hidráulicos diseñados en base al criterio del redondeo del Q_{md}
- ✓ Para el caso de depósitos de almacenamiento de agua como cisternas y reservorios se tiene el siguiente criterio:

Tabla N° 03.06. Determinación del Volumen de almacenamiento

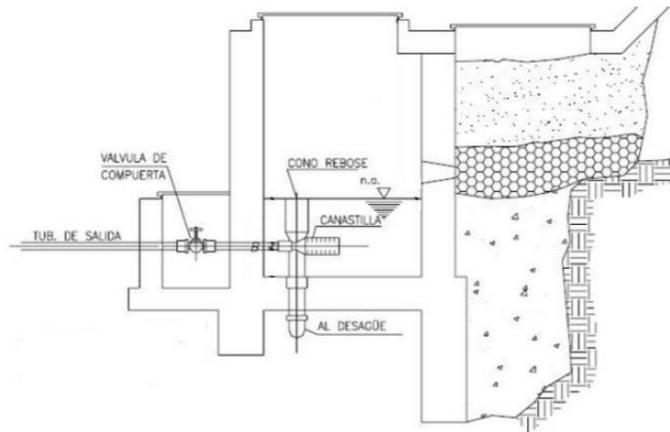
RANGO	V_{alm} (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 m^3
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 m^3
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	15 m^3
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 m^3
5 – Reservorio	$> 20 \text{ m}^3$ hasta $\leq 40 \text{ m}^3$	40 m^3
1 – Cisterna	$\leq 5 \text{ m}^3$	5 m^3
2 – Cisterna	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	10 m^3
3 – Cisterna	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$	20 m^3

De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla N° 03.06.

2.5. MANANTIAL DE LADERA

Cuando se realiza la protección de una vertiente que aflora a una superficie inclinada con carácter puntual o disperso. Consta de una protección al afloramiento, una cámara húmeda donde se regula el caudal a utilizarse.

Ilustración N° 03.20. Manantial de ladera



Componentes Principales

Para el diseño de las captaciones de manantiales deben considerarse los siguientes componentes:

- Cámara de protección, para las captaciones de fondo y ladera es muy importante no perturbar el flujo de agua que emerge de la vertiente. La cámara de protección debe tener dimensiones y formas, tales que, se adapten a la localización de las vertientes y permitan captar el agua necesaria para el proyecto. Debe contar con losa removible o accesible (bruñido) para mantenimiento del lecho filtrante.
- Tuberías y accesorios, el material de las tuberías y accesorios deben ser inertes al contacto con el agua natural. Los diámetros se deben calcular en función al caudal máximo diario, salvo justificación razonada. En el diseño de las estructuras de captación, deben preverse válvulas, accesorios, tubería de limpieza, rebose y tapa de inspección con todas las protecciones sanitarias correspondientes. Al inicio de la tubería de conducción se debe instalar su correspondiente canastilla.
- Cámara de recolección de aguas, para las tomas de bofedal, es importante que la cámara de recolección se ubique fuera del terreno anegadizo y permita la recolección del agua de todas las tomas (pueden haber más de un dren).
- Protección perimetral, la zona de captación debe estar adecuadamente protegida para evitar la contaminación de las aguas. Debe tener canales de drenaje en la parte superior y alrededor de la captación para evitar la contaminación por las aguas superficiales.

Criterios de Diseño.

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar la distancia entre el afloramiento y la cámara, el ancho de la pantalla, el área de orificio y la altura de

la cámara húmeda sobre la base de una velocidad de entrada no muy alta (se recomienda $\leq 0,6$ m/s) y al coeficiente de contracción de los orificios.

Determinación del ancho de la pantalla

Para determinar el ancho de la pantalla es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

$$Q_{\max} = V_2 \times C_d \times A$$

$$A = \frac{Q_{\max}}{V_2 \times C_d}$$

- Q_{\max} : gasto máximo de la fuente (l/s)
- C_d : coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)
- g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
- H : carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

- Cálculo de la velocidad de paso teórica (m/s):

$$V_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$$

Velocidad de paso asumida: $v_2 = 0.60$ m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Por otro lado:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Donde:

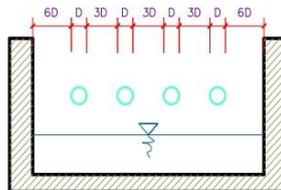
D : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

$$N_{\text{ORIF}} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{\text{ORIF}} = \left(\frac{Dt}{Da}\right)^2 + 1$$

Ilustración N° 03.21. Determinación de ancho de la pantalla



Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2 \times (6D) + N_{\text{ORIF}} \times D + 3D \times (N_{\text{ORIF}} - 1)$$

- Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

- H : carga sobre el centro del orificio (m)
 h_o : pérdida de carga en el orificio (m)
 H_f : pérdida de carga afloramiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

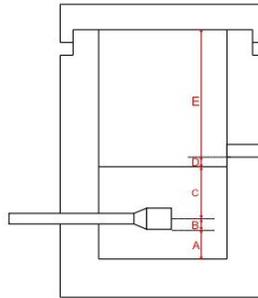
$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Donde:

- L : distancia afloramiento – captación (m)

- Cálculo de la altura de la cámara
 Para determinar la altura total de la cámara húmeda (H_t), se considera los elementos identificados que se muestran en la siguiente figura:

Ilustración N° 03.22. Cálculo de la cámara húmeda



$$H_t = A + B + C + D + E$$

Donde:

- A : altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, se considera una altura mínima de 10 cm
 B : se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.
 D : desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo de 5 cm).
 E : borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).
 C : altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda una altura mínima de 30 cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

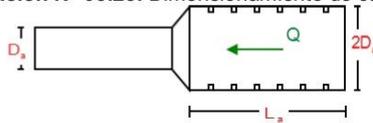
- Q_{md} : caudal máximo diario (m³/s)
 A : área de la tubería de salida (m²)

Dimensionamiento de la canastilla

Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); que el área total de ranuras (A_i) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC.

$$H_f = H - h_o$$

Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla



Diámetro de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción

Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a $3D_a$ y menor que $6D_a$:

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

Debemos determinar el área total de las ranuras (A_{TOTAL}):

$$A_{TOTAL} = 2A$$

El valor de A_{total} debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$A_g = 0,5 \times D_g \times L$$

Determinar el número de ranuras:

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

Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

- Cálculo de la tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro:

$$D_r = \frac{0,71 \times Q^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

Tubería de rebose

Donde:

Q_{max} : gasto máximo de la fuente (l/s)

h_f : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

D_r : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

2.9. LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Ilustración N° 03.31. Línea de Conducción



✓ Caudales de Diseño

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

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

✓ Velocidades admisibles

Para la línea de conducción se debe cumplir lo siguiente:

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

✓ Criterios de Diseño

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

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

Donde:

V : velocidad del fluido en m/s

n : coeficiente de rugosidad en función del tipo de material

- Hierro fundido dúctil 0,015
- Cloruro de polivinilo (PVC) 0,010
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD) 0,010

R_h : radio hidráulico
 I : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

$$H_f = 10,674 * [Q^{1.852} / (C^{1.852} * D^{4.86})] * L$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en m^3/s

D : diámetro interior en m

C : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

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

L : Longitud del tramo, en m.

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

$$H_f = 676,745 * [Q^{1.751} / (D^{4.753})] * L$$

Donde:

H_f : pérdida de carga continua, en m.

Q : Caudal en l/min

D : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

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

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

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

Donde:

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

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

V : Velocidad del fluido en m/s

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

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

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

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

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

2.9.5. VÁLVULA DE AIRE

- Son dispositivos hidromecánicos previstos para efectuar automáticamente la expulsión y entrada de aire a la conducción, necesarias para garantizar su adecuada explotación y seguridad.
- Las necesidades de entrada/salida de aire a las conducciones, son las siguientes:
 - Evacuación de aire en el llenado o puesta en servicio de la conducción, aducción e impulsión.
 - Admisión de aire en las operaciones de descarga o rotura de la conducción, para evitar que se produzcan depresiones o vacío.
 - Expulsión continua de las bolsas o burbujas de aire que aparecen en el seno del flujo de agua por arrastre y desgasificación (purgado).
- Según las funciones que realicen, podemos distinguir los siguientes tipos de válvulas de aireación:
 - Purgadores: Eliminan en continuo las bolsas o burbujas de aire de la conducción.
 - Ventosas bifuncionales: Realizan automáticamente la evacuación/admisión de aire.
 - Ventosas trifuncionales: Realizan automáticamente las tres funciones señaladas.
- Los purgadores o ventosas deben ser de fundición dúctil, y deben cumplir la norma NTP 350.101 1997. Válvulas descargadoras de aire, de aire vacío y combinaciones de válvulas de aire para servicios de agua.
- Se establecen las siguientes prescripciones técnicas adicionales para las ventosas:
 - Presión normalizada: $PN \geq 1,0$ MPa.
 - Tipo: De triple, doble o simple función y de cuerpo simple o doble.
 - Instalación: 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.

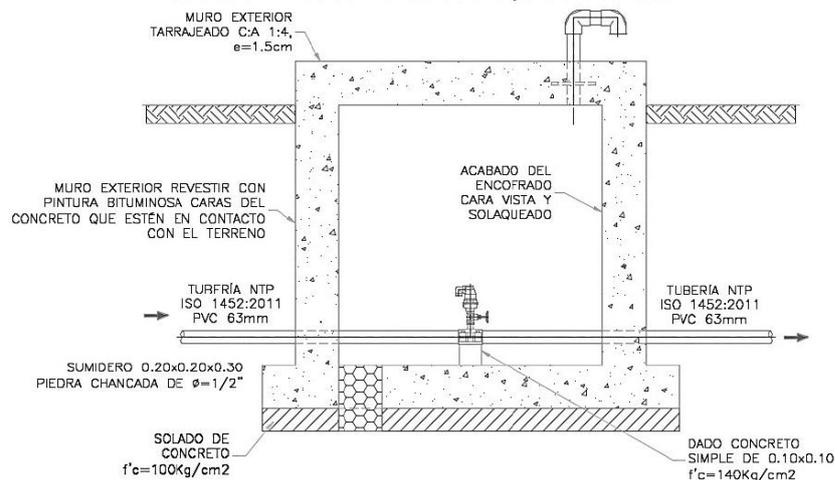
El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

- ✓ 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.

Ilustración N° 03.38. Válvula de aire para alto tránsito



- ✓ 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 x 0,60 m², tanto por facilidad constructiva, como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La estructura será de concreto armado f'c = 210 kg/cm² cuyas dimensiones internas son 0,60 m x 0,60 m x 0,70 m, para el cual se utilizará cemento portland tipo I.

Válvula de aire automática

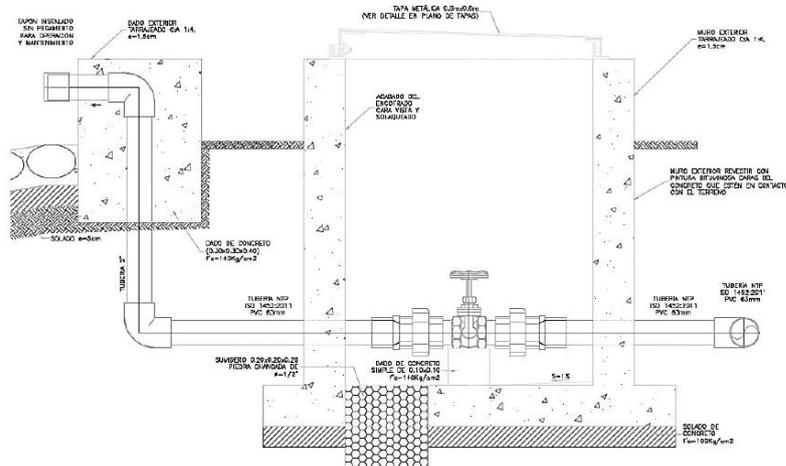
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m², tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

- ✓ 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.

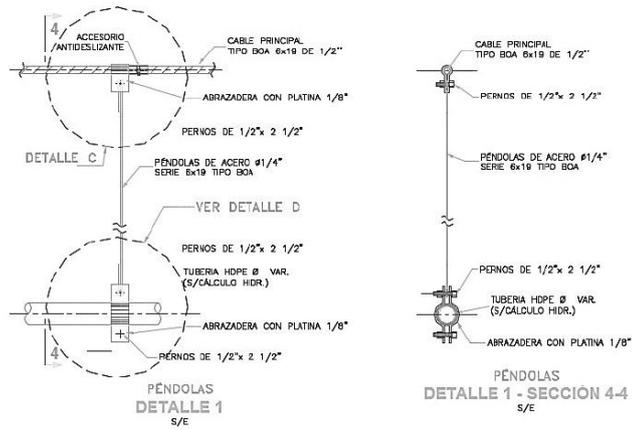
2.9.7. PASE AÉREO

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



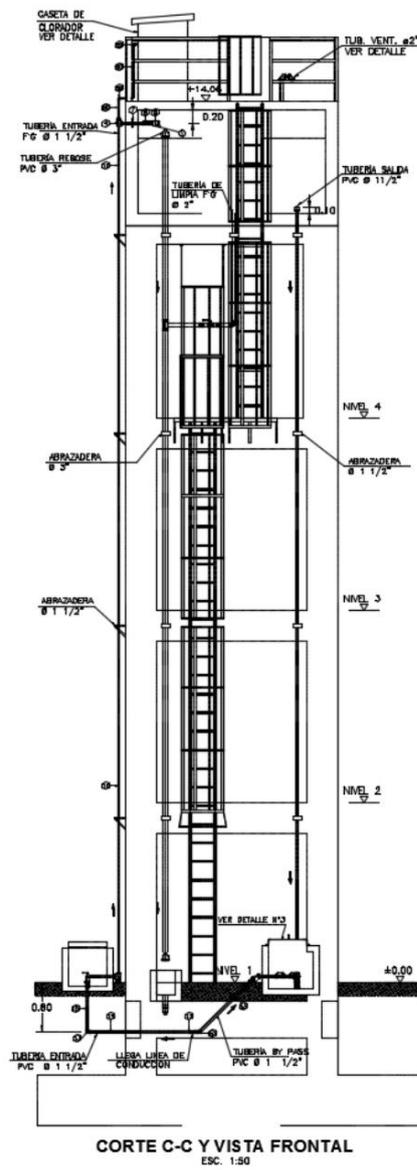
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga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

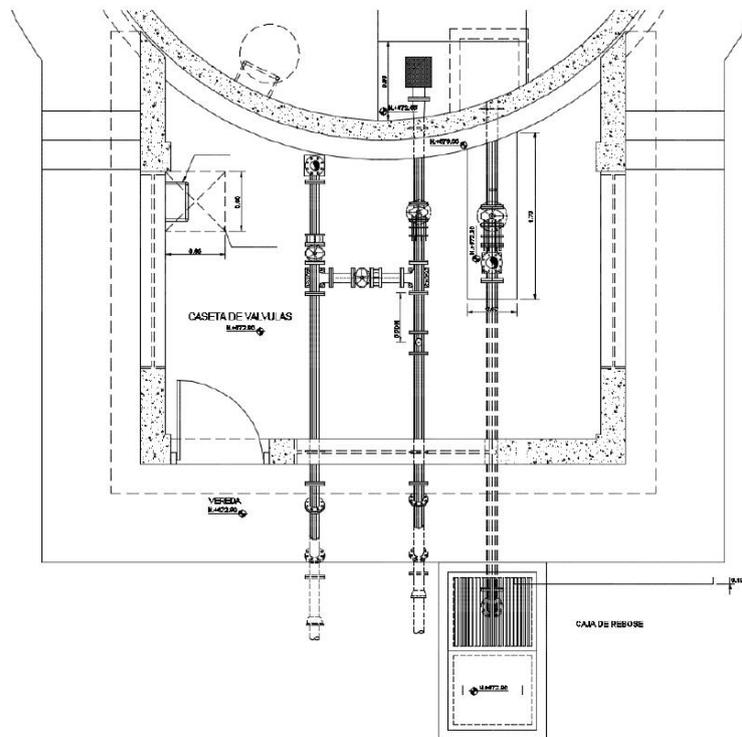
- **Escaleras**
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias),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

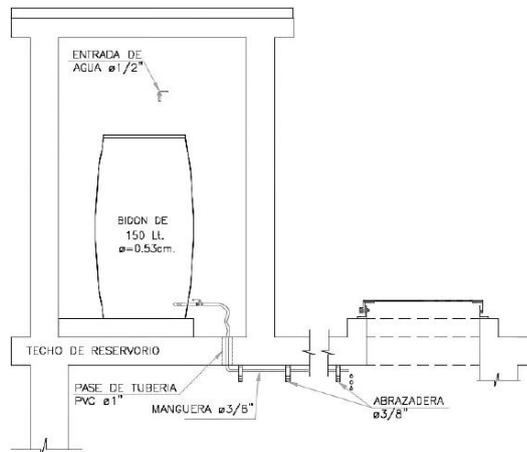
Desinfectantes empleados

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

a. Sistema de Desinfección por Goteo

Ilustración N° 03.57. Sistema de desinfección por goteo



- Cálculo del peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario

$$P = Q * d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

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

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

$$P_c = P * 100/r$$

Donde:

P_c : peso producto comercial gr/h
r : porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial (%)

- Cálculo del caudal horario de solución de hipoclorito (qs) en función de la concentración de la solución preparada. El valor de "qs" 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.

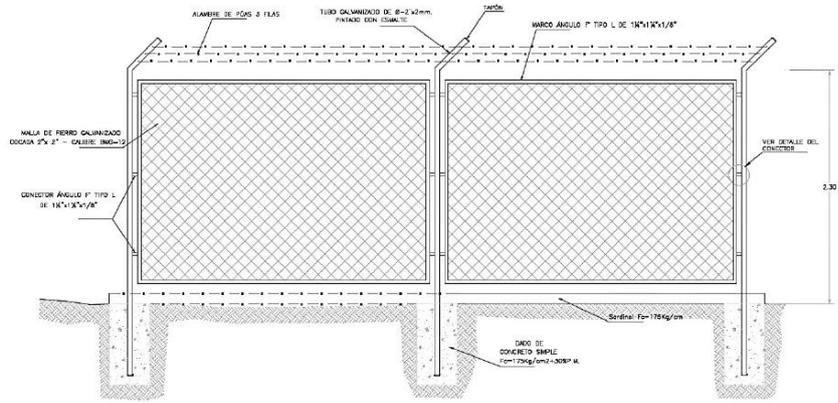
El mecanismo del dosificador de tabletas se debe inspeccionar con regularidad para detectar obstrucciones; se tendrá cuidado de limpiarlo bien, volver a ponerlo en la posición correcta y calibrarlo. La inspección y el rellenado de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de 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 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° 03.59. Cerco perimétrico de reservorio



2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

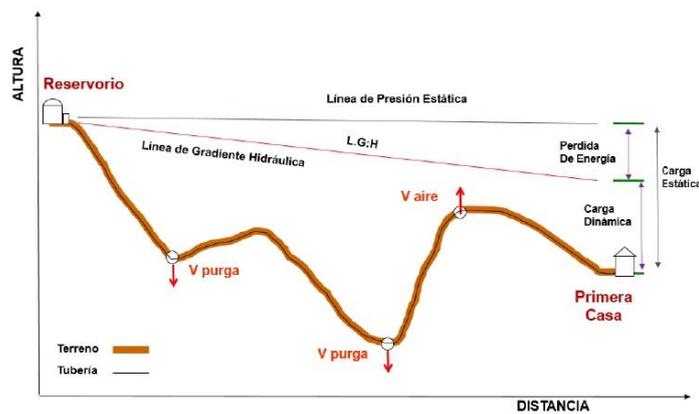
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se debe evitar pendientes mayores del 30% para evitar altas velocidades, e inferiores al 0,50%, para facilitar la ejecución y el mantenimiento.
- ✓ Con el trazado se debe buscar el menor recorrido, siempre y cuando esto no conlleve excavaciones excesivas u otros aspectos. Se evitarán tramos de difícil acceso, así como zonas vulnerables.
- ✓ En los tramos que discurren 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.

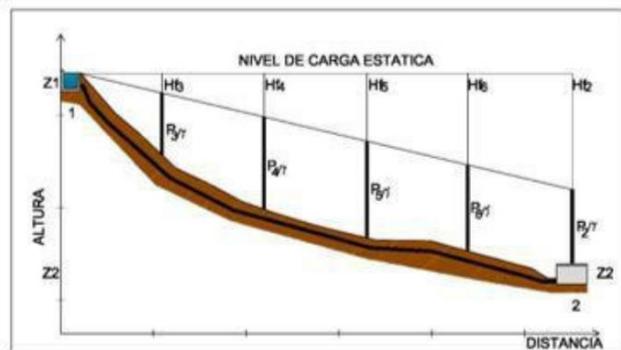
✓ Presión

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).

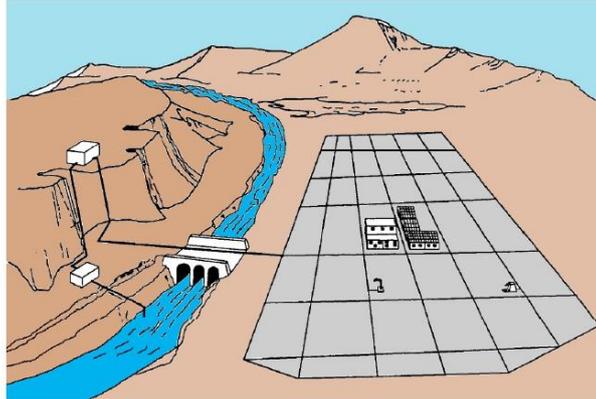
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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 (¾") 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 reboso (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 reboso (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:

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

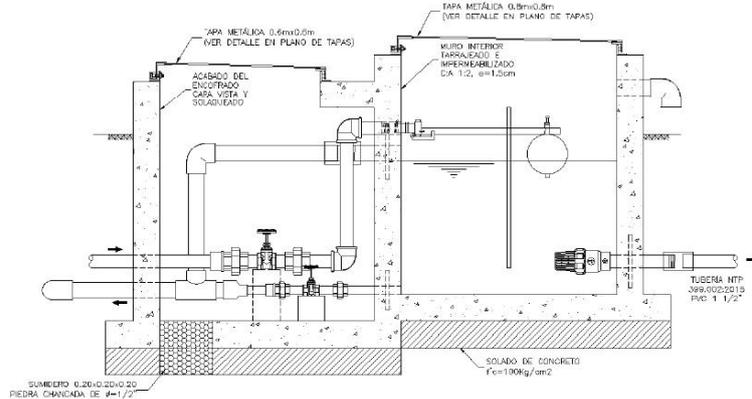
Donde:

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.

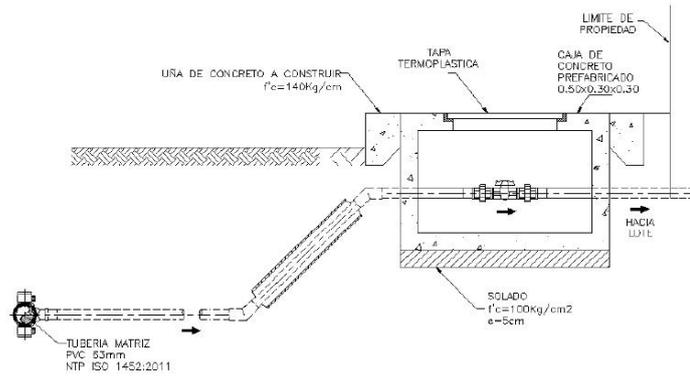
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
 - Instalación: Embridada.
 - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños o 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 METÁLICAS PARA USO EN SISTEMAS DE TUBERIAS DE BRIDAS. Dimensiones entre caras y de cara a eje.
- c. Válvulas de esfera
- Las válvulas con cuerpo de una sola pieza son siempre de pequeña dimensión y paso reducido. Las válvulas con cuerpo de dos piezas suelen ser de paso estándar. Este tipo de construcción permite su reparación. Las válvulas de tres piezas permiten desmontar fácilmente la esfera, el asiento o el vástago ya que están situados en la pieza central. Esto facilita la limpieza de sedimentos y remplazo de partes deterioradas sin tener que desmontar los elementos que conectan con la válvula. La normativa de referencia es:
 - NTP 350.098:1997. Válvulas de toma de cobre-cinc y cobre-estaño para conexiones domiciliarias
 - NTP 350.031:1997. Válvulas de paso de aleación cobre-cinc y cobre-estaño
 - NTP 350.107:1998. Válvulas de paso de aleación cobre-zinc con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias
 - NTP 399.034:2007. Válvulas de material termoplástico para conexiones domiciliarias de agua potable
 - NTP 399.165:2007. Válvulas de paso de material termoplástico con niple telescópico y salida auxiliar para conexiones domiciliarias.
- d. Válvulas tipo globo
- Las válvulas tipo globo permiten la regulación del flujo de agua, además del cierre hermético cuando cuentan con un asiento flexible, y son las normalmente empleadas en las conexiones domiciliarias. Este tipo de válvulas tienen la ventaja de la regulación, pero la desventaja de pérdidas de carga para tener en cuenta en los cálculos hidráulicos.

2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

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

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

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar



Anexo 2: Fichas Técnicas.

Anexo 3: Encuesta

ENCUESTA PARA EL REGISTRO DISTRITAL DE COBERTURA
Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

FORMATO N° 06

**ENCUESTA PARA CASERÍOS QUE NO CUENTAN
CON SISTEMA DE AGUA POTABLE**

1. Comunidad / Caserío: 2. Código del lugar (no llenar): [.....]
Centro Poblado
3. Anexo /sector: XXXXXXXX 4. Distrito:
5. Provincia: 6. Departamento:
7. Altura (m.s.n.m.): [Altitud: msnm] [X:] [Y:]
8. Cuántas familias tiene el caserío?:
9. Promedio integrantes / familia (dato del INEI, no llenar): [.....]
10. ¿Explique cómo se llega al caserío desde la capital del distrito?

Desde	Hasta	Tipo de vía	Medio de Transporte	Distancia (Km.)	Tiempo (horas)

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X
- > Establecimiento de Salud SI NO
 - > Centro Educativo SI NO
 - Inicial Primaria Secundaria
 - > Energía Eléctrica SI NO
12. ¿Cuenta con fuentes de agua identificadas el caserío? SI NO
13. ¿Cuántas fuentes de agua tiene? [.....]
14. Descripción de las fuentes de agua:

Fuentes	Nombre del dueño	Caudal (lt /seg.)	Nombre del manantial	Voluntad para donar el manantial		
				SI	NO	Por conversar
Fuente 1						
Fuente 2						
Fuente 3						
Fuente 4						

15. ¿Tiene algún proyecto para agua potable?
- NO
 - SI en Gestión
 - SI en formulación
 - SI en Ejecución

Nombre del encuestado:

Fecha: / / Nombre del encuestador:

Anexo 3: Memoria de Calculo

DISEÑO ESTANDARIZADO TIPO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PARA LOS PROYECTOS EN EL AMBITO RURAL

DISEÑO HIDRAÚLICO DE CAPTACIÓN DE LADERA (Qdiseño=0.50lps)

Gasto Máximo de la Fuente:	Q _{max} =	0.89 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	Q _{min} =	0.65 l/s
Gasto Máximo Diario:	Q _{md1} =	0.50 l/s

1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que: $Q_{max} = v_2 \times Cd \times A$

Despejando: $A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times Cd}$

Donde: Gasto máximo de la fuente: Q_{max}= 0.89 l/s

Coefficiente de descarga: Cd= 0.80 (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: g= 9.81 m/s²

Carga sobre el centro del orificio: H= 0.40 m (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Velocidad de paso teórica: $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

v_{2t}= 2.24 m/s (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida: v₂= **0.60 m/s** (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Área requerida para descarga: A= 0.00 m²

Ademas sabemos que: $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): D_c= 0.05 m

D_c= 1.91 pulg

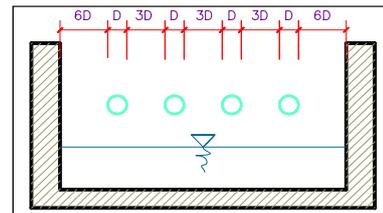
Asumimos un Diámetro comercial: **D_a= 2.00 pulg** (se recomiendan diámetros < ó = 2")
0.05 m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$\text{Norif} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Número de orificios: **Norif= 2 orificios**



Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + \text{Norif} \times D + 3D(\text{Norif} - 1)$$

Ancho de la pantalla: **b= 0.90 m** (Pero con 1.50 tambien es trabajable)

2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

Sabemos que: $H_f = H - h_o$

Donde: Carga sobre el centro del orificio: H= 0.40 m

Además: $h_o = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$

Pérdida de carga en el orificio: h_o= 0.03 m

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captacion: **H_f= 0.37 m**

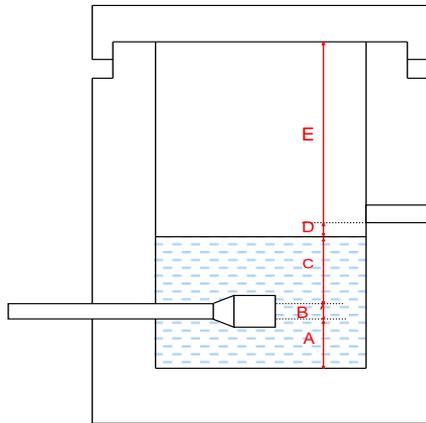
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Distancia afloramiento - Captacion: **L= 1.24 m 1.25 m Se asume**

3) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:



Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm

$$A = 10.0 \text{ cm}$$

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

$$B = 0.025 \text{ cm} \quad \llcorner \quad 1 \text{ plg}$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).

$$D = 10.0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm).

$$E = 40.00 \text{ cm}$$

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2gA^2}$$

Q	m ³ /s
A	m ²
g	m/s ²

Donde: Caudal máximo diario: $Q_{md} = 0.0005 \text{ m}^3/\text{s}$
 Área de la Tubería de salida: $A = 0.002 \text{ m}^2$

Por tanto: Altura calculada: $C = 0 \text{ m}$

Resumen de Datos:

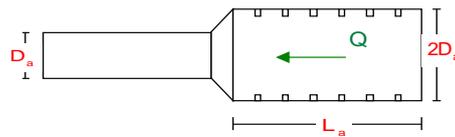
- A= 10.00 cm
- B= 2.50 cm
- C= 30.00 cm
- D= 10.00 cm
- E= 40.00 cm

Hallamos la altura total: $H_t = A + B + H + D + E$

$$H_t = 0.93 \text{ m}$$

Altura Asumida: $H_t = 1.00 \text{ m}$

4) Dimensionamiento de la Canastilla:



Diámetro de la Canastilla

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción:

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

$$D_{canastilla} = 2 \text{ pulg}$$

Longitud de la Canastilla

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3Da y menor que 6Da:

$$L = 3 \times 1.0 = 3 \text{ pulg} = 7.62 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 1.0 = 6 \text{ pulg} = 15.2 \text{ cm}$$

$$L_{canastilla} = 15.0 \text{ cm} \quad \text{¡OK!}$$

Siendo las medidas de las ranuras: ancho de la ranura= 5 mm (medida recomendada)
 largo de la ranura= 7 mm (medida recomendada)

Siendo el área de la ranura: $A_r = 35 \text{ mm}^2 = 0.0000350 \text{ m}^2$

Debemos determinar el área total de las ranuras (A_{TOTAL}):

$$A_{TOTAL} = 2A_r$$

Siendo: Área sección Tubería de salida: $A_s = 0.0020268 \text{ m}^2$

$$A_{TOTAL} = 0.0040537 \text{ m}^2$$

El valor de A_{total} debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g)

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

Donde: Diámetro de la granada: $D_g = 2 \text{ pulg} = 5.08 \text{ cm}$
 $L = 15.0 \text{ cm}$

$$A_g = 0.0119695 \text{ m}^2$$

Por consiguiente: $A_{TOTAL} < A_g$ **OK!**

Determinar el número de ranuras:

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

Número de ranuras : 115 ranuras

5) Cálculo de Rebose y Limpia:

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{max} = 0.89 \text{ l/s}$
 Pérdida de carga unitaria en m/m: $h_f = 0.015 \text{ m/m}$ (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose: $D_R = 1.64 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial: **$D_R = 1.5 \text{ pulg}$**

Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{max} = 0.89 \text{ l/s}$
 Pérdida de carga unitaria en m/m: $h_f = 0.015 \text{ m/m}$ (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia: $D_L = 1.64 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial: **$D_L = 1.5 \text{ pulg}$**

Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera

Gasto Máximo de la Fuente: 0.89 l/s

Gasto Mínimo de la Fuente: 0.65 l/s

Gasto Máximo Diario: 0.50 l/s

1) Determinación del ancho de la pantalla:

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): 2.0 pulg

Número de orificios: 2 orificios

Ancho de la pantalla: 0.90 m

2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

$$L = 1.24 \text{ m}$$

3) Altura de la cámara húmeda:

$$H_t = 1.00 \text{ m}$$

Tubería de salida= 1.00 plg

4) Dimensionamiento de la Canastilla:

Diámetro de la Canastilla 2 pulg

Longitud de la Canastilla 15.0 cm

Número de ranuras : 115 ranuras

5) Cálculo de Rebose y Limpia:

Tubería de Rebose 1.5 pulg

MEMORIA DE CÁLCULO HIDRAULICO DE RESERVORIO

POBLACION	LOTES	FUENTE	POBLACIÓN
CHAUCHARA	45	PROPIA	225
TOTAL	45	Habitantes	225

Población 2021 : 225.00 habitantes

A.- CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es el analítico y con mas frecuencia el de crecimiento aritmético. Para lo cual se usa la siguiente expresión.

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{100} \right)$$

Donde: Pf = Población futura
Pa = Población actual
r = Coeficiente de crecimiento anual por cien hab.
t = Tiempo en años (periodo de diseño)

A.1.- PERIODO DE DISEÑO

KI

Es el tiempo en el cual el sistema sera 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la insistencia física de las instalaciones.

CUADRO 01.01 Periodo de diseño recomendado para poblaciones rurales	
COMPONENTE	PERIODO DE DISEÑO
Obras de captación	20 años
Conduccion	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Red principal	20 años
Red secundaria	10 años

CUADRO 01.02 Periodo de diseño recomendado según la población	
POBLACIÓN	PERIODO DE DISEÑO
2,000 - 20,000	15 años
Mas de 20,000	10 años

Nota.- Para proyectos de agua potable en el medio rural las Normas del Ministerio de Salud recomienda un periodo de diseño de 20 años para todo los componetes

De la concideracion anterior se asume el periodo de diseño:

t = 20 años

A.2.- COEFICIENTE DE CRECIMIENTO ANUAL (r)

NOTA : Según el perfil aprobado adopta una tasa de crecimiento poblacional , Siendo este dato utilizado el método analítico

AÑO	Pa	t	P=Pa-Pa	Pa*t	r=P/(Pa*t)	r*t
1940	186	21	6	3906	0.0015361	0.03
1961	192	11	8	2112	0.00378788	0.04
1972	200	9	5	1800	0.00277778	0.03
1981	205	12	1805	2460	0.73373984	8.80
1993	2010	14	5	28140	0.00017768	0.00
2007	2015	10	-1795	20150	-0.08908189	-0.89
2017	220					
TOTAL		77			TOTAL	8.02

$$r = \frac{\text{Total } r \times t}{\text{Total } t}$$

r= 0.104

r= 0.80

Coeficiente "r=15 por cada 1000 habitantes" según INEI

r = 0.80 %

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{rt}{1000} \right)$$



P 2018 = 225.00 hab.

P 2038 = 229 hab.

B.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

B.1.- DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Mientras no exista un estudio de consumo, podrá tomarse los siguientes valores guías, teniendo en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos y costumbres, y niveles de servicio a alcanzar

Para centros poblados sin proyección de servicios	
REGION	DOTACIÓN
	(l/hab/día)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

También: Para sistemas de abastecimiento Indirecto (Piletas Públicas):

$$D = 30 - 50 \text{ lt / hab. / día}$$

Demanda de dotación asumido:



$$D = 50 \quad (\text{l/hab/día})$$

B.2.- VARIACIONES PERIODICAS

CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

Se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, y se determina mediante la expresión:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$

Donde: Q_m = Consumo promedio diario (l / s)
 P_f = Población futura
 D = Dotación (l / hab / día)

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400}$$



$$Q_m = 0.13 \quad (\text{l / s})$$

CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Qmd) Y HORARIO (Qmh)

Se definen como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año, y la hora de máximo consumo del día de máximo consumo respectivamente.

$$Q_{md} = k_1 Q_m ; Q_{mh} = k_2 Q_m$$

Donde:

Q_m = Consumo promedio diario (l / s)
 Q_{md} = Consumo máximo diario (l / s)
 Q_{mh} = Consumo máximo horario (l / s)
 K_1, K_2 = Coeficientes de variación

El valor de K_1 para pob. rurales varía entre 1.2 y 1.5; y los valores de k_2 varían desde 1 hasta 4. (dependiendo de la población de diseño y de la región)

Valores recomendados y más utilizados son:

$$K_1 = 1.3$$

$$K_2 = 2.0$$

$$Q_{md} = k_1 Q_m$$



$$Q_{md} = 0.17 \quad (\text{l / s}) \text{ Demanda de agua}$$

o
o o

$$Q_{mh} = k_2 Q_m$$



$$Q_{mh} = 0.26 \quad (\text{l / s})$$

DEMANDA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

CÁLCULOS JUSTIFICATORIOS PARA EL RESERVORIO

PROYECTO:

“Mejoramiento y Ampliación del sistema de Agua Potable ”

$$\mathbf{Valm = Vr + VR + Vci}$$

Donde:

Valm = Volumen de Almacenamiento

Vr = Volumen de Regulación

Vr = $Q_{md} \times 0.25 \times 86.40$

VR = Volumen de Reserva

VR = $Q_{md} \times 0.05 \times 86.4$

Vci = Volumen contra incendios

Entonces:

Vr : **3.65** **M3**

VR: **0.73** **M3**

V alm : **4.38** **M3** **5.00 M3**

VOLUMEN DEL RESERVORIO (Vtr)

$$V_{reservorio} = Qm(25 - 30)\%$$

$$Vtr = 0.25 * Qm * \frac{86400}{1000}$$

Vtr : **5.00** **M3**

*) El caudal fue aforado en época de estiage

**) El caudal que se requiere captar es el maximo diario, y éste es menor que el caudal aforado
Por lo tanto el caudal que ofrece el manantial es suficiente

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION

DATOS DE CALCULO

CAUDAL MAXIMO DIARIO :

.50 Lit./Seg.

COEFICIENTE C :

(R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC)

Entonces sera de :

Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo or tramo), para de esta forma poder verificar las presiones existentes en cada punto, de acuerdo a los criterios establecidos por Hazen y Williams, presentados en el siguiente cuadro:

DISTANCIA HORIZONTAL (Km + m)	NIVEL DINAMICO - COTA - (m.s.n.m.)	LONG. DE TUBERIA (m)	PENDIEN TE (m/m)	CAUDAL (m³/Seg.)	DIAMETRO CALCULADO (mm)	DIAMETRO ASUMIDO (mm)	VELOCIDAD CALCULADA → (m/Seg.)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/Km)	H_f ACUMULADA → (m)	ALTURA PIESOMETR. - COTA - (m.s.n.m.)	PRESION (m) ↑
00 Km + 000.00 m	3,511.00	0.00		0.001						3,512.300	1.300
00 Km + 150.00 m	3,460.00	150.00	0.340	0.001	16.778	25	2.262 m/Seg.	7.311	7.311	3,504.989	45.0
00 Km + 226.00 m	3,445.00	76.00	0.197	0.001	18.760	25	1.809 m/Seg.	3.704	11.016	3,493.973	49

N.-. LINEA DE ADUCCION Y RED DISTRIBUCIÓN (TUBERIA PVC)															
COTA DE TERRENO			<3m/s									COTA PIEZOM.			>10,<50
TRAMO	INICIAL	FINAL	LONG.	VIV. ALIMENTADA	Qmd20	hf	D	D Comerc.	D Comerc.	V	Hf Tramo	INICIAL	FINAL	PRESION	Descripcion del tramo
	(msnm)	(msnm)	(m)	(UN)	(lts./s.)	(m/m.)	(pulg.)	(pulg.)	(mm)	(m/s.)	(m.)	(msnm)	(msnm)	(m.)	
RED DE DISTRIBUCIÓN															
ESERVORIO - CD	3385.50	3381.20	128.55	227	3.254	0.033450	2.27	2 1/2	73	1.027	2.439	3385.50	3383.06	11.9	Nuevo
CD - A	3381.50	3376.20	223.80	179	2.566	0.023682	2.23	2	60	1.266	8.102	3383.06	3374.96	9.2	Nuevo
A - B	3377.50	3371.20	178.82	84	1.204	0.035231	1.54	2	60	0.594	1.597	3374.96	3373.36	16.2	Nuevo
B - C	3373.50	3366.20	23.83	1	0.014	0.306337	0.18	1	33	0.628	0.002	3373.36	3373.36	22.2	Nuevo
C - CRP1	3369.50	3361.20	7.67	78	1.118	1.082138	0.73	1 1/2	48	0.981	0.242	3373.36	3373.12	11.9	Nuevo
CRP1 -D	3365.50	3356.20	81.78	78	1.118	0.113720	1.17	1 1/2	48	0.981	2.582	3365.50	3362.92	10.7	Nuevo
D - F	3361.50	3351.20	22.67	7	0.100	0.454345	0.35	1	33	0.798	0.059	3362.92	3362.86	11.7	Nuevo
F - G	3357.50	3346.20	72.40	2	0.029	0.156077	0.27	1	33	0.657	0.019	3362.86	3362.84	16.6	Nuevo
G- H	3353.50	3341.20	78.51	4	0.057	0.156668	0.35	1	33	0.113	0.073	3362.86	3362.79	21.6	Nuevo

Anexo 4: Levantamiento topográfico

PUNTO N°	COORDENADAS		COTA	OBSERVACIONES
	ESTE	NORTE		
1	8 56.217	78 03.193	3511 m	CAPT I
2	8 56.220	78 03.195	3509 m	LN
3	8 56.227	78 03.195	3504 m	LN
4	8 56.233	78 03.199	3502 m	LN
5	8 56.241	78 03.200	3498 m	LN
6	8 56.252	78 03.205	3496 m	LN
7	8 56.265	78 03.210	3494 m	LN
8	8 56.273	78 03.213	3492 m	LN
9	8 56.279	78 03.215	3492 m	LN
10	8 56.288	78 03.219	3491 m	LN
11	8 56.296	78 03.221	3489 m	LN
12	8 56.304	78 03.223	3489 m	LN
13	8 56.313	78 03.227	3490 m	LN
14	8 56.320	78 03.229	3490 m	LN
15	8 56.327	78 03.232	3491 m	LN
16	8 56.337	78 03.237	3494 m	LN
17	8 56.344	78 03.240	3494 m	LN
18	8 56.349	78 03.242	3495 m	LN
19	8 56.358	78 03.245	3496 m	LN
20	8 56.366	78 03.249	3498 m	LN
21	8 56.371	78 03.251	3498 m	LN
22	8 56.378	78 03.253	3496 m	LN
23	8 56.382	78 03.255	3495 m	LN
24	8 56.389	78 03.258	3493 m	LN
25	8 56.396	78 03.260	3490 m	LN
26	8 56.402	78 03.263	3488 m	LN
27	8 56.410	78 03.266	3489 m	LN
28	8 56.414	78 03.268	3489 m	LN
29	8 56.421	78 03.271	3489 m	LN
30	8 56.427	78 03.274	3489 m	LN
31	8 56.432	78 03.276	3489 m	LN
32	8 56.438	78 03.279	3489 m	LN
33	8 56.446	78 03.282	3490 m	LN
34	8 56.451	78 03.285	3489 m	LN
35	8 56.458	78 03.288	3488 m	LN
36	8 56.463	78 03.290	3487 m	LN
37	8 56.470	78 03.294	3486 m	LN
38	8 56.477	78 03.296	3485 m	LN
39	8 56.482	78 03.299	3485 m	LN
40	8 56.487	78 03.302	3482 m	LN
41	8 56.492	78 03.304	3480 m	LN
42	8 56.497	78 03.307	3476 m	LN
43	8 56.502	78 03.309	3474 m	LN
44	8 56.506	78 03.312	3471 m	LN

45	8 56.511	78 03.313	3469 m	ESQ
46	8 56.514	78 03.315	3467 m	TN
47	8 56.519	78 03.316	3465 m	TN
48	8 56.525	78 03.318	3463 m	TN
49	8 56.528	78 03.322	3459 m	TN
50	8 56.532	78 03.323	3458 m	TN
51	8 56.535	78 03.325	3456 m	V
52	8 56.540	78 03.326	3453 m	TN
53	8 56.545	78 03.328	3451 m	TN
54	8 56.548	78 03.329	3450 m	TN
55	8 56.556	78 03.331	3448 m	TN
56	8 56.561	78 03.332	3447 m	TN
57	8 56.567	78 03.334	3445 m	TN
58	8 56.572	78 03.335	3443 m	TN
59	8 56.580	78 03.337	3442 m	TN
60	8 56.586	78 03.339	3440 m	TN
61	8 56.590	78 03.341	3437 m	TN
62	8 56.593	78 03.343	3435 m	TN
63	8 56.597	78 03.345	3434 m	TN
64	8 56.601	78 03.349	3431 m	TN
65	8 56.606	78 03.349	3431 m	TN
66	8 56.612	78 03.353	3429 m	TN
67	8 56.616	78 03.356	3427 m	TN
68	8 56.620	78 03.357	3426 m	V
69	8 56.624	78 03.360	3424 m	TN
70	8 56.630	78 03.362	3423 m	TN
71	8 56.637	78 03.364	3424 m	TN
72	8 56.641	78 03.366	3422 m	V
73	8 56.644	78 03.367	3421 m	TN
74	8 56.650	78 03.370	3421 m	TN
75	8 56.659	78 03.371	3420 m	TN
76	8 56.661	78 03.375	3417 m	TN
77	8 56.667	78 03.376	3416 m	V
78	8 56.673	78 03.378	3416 m	TN
79	8 56.678	78 03.378	3416 m	TN
80	8 56.682	78 03.380	3415 m	TN
81	8 56.687	78 03.381	3415 m	TN
82	8 56.693	78 03.383	3415 m	TN
83	8 56.697	78 03.384	3415 m	TN
84	8 56.700	78 03.385	3415 m	TN
85	8 56.706	78 03.388	3411 m	TN
86	8 56.710	78 03.391	3409 m	TN
87	8 56.713	78 03.393	3407 m	V
88	8 56.717	78 03.396	3405 m	TN
89	8 56.719	78 03.396	3405 m	TN
90	8 56.722	78 03.400	3404 m	TN
91	8 56.725	78 03.403	3401 m	TN

92	8 56.730	78 03.405	3399 m	TN
93	8 56.734	78 03.409	3396 m	TN
94	8 56.737	78 03.411	3394 m	TN
95	8 56.738	78 03.413	3392 m	TN
96	8 56.742	78 03.414	3391 m	TN
97	8 56.744	78 03.416	3390 m	TN
98	8 56.747	78 03.417	3389 m	TN
99	8 56.751	78 03.420	3387 m	V
100	8 56.753	78 03.421	3384 m	TN
101	8 56.757	78 03.423	3381 m	TN
102	8 56.760	78 03.426	3377 m	TN
103	8 56.762	78 03.428	3374 m	TN
104	8 56.765	78 03.431	3371 m	V
105	8 56.770	78 03.434	3367 m	TN
106	8 56.773	78 03.436	3365 m	TN
107	8 56.776	78 03.439	3363 m	TN
108	8 56.779	78 03.440	3362 m	TN
109	8 56.782	78 03.442	3360 m	TN
110	8 56.785	78 03.444	3359 m	V
111	8 56.789	78 03.447	3358 m	TN
112	8 56.791	78 03.449	3357 m	TN
113	8 56.794	78 03.450	3356 m	TN
114	8 56.796	78 03.452	3355 m	TN
115	8 56.801	78 03.455	3352 m	TN
116	8 56.804	78 03.458	3348 m	TN
117	8 56.808	78 03.460	3343 m	TN
118	8 56.810	78 03.461	3341 m	TN
119	8 56.812	78 03.463	3338 m	V
120	8 56.817	78 03.465	3334 m	TN
121	8 56.821	78 03.468	3331 m	TN
122	8 56.824	78 03.471	3328 m	TN
123	8 56.827	78 03.474	3326 m	V
124	8 56.831	78 03.478	3324 m	TN
125	8 56.835	78 03.481	3322 m	TN
126	8 56.838	78 03.483	3321 m	TN
127	8 56.840	78 03.484	3320 m	V
128	8 56.842	78 03.487	3320 m	TN
129	8 56.845	78 03.489	3320 m	TN
130	8 56.848	78 03.491	3320 m	TN
131	8 56.851	78 03.494	3320 m	TN
132	8 56.853	78 03.496	3319 m	TN
133	8 56.856	78 03.499	3319 m	TN
134	8 56.857	78 03.501	3318 m	TN
135	8 56.859	78 03.505	3315 m	TN
136	8 56.859	78 03.506	3315 m	V
137	8 56.863	78 03.516	3310 m	TN
138	8 56.864	78 03.517	3309 m	TN

139	8 56.869	78 03.522	3307 m	TN
140	8 56.873	78 03.524	3306 m	V
141	8 56.875	78 03.526	3305 m	TN
142	8 56.879	78 03.529	3305 m	TN
143	8 56.881	78 03.532	3305 m	V
144	8 56.885	78 03.534	3305 m	TN
145	8 56.888	78 03.537	3305 m	TN
146	8 56.891	78 03.540	3306 m	TN
147	8 56.895	78 03.543	3307 m	TN
148	8 56.898	78 03.546	3308 m	TN
149	8 56.901	78 03.547	3309 m	TN
150	8 56.904	78 03.549	3308 m	TN
151	8 56.908	78 03.552	3306 m	TN
152	8 56.912	78 03.555	3303 m	TN
153	8 56.915	78 03.558	3301 m	TN
154	8 56.919	78 03.562	3299 m	TN
155	8 56.922	78 03.565	3297 m	TN
156	8 56.924	78 03.567	3296 m	TN
157	8 56.928	78 03.568	3296 m	TN
158	8 56.931	78 03.570	3295 m	TN
159	8 56.933	78 03.572	3294 m	TN
160	8 56.938	78 03.575	3294 m	TN
161	8 56.941	78 03.577	3294 m	TN
162	8 56.943	78 03.581	3294 m	TN
163	8 56.948	78 03.584	3294 m	TN
164	8 56.950	78 03.587	3294 m	TN
165	8 56.952	78 03.588	3294 m	TN
166	8 56.956	78 03.590	3293 m	TN
167	8 56.958	78 03.593	3293 m	TN
168	8 56.961	78 03.595	3293 m	TN
169	8 56.963	78 03.597	3293 m	TN
170	8 56.967	78 03.598	3293 m	TN
171	8 56.969	78 03.601	3293 m	TN
172	8 56.973	78 03.603	3292 m	TN
173	8 56.976	78 03.606	3290 m	TN
174	8 56.978	78 03.609	3289 m	TN
175	8 56.981	78 03.611	3288 m	TN
176	8 56.985	78 03.613	3287 m	TN
177	8 56.987	78 03.616	3286 m	TN
178	8 56.990	78 03.618	3286 m	TN
179	8 56.994	78 03.620	3285 m	TN
180	8 56.996	78 03.623	3284 m	TN
181	8 56.998	78 03.625	3284 m	TN
182	8 57.002	78 03.627	3283 m	TN
183	8 57.006	78 03.629	3281 m	TN
184	8 57.011	78 03.631	3280 m	TN
185	8 57.015	78 03.632	3278 m	TN

186	8 57.019	78 03.634	3278 m	TN
187	8 57.021	78 03.635	3277 m	TN
188	8 57.024	78 03.636	3276 m	TN
189	8 57.026	78 03.637	3276 m	TN
190	8 57.029	78 03.639	3275 m	TN
191	8 57.033	78 03.640	3275 m	TN
192	8 57.036	78 03.643	3274 m	TN
193	8 57.037	78 03.645	3274 m	TN
194	8 57.039	78 03.648	3274 m	TN
195	8 57.040	78 03.649	3275 m	TN
196	8 57.034	78 03.651	3274 m	TN
197	8 57.026	78 03.653	3274 m	TN
198	8 57.022	78 03.653	3274 m	TN
199	8 57.015	78 03.651	3275 m	TN
200	8 57.012	78 03.649	3276 m	TN
201	8 57.011	78 03.648	3277 m	TN
202	8 57.012	78 03.646	3277 m	TN

Anexo 6: Panel Fotográfico



Fotografía 01: viviendas del caserío Chauchara



Fotografía 02: encuesta aplicada a moradora del caserío Chauchara



Fotografía 03: fuente de abastecimiento actual colapsado



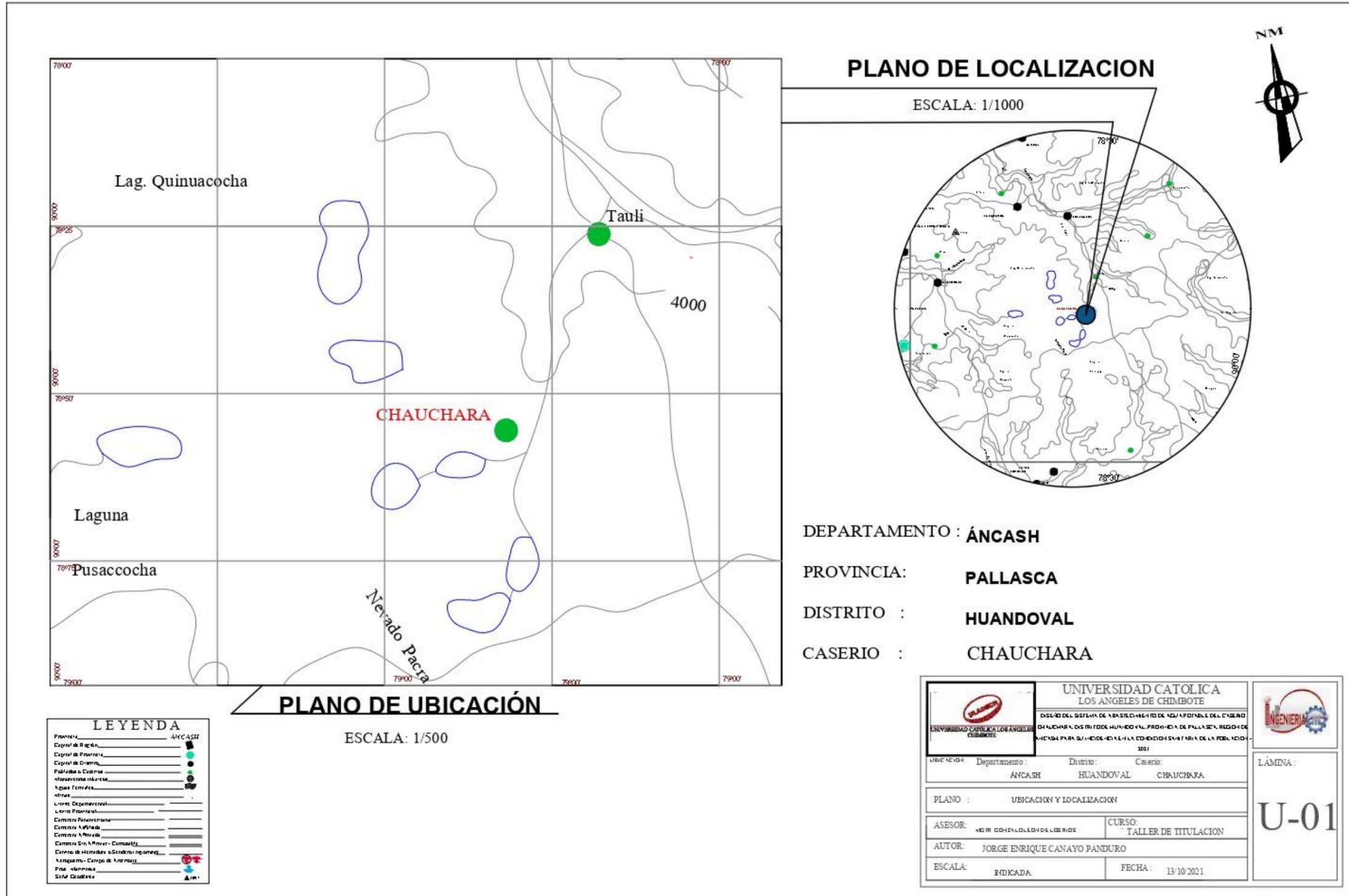
Fotografía 04: ubicación del reservorio proyectado de almacenamiento de agua potable



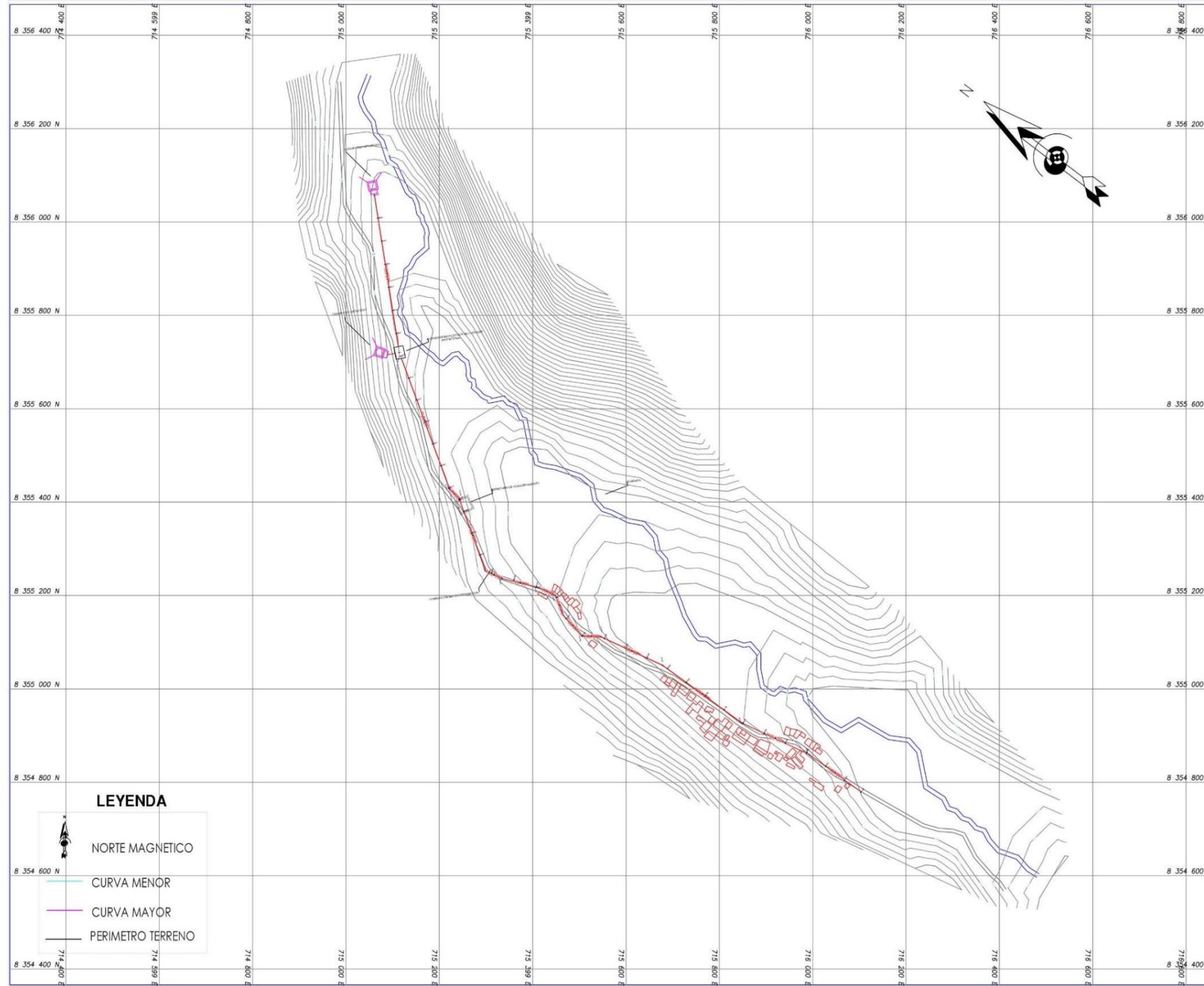
Fotografía 05: representantes legales del caserío Chauchara

Anexo 7: Planos arquitectónicos y estructurales

Plano 1 plano de ubicación y localización



Plano 3 topografía del centro poblado



LEYENDA

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	NORTE MAGNETICO
	VIVIENDAS
	CURVAS MAYORES
	CURVAS MENORES
	CARRETERA
	LINEA DE TERRENO
	TUBERIA ENTERRADA

PUNTO Nº	COORDENADAS		COTA	OBSERVACIONES
	ESTE	NORTE		
1	8 56.217	78 03.193	3511 m	CAPT I
2	8 56.220	78 03.195	3509 m	LN
3	8 56.227	78 03.195	3504 m	LN
4	8 56.233	78 03.199	3502 m	LN
5	8 56.241	78 03.200	3498 m	LN
6	8 56.252	78 03.205	3496 m	LN
7	8 56.265	78 03.210	3494 m	LN
8	8 56.273	78 03.213	3492 m	LN
9	8 56.279	78 03.215	3492 m	LN
10	8 56.288	78 03.219	3491 m	LN
11	8 56.296	78 03.221	3489 m	LN
12	8 56.304	78 03.223	3489 m	LN
13	8 56.313	78 03.227	3490 m	LN
14	8 56.320	78 03.229	3490 m	LN
15	8 56.327	78 03.232	3491 m	LN
16	8 56.337	78 03.237	3494 m	LN
17	8 56.344	78 03.240	3494 m	LN
18	8 56.349	78 03.242	3495 m	LN
19	8 56.358	78 03.245	3496 m	LN
20	8 56.366	78 03.249	3498 m	LN
21	8 56.371	78 03.251	3498 m	LN
22	8 56.378	78 03.253	3496 m	LN
23	8 56.382	78 03.255	3495 m	LN
24	8 56.389	78 03.258	3493 m	LN
25	8 56.396	78 03.260	3490 m	LN

UNIVERSIDAD CATOLICA
LOS ANGELES DE CHIMBOTE

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO CHAUCHARA, DISTRITO DE HUANDOVAL, PROVINCIA DE PALLASCA, REGION DE ANCASH PARA SU INCIDENCIA EN LA COBERTURA SANITARIA DE LA POBLACION - 2012

UBICACION: Departamento: ANCASH, Distrito: HUANDOVAL, Caserio: EL CHAUCHARA

PLANO: TOPOGRAFICO

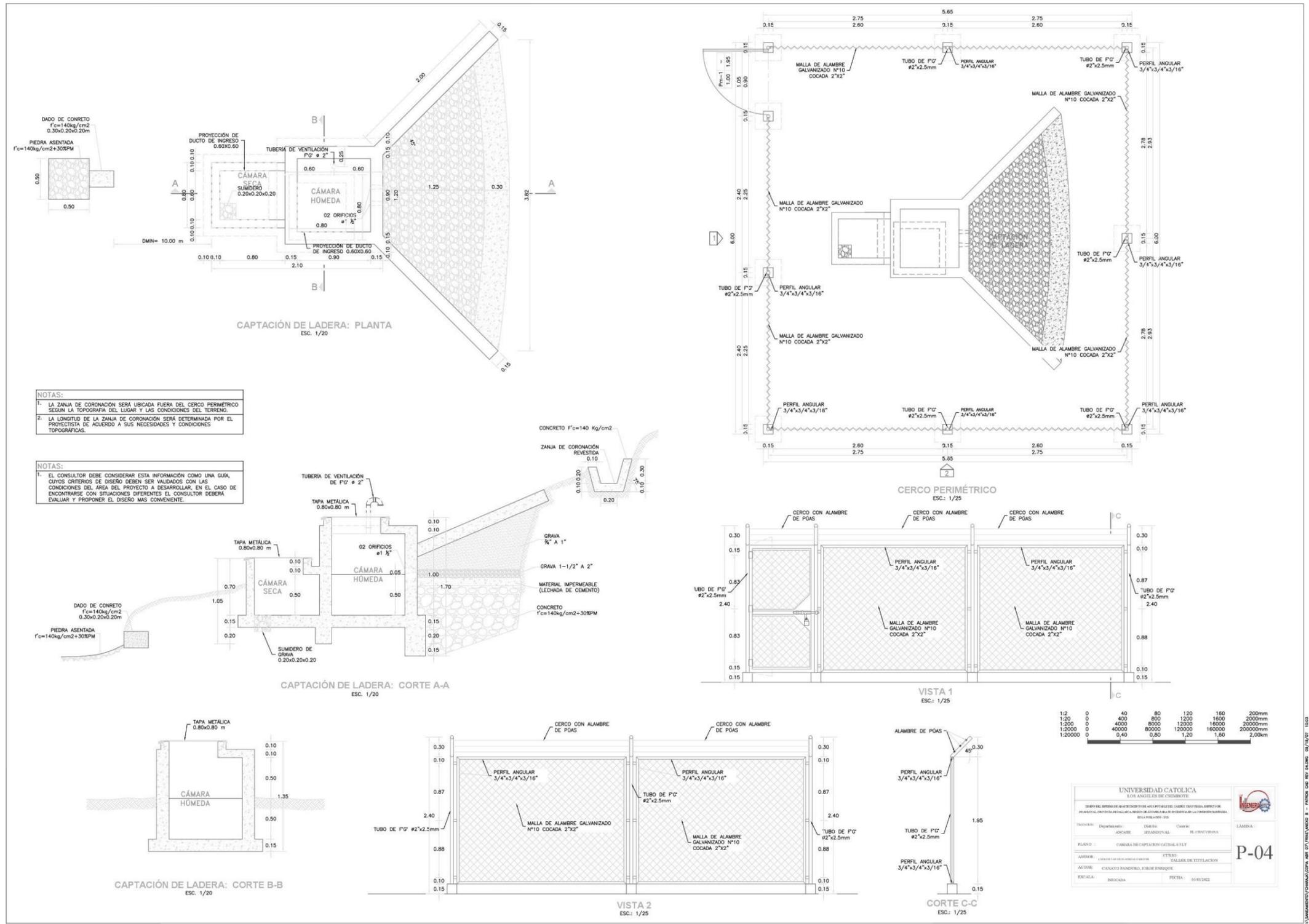
ASESOR: LEON DE LOS RIOS OSCAR LOPEZ, CURSO: TALLER DE TITULACION

AUTOR: CANAYO PANDURO, JORGE ENRIQUE

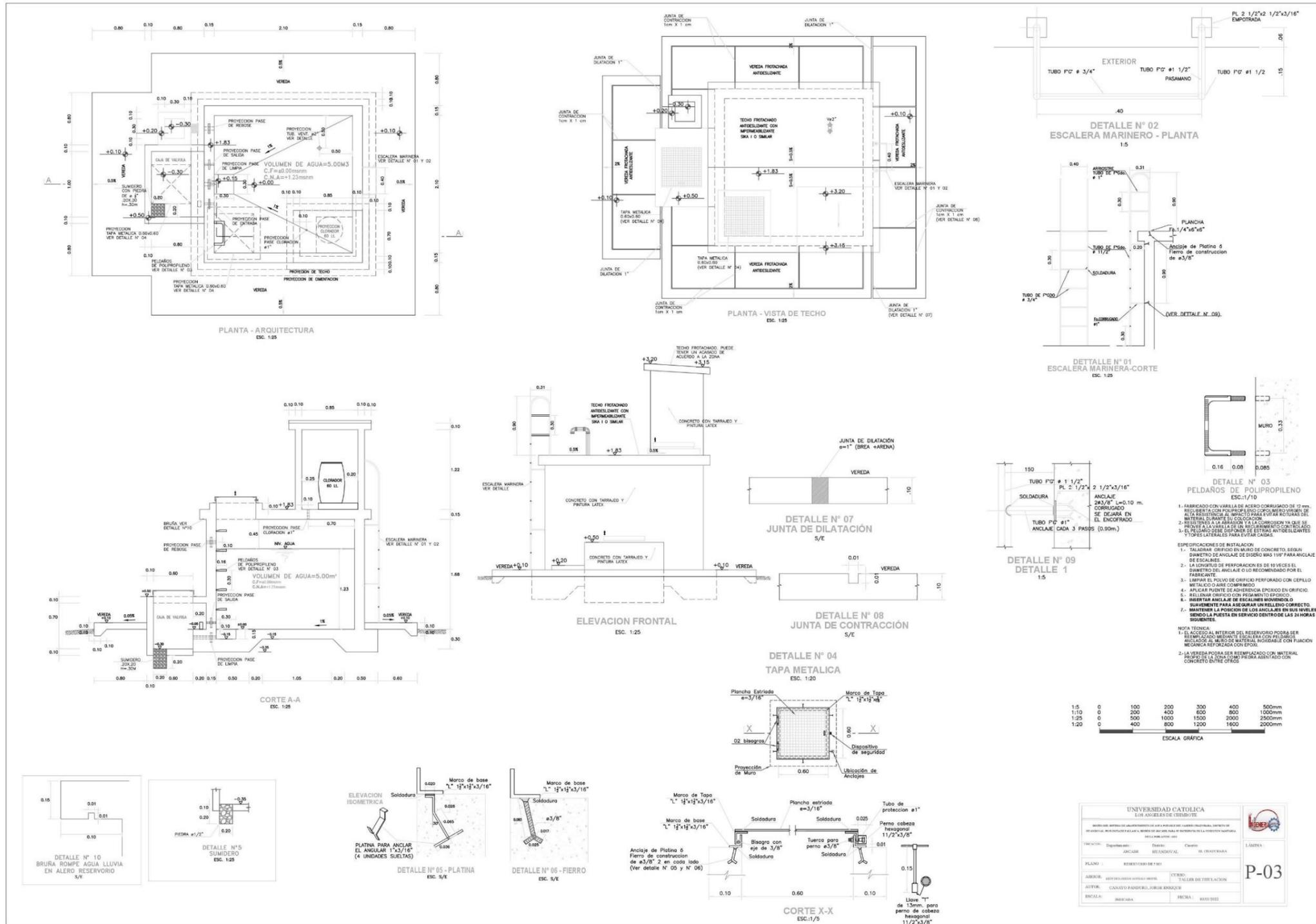
ESCALA: INDICADA, FECHA: 03/01/2012

LAMINA: **P-02**

Plano 5 diseño de la cámara de captación



Plano 9 diseño del reservorio de almacenamiento



Plano 11 plano de la cámara rompe presión tipo 6

