



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE DEL CASERÍO CUALUTO, 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  
INGENIERA CIVIL**

**AUTORA:**

ALMONACID HINOSTROZA, ROCIO ELIZABETH

ORCID 0000-0003-1222-0687

**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 Cualuto, 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**

Almonacid Hinostroza, Rocio Elizabeth

ORCID 0000-0003-1222-0687

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  
Ciencia e 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 haberme permitido  
cumplir una de mis metas,  
dándome salud y bienestar.

**A mi familia** quienes tuvieron la  
gentileza de brindarme su apoyo.

**A mis docentes** “Sus palabras  
fueron sabias, sus conocimientos  
rigurosos y precisos, a ustedes  
mis profesores queridos, les debo  
mis conocimientos. y  
tolerancia.”

## **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

Esta tesis ha sido desarrollada bajo la Área de investigación: de recursos hídricos, de la escuela profesional de Ingeniería civil de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. La investigación tuvo como **objetivo** desarrollar El Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cualuto 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 Cualuto; mejorará la condición sanitaria de la población - 2021? Se usó la **metodología** cualitativa, de diseño no experimental, de tipo descriptiva. En los **resultados** de la investigación se obtuvo para el primer objetivo 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 1.35 lt /seg, una línea de conducción con 959 ml de tubería pvc clase 10 con una cámara rompe presión tipo 6, un reservorio de almacenamiento de 10 m<sup>3</sup> 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 0.0020 lt/seg/persona. Al finalizar se **concluye** que El Diseño incidirá de manera positiva en a la condición sanitaria de la población del caserío Cualuto 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**

This thesis has been developed under the Research Area: Water Resources, of the Professional School of Civil Engineering of the Los Ángeles de Chimbote Catholic University. The objective of the research was to develop the design of the potable water supply system of the Cualuto village and its impact on the sanitary condition of the population. It was proposed as the problem statement, ¿The design of the drinking water supply system of the Cualuto village; will improve the health condition of the population - 2021? The qualitative, non-experimental design, descriptive methodology was used. In the results of the research, for the first objective, a gravity drinking water system was obtained with the alternative of the SA - 03 system that includes a concentrated catchment chamber with a flow of 1.35 lt / sec, a conduction line with 959 ml of class 10 pvc pipe with a type 6 break pressure chamber, a 10 m<sup>3</sup> storage reservoir capable of meeting the future demand for drinking water, for the adduction line and distribution network they were designed based on the 225 people with a unit flow of 0.0020 lt / sec / person. At the end, it is concluded that the Design will have a positive impact on the sanitary condition of the population of the Cualuto village, complying with the correct operation of the drinking water system and providing safe water with adequate chlorine levels.

**Keywords:** Pipe class, Sanitary Condition, Drinking water supply system.

## 6. Contenido

<b>1. Título del informe</b> .....	ii
<b>2. Equipo de trabajo</b> .....	iii
<b>3. Hoja de firma del jurado y asesor</b> .....	iv
<b>4. Hoja de agradecimiento y/o dedicatoria</b> .....	v
<b>5. Resumen y Abstract</b> .....	vii
<b>6. Contenido</b> .....	ix
<b>7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.</b> .....	xiii
<b>I. Introducción</b> .....	1
<b>II. Revisión de la literatura</b> .....	3
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	6
2.1.3. Antecedentes locales .....	9
2.2. Bases teóricas de la investigación .....	12
<b>2.2.1. Sistema de abastecimiento de gua</b> .....	12
A. Agua potable .....	12
B. Calidad del agua .....	12
□ Características físicas .....	13
□ Características químicas .....	13

□ Características Biológicas.....	13
a) Aforo:.....	14
b) Método volumétrico .....	14
c) Población futura.....	14
d) Método Aritmético.....	15
e) Periodo de diseño .....	15
f) Dotación de agua.....	16
g) Variaciones de consumo:.....	16
□ Consumo promedio diario anual: .....	17
□ Consumo máximo diario:.....	18
□ Consumo máximo horario.....	18
2.2.1.1. Captación:.....	19
2.2.1.2. Línea de conducción:.....	25
A. Diámetro .....	26
B. Velocidad.....	27
C. Presión .....	27
D. Cámara rompe presión.....	27
E. Válvulas de aire .....	28
F. Válvula de purga.....	28
2.2.1.3. Reservorio de Almacenamiento: .....	28
a) Tipos de reservorio:.....	29

2.2.1.4. Línea de Aducción:.....	30
G. Diámetro .....	31
H. Velocidad.....	31
I. Presión .....	32
J. Cámara rompe presión .....	32
K. Válvulas de aire .....	33
L. Válvula de purga.....	33
2.2.1.5. Redes de distribución:.....	33
a) Tipos de redes de distribución.....	33
<b>2.2.2. Condiciones Sanitarias.....</b>	<b>35</b>
a) Cobertura .....	35
b) Cantidad.....	36
c) Continuidad .....	36
d) Calidad del agua.....	36
<b>III. Hipótesis.....</b>	<b>37</b>
<b>IV. Metodología .....</b>	<b>38</b>
4.1. Diseño de la investigación.....	38
4.2. Población y muestra .....	39
4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores .....	40
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	41
3.1.1. Técnica de recolección de datos .....	41

3.4.2. Instrumento de recolección de datos.....	41
4.5. Plan de análisis.....	42
4.6. Matriz de consistencia.....	44
4.7. Principios éticos.....	45
a. Ética en la recolección de datos.....	45
b. Ética para el inicio de la evaluación.....	45
c. Ética en la solución de resultados.....	45
d. Ética para la solución de análisis.....	45
e. Responsabilidad Social.....	45
f. Respeto a la propiedad intelectual.....	46
g. Protección al medio ambiente.....	46
<b>V. Resultados.....</b>	<b>47</b>
<b>5.1. Resultados.....</b>	<b>47</b>
<b>5.2. Análisis de resultados.....</b>	<b>59</b>
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>63</b>
<b>Aspectos complementarios.....</b>	<b>64</b>
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>65</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>70</b>

## 7. Índice de gráficos, tablas y cuadros.

### Tablas

Tabla 1 Periodos de diseño .....	16
Tabla 2 Dotación por región .....	16
Tabla 3 Definición y operalización de variables.....	40
Tabla 4 Matriz de consistencia.....	44
Tabla 5 preguntas para establecer el sistema de abastecimiento de agua potable .....	48
Tabla 7 Diseño de la captación del sistema de abastecimiento de agua potable .....	49
Tabla 8 Calculo de la línea de conducción .....	51
Tabla 9 Diseño del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable .....	52
Tabla 10 Calculo de la línea de aducción .....	53
Tabla 11 cálculo de la red de distribución .....	54

## **Gráficos**

Gráfico 1 cuantas horas al día tiene agua.....	55
Gráfico 2 Cuántos días a la semana tiene agua potable? .....	56
Gráfico 3 Cuántos meses al año tiene agua potable.....	56
Gráfico 4 Usted sabe de dónde viene el agua que llega a su hogar .....	57
Gráfico 5 Hierve el agua antes de consumirla?.....	58

## **Imágenes**

Figura 1 Agua potable.....	12
Figura 2 Método volumétrico .....	14
Figura 3 Captación de agua.....	19
Figura 4 Determinación del ancho de pantalla.....	22
Figura 5 Cálculo de la altura de la cámara húmeda .....	22
Figura 6 Dimensionamiento de la canastilla. ....	24
Figura 7 Línea de conducción.....	26
Figura 8 Cámara rompe presión tipo 6.....	28
Figura 9 Cámara rompe presión tipo 7.....	32

## I. Introducción

La investigación se realizará en el centro poblado Cualuto 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, en la actualidad 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 Cualuto, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; mejorará la condición sanitaria de la población?

Para dar solución a la problemática se planteó como **objetivo general**: desarrollar el Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cualuto, 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 Cualuto, 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 Cualuto, 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 Cualuto, 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 Cualuto, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash. El **tiempo y espacio** estuvo establecido por el caserío Cualuto, abril 2020 – diciembre 2021. 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 para el primer objetivo 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 1.35 lt /seg, una línea de conducción con 959 ml de tubería pvc clase 10 con una cámara rompe presión tipo 6, un reservorio de almacenamiento de 10 m<sup>3</sup> 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 0.01433 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) Para Alvarado <sup>1</sup>, en su trabajo de fin de titulación “Estudio y Diseño del Sistema de Agua Potable del Barrio San Vicente, Parroquia Nambacola, canto Gonzanamá” tiene como **objetivo** Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, Provincia de Loja, la cual **concluye** que la realización de este tipo de proyectos, favorece a la formación profesional del futuro Ingeniero Civil, ya que permite llevar a la práctica la teoría, adquiriendo criterio y experiencia a través del planteamiento de soluciones viables a los diferentes problemas que padecen las comunidades de nuestro país, para lo cual **recomienda** que el organismo que construya el Sistema de Agua Potable deberá aplicar estrictamente las especificaciones técnicas contenidos en este estudio, para garantizar la calidad y el buen funcionamiento del sistema y así capacitar a los beneficiarios del proyecto con temas de higiene, salud, ambiente para crear mejores condiciones de vida.

b) Como indico Aragón <sup>2</sup>, en su tesis diseño del sistema de abastecimiento de agua por gravedad y bombeo, para el caserío Xeabaj ii, aldea chiquisis, y por gravedad, para la aldea Tzamjuyub del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, departamento de Sololá. tiene como **objetivo** de realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua por gravedad y bombeo, para el caserío Xeabaj II, aldea Chiquisis, y por gravedad, para la aldea Tzamjuyub, del municipio de Santa Catarina Ixtahuacán, departamento de Sololá, **concluyo** que la construcción del proyecto del sistema de agua para el caserío Xeabaj II beneficiará a 450 habitantes actuales y, aproximadamente, a 740 habitantes al final del período de diseño, que es de 21 años. Este proyecto es de mucha importancia para el caserío, debido a que podrán contar con el servicio de agua potable todo el día, con lo cual se reducirá el riesgo de contraer enfermedades por falta de higiene. Además la ejecución de este estudio de factibilidad del sistema de agua para la aldea Tzamjuyub beneficiará con agua potable en dotaciones adecuadas y continuidad del servicio a 24 familias para los próximos 21 años; lo cual corresponde a la vida útil del proyecto. En general, la construcción de los proyectos de agua potable, impulsados por la municipalidad, mejorara tanto la calidad como el nivel de vida de los habitantes para lograr el

crecimiento y desarrollo del municipio y sus comunidades. Finalmente **recomienda** Enterrar todas las tuberías de PVC para la protección de los golpes y de los rayos solares que pueda sufrir la línea de conducción y distribución, asimismo el sistema debe ser construido con las especificaciones técnicas y detalles constructivos proyectados en planos y memorias de cálculo, presentados en este documento. Al ejecutar la obra, se recomienda además, capacitar a los miembros de la comunidad que estarán involucrados en la misma. Además Es necesario verificar que el personal que trabajará en la construcción de los sistemas de agua potable, sea calificado y si fuera posible contratar un ingeniero residente para la supervisión de estos proyectos, con el fin de que todo sea construido correctamente.

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

- a) Según Santi <sup>3</sup>, en su tesis, Sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Tutín – el Cenepa – Condorcanqui – Amazonas. El cual tiene como **objetivo**, diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable con opciones técnicas acordes a la zona en estudio, proponiendo criterios de diseño para sistemas de abastecimiento de agua similares en zonas rurales, teniendo en cuenta las normas nacionales y la experiencia de diseño. Llegando a **concluir** que el costo total de las obras civiles del sistema de abastecimiento de agua potable de centro poblado Tutín, considerando mano de obra, materiales y equipos es S/. 773,284.65; Las líneas de distribución representan el mayor costo de todas las obras civiles (32.7%). Así mismo de la evaluación económica podemos concluir que la el nuevo sistema de abastecimiento de agua potable es rentable socialmente puesto que la VAN es de S/. 594,593.62 y el TIR 19.38%. Además el autor **recomienda** mayores estudios y evaluaciones de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales como las velocidades máximas y mínimas de flujo en las tuberías y presiones; puesto que para la mayoría de zonas rurales en el Perú las viviendas de un centro poblado están muy dispersas y por ello no se ajustan al RNE. Así también buscar implementar opciones técnicas apropiadas como plantas de tratamiento de agua potable de fácil operación y mantenimiento (filtro lento de arena modificados), reservorios construidos de ferrocemento y prefabricados que facilitan su construcción o

instalación y por ende bajan el costo del proyecto; ya que, en zonas rurales generalmente no se cuenta con mano de obra calificada. Finalmente articular al desarrollo del sistema de agua potable a un programa de educación sanitaria, fortaleciendo la capacidad de organización de la población, contemplando un cobro para cubrir las labores de operación y mantenimiento; para de esta manera asegurar la sostenibilidad del sistema de agua potable.

b) Para Meza <sup>4</sup>, en su proyecto diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso tiene como **objetivo**, el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para la Comunidad Nativa de Tsoroja, perteneciente al distrito de Río Tambo, Provincia de Satipo, Departamento de Junín. El cual obtuvo como **resultados** que: El sistema convencional, con reservorio de concreto reforzado, es equivalente a un proyecto de 16.4 toneladas, para el cual el flete aéreo se valoró en S/. 179,921.51; el sistema optimizado, caso del reservorio de polietileno, es un proyecto de 13 toneladas, para el cual el flete aéreo se estimó en S/. 151,648.62; además que El monto total del proyecto supera en ambos casos la línea de corte del SNIP; el sistema convencional significa 2.03 veces, mientras que el sistema optimizado 1.87 veces. Así mismo La captación, el sistema convencional, con la obra de concreto reforzado, resulta más costosa que la obra de

mampostería del sistema optimizado, mientras que el reservorio de 9 m<sup>3</sup> de volumen del sistema convencional resulta más económico que el del sistema optimizado (diferencia de S/. 5,684.90), debido al precio del reservorio de PVC de 10 m<sup>3</sup> de volumen. También El flete representa 61.01 % del costo total del sistema convencional, mientras que 55.83 % del costo total del sistema optimizado. Por consiguiente el autor concluye que la factibilidad técnico-económica de sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en el ámbito rural de la selva del Perú, se elaboró un presupuesto por sistema; comprobándose que la mayor incidencia en costos se produce por el transporte aéreo de los materiales a la zona de la obra.

### 2.1.3. Antecedentes locales

- a) Diseño de abastecimiento de Agua Potable y el diseño de Alcantarillado de las localidades: el Calvario y Rincón de Pampa Grande del Distrito de Curgos - La Libertad, 2014

Como indico Francesca<sup>5</sup>, en su proyecto a nivel de ingeniería y su impacto ambiental, nos permite dar una solución ante un abastecimiento deficiente de agua potable, privando a la población de satisfacer sus necesidades más elementales. Para abastecer de Agua Potable, se plantea un servicio de agua potable adecuado, Instalación de Construcción e Instalación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, Implementación de una Unidad de Administración del Servicio, Capacitación al Personal Operativo y Educación Sanitaria, permitiendo mejorar la calidad de vida de los pobladores de los Caseríos de Pampa Grande y el Calvario, considerando los siguientes puntos: Sistema de Agua Potable objetivos realizar el diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades, el calvario y el rincón de pampa grande, distrito de curgos - la libertad, Realizar el Levantamiento Topográfico en la zona de Estudio, Realizar el Diseño de la Captación. Realizar el Diseño de la Línea de Conducción del Sistema de Agua Potable aplicando un software especializado (Loop), Realizar el Diseño del Reservorio, Realizar el Diseño del Sistema de Alcantarillado.

b) Según Jimbo<sup>6</sup>, en su tesis evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala, presentado en la Universidad Católica de Loja- Ecuador, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, que el objetivo general fue realizar la evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala y como objetivos específicos: Identificar el estado actual de funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable. Medir el nivel de sostenibilidad con que se gestiona el sistema de abastecimiento en función de los ejes: económico, social y ambiental. Proponer alternativas que contribuyan a mejorar el rendimiento del sistema de abastecimiento de agua. Aplica una metodología descriptiva y exploratoria. Teniendo como conclusiones que se realizó la evaluación y el diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala, mediante el levantamiento de información in situ y la valoración de la misma a través de indicadores de gestión. Los indicadores de gestión constituyen una herramienta fundamental para medir el nivel de sostenibilidad de un sistema 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 (43.3/100); se concluyó que el sistema de abastecimiento de agua

potable de la ciudad de Machala se encuentra operando con un nivel de sostenibilidad bajo.

## 2.2. Bases teóricas de la investigación

### 2.2.1. Sistema de abastecimiento de agua

Según Perez <sup>7</sup>, es aquel sistema que conduce agua para consumo humano por efectos de la gravedad, desde una captación de manantial o humedad natural ubicado en la parte alta de la localidad hacia viviendas, a través de los diferentes componentes del sistema de agua potable .

#### A. Agua potable

Según Cardenas <sup>8</sup>, se consideramos que es aquello que se puede consumir directamente sin exponer nuestra salud, debido a que tuvo que ser tratada de manera adecuada, Al no contar con acceso de agua segura, las personas que lo consumen están propensas a contraer enfermedades diarreicas agudas y parasitosis; además que los niños padecen de desnutrición infantil



Figura 1 Agua potable

#### B. Calidad del agua

“Para que se califique el agua y sea consumible se tiene que verificar los parámetros y sus límites que puede contener, para ello se deben tener en cuenta estas características”(9).

➤ Características físicas

Lopez <sup>10</sup>, son aquellas que se pueden ver, olfatear o definir a través del gusto, estos son perceptibles, prácticamente son muy simples de identificarlos, sin la necesidad de hacer estudios para saber en qué nivel se encuentra, estas características son: pH, turbidez color, olor y sabor, temperatura.

➤ Características químicas

Meza <sup>11</sup>, muchas veces los compuestos químicos son industriales o naturales, en la cual no se sabrá exactamente si nos beneficiara por la composición que puede contar, algunas de estas son, cobre, cloruro, sulfatos, nitritos, nitratos, plomo, hierro, aluminio, mercurio y fluoruro.

➤ Características Biológicas

Meza <sup>11</sup>, Los microorganismos muchas veces provienen por contaminaciones ya sean estas industriales u otra es cuando proviene del mismo suelo o por acción de la misma lluvia, en la que podemos distinguir, hongos, algas, mohos,

bacterias y levaduras.

a) Aforo:

Es la necesidad de determinar el caudal del agua obtenida de una fuente determinada

b) Método volumétrico

“Es aquel método que se aplicara para conocer el caudal, el cual se basara en conocer el volumen de recipiente con el cual trabajaremos, tomaremos el tiempo en el que es llenado el recipiente repetitivas veces”(12).

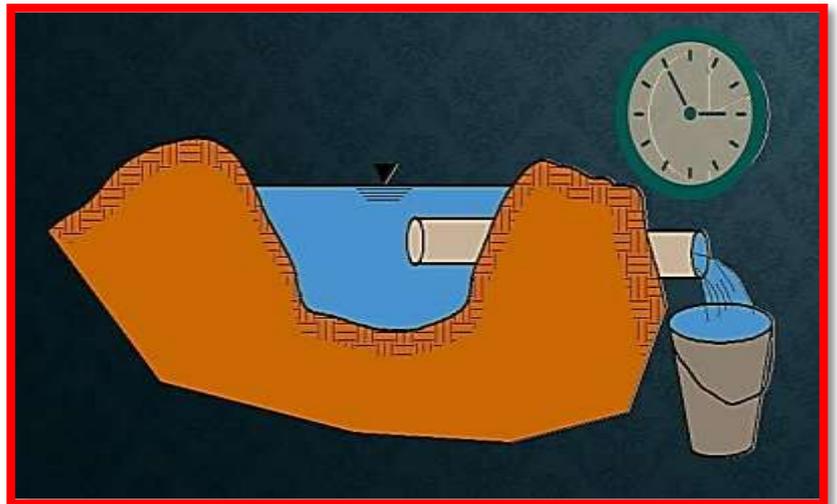


Figura 2 Método volumétrico

Fuente: Manual de medición

c) Población futura

Se refiere a la cantidad de población que se proyectara

en un tiempo de 20 años hábiles, para el diseño del sistema de agua potable

d) Método Aritmético

Este método se emplea cuando la población se encuentra en período de franco crecimiento .

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

Dónde:

- Pi: Población inicial (habitantes)
- Pf: Población futura o de diseño (habitantes)
- r: Tasa de crecimiento anual (%)
- t: Período de diseño (años)

e) Periodo de diseño

Según Garcia (13) es el tiempo de vida útil que cumple un componente del sistema de abastecimiento de agua, cumpliendo con la demanda proyectada y siendo un sistema sostenible.

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
<input checked="" type="checkbox"/> Fuente de abastecimiento	20 años
<input checked="" type="checkbox"/> Obra de captación	20 años
<input type="checkbox"/> Pozos	20 años
<input type="checkbox"/> Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
<input checked="" type="checkbox"/> Reservorio	20 años
<input checked="" type="checkbox"/> Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
<input type="checkbox"/> Estación de bombeo	20 años
<input type="checkbox"/> Equipos de bombeo	10 años
<input type="checkbox"/> Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para	10 años
<input type="checkbox"/> Zona inundable	
<input type="checkbox"/> Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Tabla 1 Periodos de diseño

Fuente: RM – 192 – 2018

f) Dotación de agua

Según Reyna <sup>14</sup>, la dotación promedio diario anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificados, sustentando en informaciones estadísticas comprobada.

REGIÓN	DOTACIÓN (l/hab./día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Tabla 2 Dotación por región

Fuente: DIGESA

g) Variaciones de consumo:

Gonzalo <sup>15</sup>, en los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de

consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada, De lo contrario se podrán considerar los siguientes coeficientes.

Máximo diario: 1,3

Máximo horario: 2.00

- Consumo promedio diario anual:

Según Lossio (16) el consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del periodo de diseño, expresada en litros por segundos (l/s) y se determina mediante la siguiente relación.

$$Q_p = \frac{Dot * P_f}{86400} \dots\dots\dots( 2 )$$

Donde:

$Q_p$  = Consumo promedio Diario(l/s)

$P_f$  = Es aquella población proveniente de un futuro

$d$  = Dotación (l/hab/día)

- Consumo máximo diario:

El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año

$$Q_{md} = Q_p * k_1 \dots\dots\dots( 3 )$$

Dónde:

- $Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s
- $Q_{md}$  : Caudal máximo diario en l/s

- Consumo máximo horario

El valor máximo tomado hora a hora representará la hora de máximo consumo de ese día, si por definición, tomamos la curva correspondiente al de máximo consumo, esa hora representará el consumo máximo horario, el cuál puede ser relacionado respecto al consumo medio. <sup>19</sup>

$$Q_{mh} = Q_p * k_2 \dots\dots\dots( 4 )$$

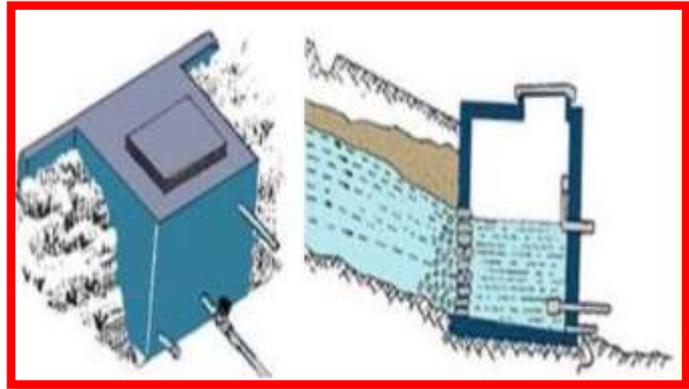
Dónde:

- $Q_p$  : Caudal promedio diario anual en l/s
- $Q_{mh}$  : Caudal máximo horario en l/s

### 2.2.1.1. Captación:

Concha <sup>17</sup>, es el lugar en donde se va a ser la captación se debe tener en cuenta que dicho lugar debe estar limpio sin ningún peligro de contaminación para el agua captada

- Criterio de diseño hidráulico



“Figura 3 Captación de agua”

Según Agüero <sup>18</sup>, 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 ( $H_f$ ).

$$h_0 = 1.56 * \frac{v_2^2}{2g} \dots\dots\dots( 5 )$$

$$H_f = H - h_0 \dots\dots\dots( 6 )$$

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:

Dónde:

$$L = \frac{Hf}{0.30} \dots\dots\dots( 7 )$$

- L : distancia afloramiento – captación

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

$$V_{2t} = Cd * \sqrt{2gH} \dots\dots\dots( 8 )$$

- Velocidad de paso asumida: V2 = 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.

$$A = \frac{Qmax}{V2 * Cd} \dots\dots\dots( 9 )$$

Dónde:

- Qmax : gasto máximo de la fuente (l/s)
- Cd: coeficiente de descarga (valores entre 0.6 a 0.8)
- g : aceleración de la gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)
- H: carga sobre el centro del orificio (valor entre 0.40m a 0.50m)

- A: área del orificio de pantalla

Por otro lado:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \dots\dots\dots( 10 )$$

Dónde:

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

Cálculo del número de orificios en la pantalla:

$$N_{orificio} = \frac{\text{Area del diametro teorico}}{\text{Area del diametro asumido}} + 1 \dots\dots( 11 )$$

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 :

$$b = 2 * 6D + N_{orificios} * D + 3D * (N_{orificios} - 1) \dots\dots( 12 )$$

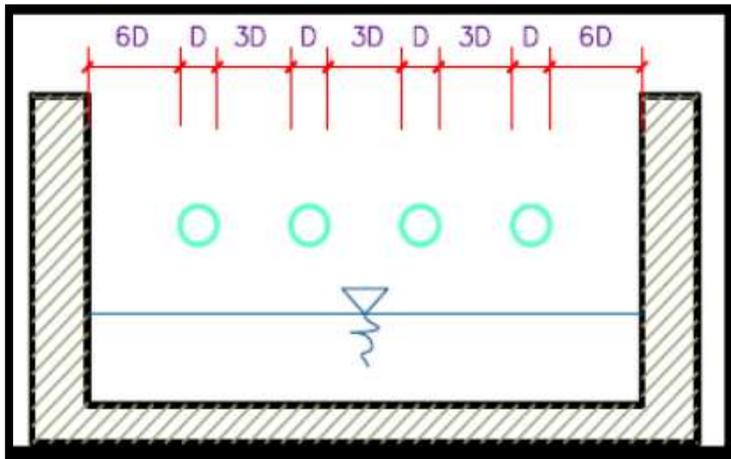


Figura 4 Determinación del ancho de pantalla

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

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

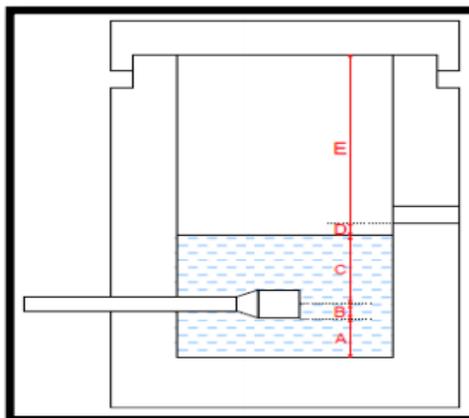


Figura 5 Cálculo de la altura de la cámara húmeda

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

$$H_t = A + B + C + D + E \dots\dots\dots(13)$$

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)

**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.

$$H = \frac{1.56 * V^2}{2G} \quad \text{ó} \quad H = \frac{1.56 * Qmd^2}{2gA^2} \quad \text{.....( 14 )}$$

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).

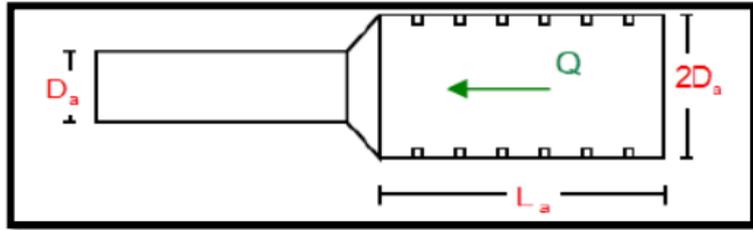


Figura 6 Dimensionamiento de la canastilla

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

$$D_{canastilla} = 2 * DC \dots\dots\dots( 15 )$$

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

$$3DC \leq L \leq 6DC \dots\dots\dots( 16 )$$

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

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

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

$$At = 2 * AC \dots\dots\dots( 17 )$$

Para determinar el número de ranuras:

$$N^{\circ}ranuras = \frac{At}{Ar} \dots\dots\dots( 18 )$$

**f) Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia:**

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

$$Dr = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \dots\dots\dots( 19 )$$

Dónde:

- Qmax: 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)

2.2.1.2. Línea de conducción:

Heriberto <sup>19</sup>.

La línea de conducción compuesta por tuberías, válvulas, obras de Partes que tienen la función de transportar el agua desde la captación hacia el reservorio, Las cuales existen casos donde el terreno por donde pasara la tubería exista un desnivel del terreno, o pase por un lugar accidentado, se encuentra contrapendiente o pendiente, para estos casos se usa los tubos

rompe cargas, válvulas de aires o válvulas de purga respectivamente.

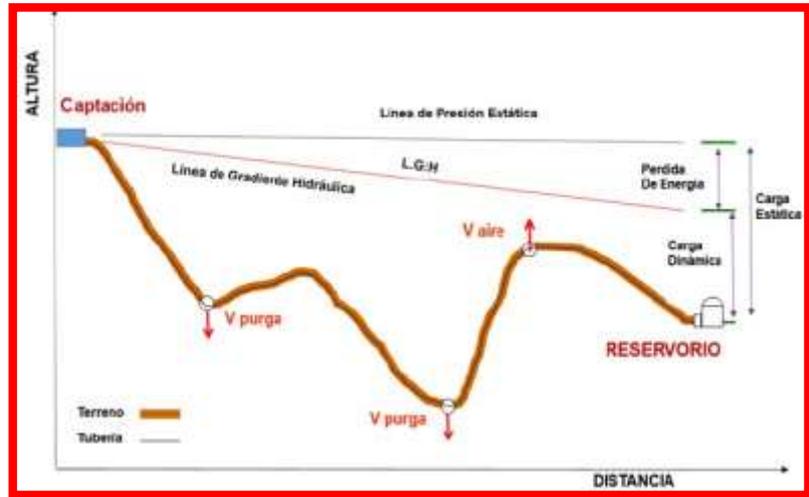


Figura 7 Línea de conducción

Fuente: Línea de conducción

#### A. Diámetro

Según Cipirian<sup>20</sup>, para el cálculo de los diámetros y la elección de las tuberías de conducción se debe tener en cuenta las presiones con las que se va trabajar analizando e identificando las diversas alternativas para su uso en vista a considerar económicamente, Para el cálculo del diámetro se considera la siguiente ecuación:

$$D = \frac{0.71 Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \dots\dots\dots( 20 )$$

Donde:  
 D: diámetro de tubería en pulg.  
 hf: pérdida de carga en tubería en m/m.

Q: gasto en L/s.

### B. Velocidad

Es la distancia recorrida del agua por cada segundo el cual es expresado en m/s. La velocidad mínima no debe ser menor a lo permitido que abarca desde (0.60 m/s, la cual no debe producir depósitos ni erosiones hasta una velocidad máxima en tubos PVC igual a 5m /s. la velocidad de flujo se determina mediante la ecuación:

$$V=1.9735 \frac{Q}{D^2} \dots\dots\dots( 21 )$$

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg

V: Velocidad de flujo dentro de la tubería

Q: gasto máximo diario en L/s

### C. Presión

“En tuberías utilizadas en la línea de conducción, siempre se van a presentar presiones las cuales provocan deterioros en las tuberías lo cual provoca gastos en sus reparaciones” (21).

### D. Cámara rompe presión

Cutzal <sup>22</sup>, nos dice La cámara de rotura de carga requiere válvulas hidráulicas diferentes; por una parte, al volumen que sirve para la disipación de la energía y por otra parte, a la altura mínima de carga sobre la tubería de evacuación que es necesaria evitar la formación de remolinos .

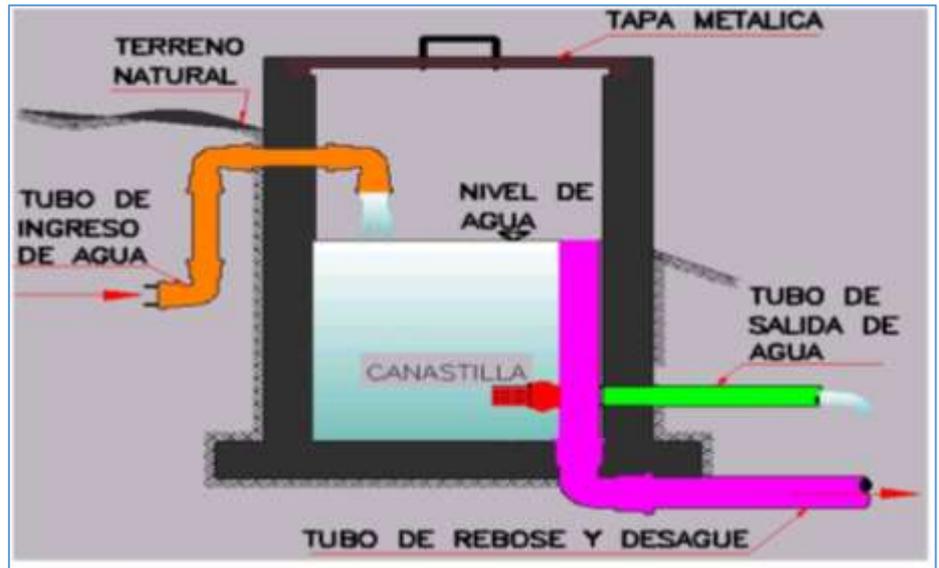


Figura 8 Cámara rompe presión tipo 6

Fuente: Agüero (1997)

#### E. Válvulas de aire

Lili <sup>23</sup>, nos dice Son válvulas manuales o automáticas, que se colocan en las partes más altas de las tuberías de conducción o aducción, con la finalidad de evacuar o expulsar aire.

#### F. Válvula de purga

Lili <sup>23</sup>, nos dice Estas válvulas se colocan en las partes más bajas de la línea de conducción y aducción, con la finalidad de evacuar los sedimentos acumulados en estos puntos, utilizando la misma fuerza dinámica del flujo .

#### 2.2.1.3. Reservorio de Almacenamiento:

Su función es almacenar agua para el consumo humano después dirigirlo a las redes de distribución, con la presión de servicio adecuada y en cantidad necesaria que permita

compensar las variaciones de la demanda

a) Tipos de reservorio:

a.1. Reservorio apoyado

“Estos reservorios mayormente se diseñan de forma rectangular o circular, se les llama así porque con apoyados, construidos directamente sobre la superficie del terreno”(24).



Imagen 10 Reservorio apoyado

a.2. Reservorio elevado

Estos tipos de reservorios son diseñados de forma esférica o cilíndrica, se les llama así porque son construidos sobre torres , pilotes, columnas. Se utilizan principalmente en las zonas urbanas donde la topografía del terreno es casi plana en su totalidad

### a.3. 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 m<sup>3</sup>, 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” (24).

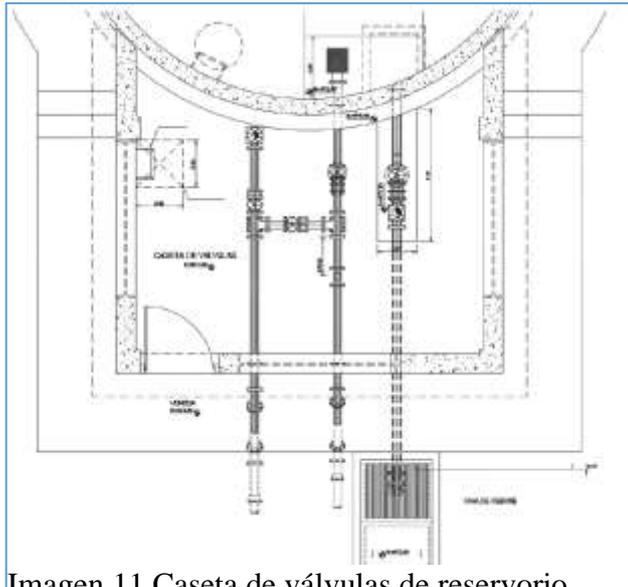


Imagen 11 Caseta de válvulas de reservorio

Fuente: Norma técnica de diseño.

#### 2.2.1.4. Línea de Aducción:

Canaan <sup>25</sup>, Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios.

### G. Diámetro

Rusique <sup>26</sup>, para el cálculo de los diámetros y la elección de las tuberías de conducción se debe tener en cuenta las presiones con las que se va trabajar analizando e identificando las diversas alternativas para su uso en vista a considerar económicamente, Para el cálculo del diámetro se considera la siguiente ecuación:

$$D = \frac{0.71 Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \dots\dots\dots( 22 )$$

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg

hf: pérdida de carga en tubería en m/m

Q: gasto en L/s

### H. “Velocidad”

Es la distancia recorrida del agua por cada segundo el cual es expresado en m/s. La velocidad mínima no debe ser menor a lo permitido que abarca desde (0.60 m/s, la cual no debe producir depósitos ni erosiones hasta una velocidad máxima en tubos PVC igual a 5m /s. la velocidad de flujo se determina mediante la ecuación:

$$V=1.9735 \frac{Q}{D^2} \dots\dots\dots( 23 )$$

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg

V: Velocidad de flujo dentro de la tubería

Q: gasto máximo diario en L/s

#### I. Presión

“En tuberías utilizadas en la línea de conducción, siempre se van a presentar presiones las cuales provocan deterioros en las tuberías lo cual provoca gastos en sus reparaciones” (26).

#### J. Cámara rompe presión

Rusique <sup>26</sup>, nos dice La cámara de rotura de carga requiere válvulas hidráulicas diferentes; por una parte, al volumen que sirve para la disipación de la energía y por otra parte, a la altura mínima de carga sobre la tubería de evacuación que es necesaria evitar la formación de remolinos .

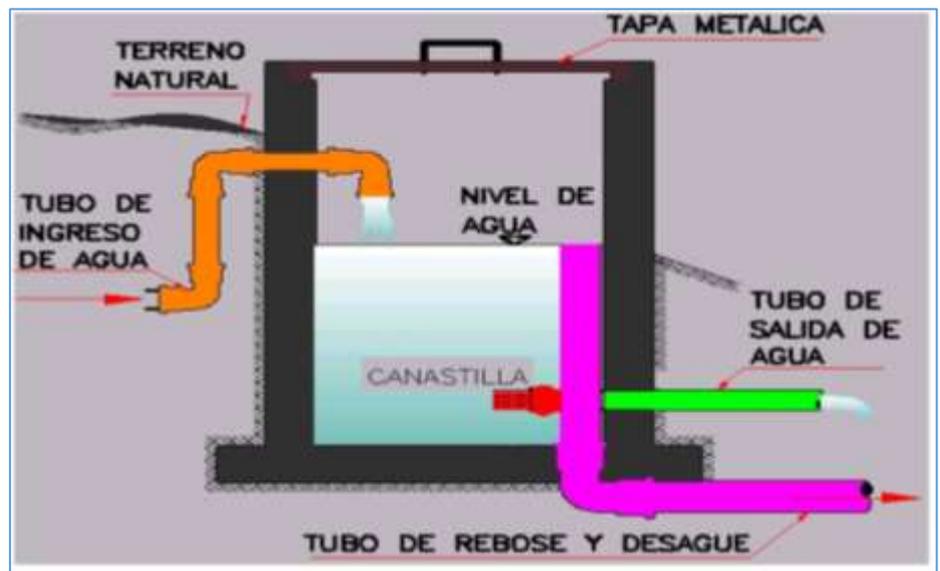


Figura 9 Cámara rompe presión tipo 6

Fuente: Agüero (1997)

#### K. Válvulas de aire

Rusique <sup>26</sup>, nos dice Son válvulas manuales o automáticas, que se colocan en las partes más altas de las tuberías de conducción o aducción, con la finalidad de evacuar o expulsar aire.

#### L. Válvula de purga

Rusique <sup>26</sup>, nos dice Estas válvulas se colocan en las partes más bajas de la línea de conducción y aducción, con la finalidad de evacuar los sedimentos acumulados en estos puntos, utilizando la misma fuerza dinámica del flujo .

#### 2.2.1.5.Redes de distribución:

Trabajan bajo tierra de un sitio donde se está aplicando el proyecto, las cuales son un conjunto de tuberías donde nos ayudara a conducir el agua a viviendas que se encuentren distribuidas ya sean por tres tipos de redes, abierta, cerrada o mixta, Esta red debe permitir entregar agua potable al consumidor tanto en cantidad suficiente, como de la calidad, presión y continuidad fijadas por la norma, Se establecen presiones de 5 y 50 m.c.a. según norma.

##### a) Tipos de redes de distribución

- Redes abiertas

“Constituida por tuberías que tienen la forma ramificada a partir de una línea principal, aplicable a sistemas de menos de 30 conexiones domiciliarias” (27).

“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” (27).

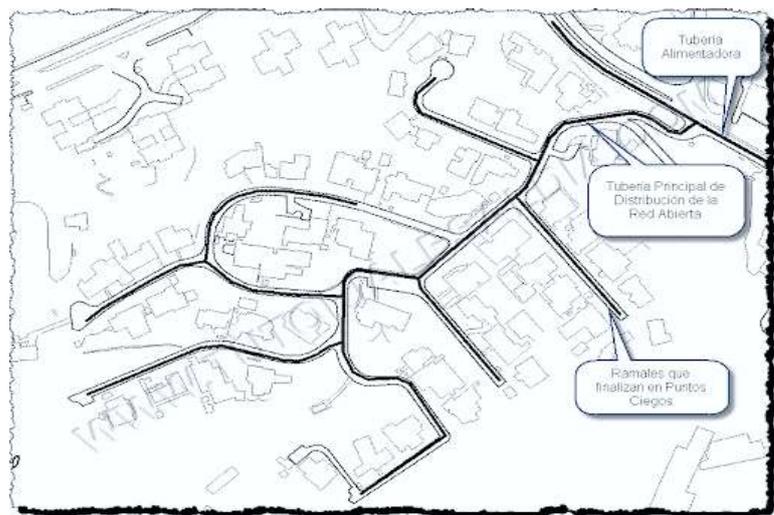


Imagen 12 Red Abierta

Fuente: Red de distribución de agua potable

- Redes cerradas

“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”(27).



Fuente: Red de distribución de agua potable

Imagen 13 Red cerrada

- Redes Mixtas

Es la combinación de las redes cerradas con las redes abiertas ofertando así agua con presiones adecuadas

## **2.2.2.** Condiciones Sanitarias

Organización Mundial de la Salud <sup>28</sup>, constituyen el conjunto de acciones, técnicas y medidas de intervención que tienen por objetivo alcanzar niveles adecuados de salubridad ambiental, comprendiendo el manejo del agua potable, manipulación de alimentos, eliminación de excretas, disposición de residuos sólidos y el comportamiento higiénico que reduce los riesgos de la salud.

### a) Cobertura

Implican que todas las personas y las comunidades tengan acceso, sin discriminación alguna, a servicios integrales de salud, adecuados, oportunos, de calidad, determinados a nivel nacional, de acuerdo con las necesidades.

b) Cantidad

“Se determina que la cantidad tiene que ser suficiente para que cumpla con las necesidades de los habitantes, se debe de tener disponibilidad del agua para así estimar los niveles de servicios del sistema de abastecimiento” (29).

c) Continuidad

“Se define como el servicio que dispone el agua durante un tiempo, siempre dependerá del clima en el que se encuentre la zona, muchas de las veces en zonas rurales son muy importante que exista la lluvia muy a menudo para que así no tengan problemas de consumo de agua durante el año” (30).

d) Calidad del agua

Para poder determinar el análisis de la calidad del agua hay que considerar que se pueden realizar dos tipos: para efectos de monitoreo de sistemas en operación y para proyectos nuevos, para comprender las propiedades químicas, física y bacteriológicas de la fuente de agua para el abastecimiento a una población.

### **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 Cualuto

**Xi:** Sistema de abastecimiento de agua potable sanitario en el caserío Cualuto

**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 Cualuto.

4.3. Definición y operacionalización de variables e indicadores

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	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	
<b>CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN</b>	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 Cualuto, 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 Cualuto, 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 la respectivo modelamiento hidráulico de los componentes así como la medición del caudal con el método volumétrico.

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

Se recolectó 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 Cualuto, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash.

#### 4.6. Matriz de consistencia

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO CUALUTO, 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><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿El Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cualuto distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash; mejorará la condición sanitaria de la población - 2021?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Desarrollar el Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cualuto, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash y su incidencia en la condición sanitaria de la población.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la condición sanitaria del caserío Cualuto, 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 Cualuto, 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 Cualuto, 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 Cualuto, 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 Cualuto, 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 Cualuto, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash.

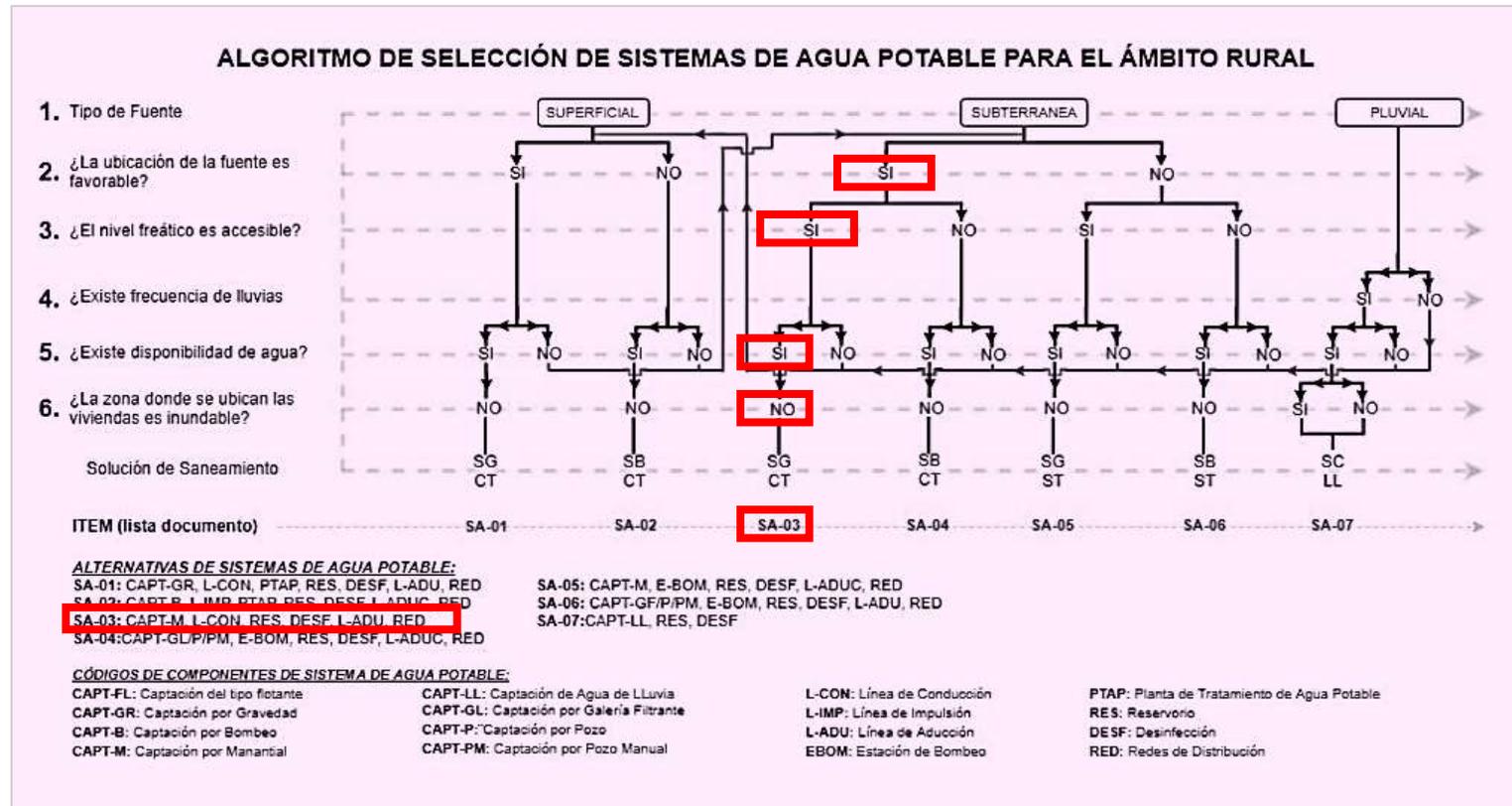


imagen 14 algoritmo de selección de sistema de agua potable

**Según lo asignado tenemos SA – 03, esto quiere decir:**

Pregunta	Respuesta
Tipo de fuente:	SUBTERRANEA
¿La ubicación de la fuente es favorable?:	SI
¿El nivel freático es accesible?:	SI
¿Existe frecuencia de lluvias?:	SI
¿Existe disponibilidad de agua?:	SI
¿La zona donde se ubican las viviendas es inundable?:	NO

**Tipo de alternativa de sistema de agua potable:**

- SA – 03: CAPT-M, L-CON, RES, DESF, L ADUC, RED

Códigos de componentes del sistema de agua potable de SA – 03:

- CAPT – M: Captación – manantial -en ladera concentrado
- L –CON: Línea de conducción
- RES: Reservorio
- DESF: Desinfección
- L – ADUC: Línea de Aducción
- RED: Red de Distribución

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

Tabla 6 Diseño de la captación del sistema de abastecimiento de agua potable

Componentes	Simb.	Formula	Resultados del diseño	Und
Tipo de Captación			Manantial tipo ladera	
Altitud	Alt		3496.23	m.s.n.m
Caudal máx. fuente	Qmáx	$Q = \frac{V}{T}$	1.35	l/s
Caudal máx. diario	Qmd	$Q_{md} = k_1 * Q_m$	0.5	l/s
Tipo de tubería			PVC	
Diámetro de la tubería de ingreso	Dt	$A = \frac{Q_{máx}}{Cd \times v}$	2.0	pulgadas
Numero de orificios	No		3	unidad
Ancho de la pantalla	b	$b = 2(6D) + NA D + 3D(NA - 1)$	0.90	m
Distancia de afloramiento y la cámara húmeda	L	$L = \frac{hf}{0.30}$	1.60	m
Altura de la cámara húmeda	Ht	$H = E + D + H + B + A$	1.0	plg
Tubería de salida	Ts		1.0	plg
Diámetro de la canastilla	Dcan	$A_c = \frac{\pi D_c^2}{4}$	2.0	plg
Longitud de la canastilla	Lcan		15.0	cm

Numero de ranuras	Nr	$Nr = \frac{At}{Ar}$	132	unidad
Tubería de rebose	Tr	$D = \frac{0.71 \times Q_{m\acute{a}x}^{0.38}}{h_f^{0.21}}$	2.0	plg
Tubería de limpieza	Tl	$D = \frac{0.71 \times Q_{m\acute{a}x}^{0.38}}{h_f^{0.21}}$	2.0	plg

**Fuente:** Elaboración propia - 2021

**Interpretación:** se diseñó una cámara de captación en ladera concentrado con un caudal de 1.35 lt/seg el cual se aforo por el método volumétrico. Para la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda la velocidad de ingreso calculada es de 0.6 m/seg, Para el ancho de la pantalla necesariamente se tiene que conocer el diámetro de los orificios y el número de orificios, el ancho de la pantalla obtenido fue 1.00 m, pero teniendo criterios de diseño resulto 1.00 m. Para altura de la cámara húmeda se tiene que considerar los criterios de la resolución ministerial N° 192 – 2018 – vivienda en la página 63, sobre altura mínima de sedimentación, mitad del diámetro de la canastilla de salida, desnivel mínimo entre nivel de ingreso del agua de afloramiento y nivel de la cámara húmeda, borde libre y altura de agua del gasto de salida. Calculando nos arroja una altura de 0.79 cm, pero teniendo criterio redondeamos a 1.00 m .

### c) Línea de conducción

Tabla 7 Calculo de la línea de conducción

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION													
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO CUALUTO, DISTRITO DE HUANDOVAL, PROVINCIA DE PALLASCA, REGIÓN DE ÁNCASH, PARA SU INCIDENCIA EN LA CONDICIÓN SANITARIA DE LA POBLACIÓN - 2021	DATOS DE CALCULO												
	CAUDAL MAXIMO DIARIO : 50 Lit./Seg. COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Polí(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : 150 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:												
DESCRIPCION	DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIENTE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	VELOCIDAD REAL	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	H <sub>f</sub> ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m <sup>3</sup> /Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
	00 Km + 000.00 m	3,496.00	0.00		0.001							3,496.000	0.000
CAPTACION - CAMARA ROMPE PRESION TP 6	00 Km + 720.00 m	3,452.00	720.00	0.061	0.001	23.866	38	1.118 m/Seg.	0.441 m/Seg.	4.567	4.567	3,491.433	39.433
CRP TP 6 - RESERVORIO	00 Km + 959.00 m	3,416.00	239.00	0.151	0.001	19.830	25	1.619 m/Seg.	1.019 m/Seg.	11.650	16.216	3,475.217	59.217

### Interpretación :

La línea de conducción tiene una longitud total de 959 ml, se tiene pendientes menores al 30 % lo cual cumple con la norma vigente, para este diseño se empleó el caudal máximo diario estandarizado de 0.50 lt/seg, se emplearon diámetros comerciales de 1.5” y 1” las velocidades están dentro del rango mayor a 0.6 m/seg y menor a 3 m/seg, la clase de tubería que se empleara es de clase 10 ya que soporta presiones de trabajo hasta de 70 m.c.a por ello se busca garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

d) **Reservorio**

Tabla 8 Diseño del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable

Componentes	Simbología	Formula	Resultados del diseño	Und.
Forma	F		Cuadrado	Lt/s
Tipo	T		Apoyado	
Volumen	V	$V_t = V_{reg} + V_i + V_r$	10	M3
Tubería de rebose	Tr	$D = \frac{0.71 \times Q_{m\acute{a}x}^{0.38}}{hf^{0.21}}$	2	Pulgada
Tubería de limpia	Tl	$D = \frac{0.71 \times Q_{m\acute{a}x}^{0.38}}{hf^{0.21}}$	2	Pulgada
Tubería de entrada	Te		1	Pulgada
Tubería de ventilación	Tv		1	Pulgada
Tubería de salida	Ts	$D = \left( \frac{\left( \frac{Q_{mh}}{1000} \right)}{0.2786 * c * hf^{0.54}} \right)^{0.38}$	2	Pulgada
Diámetro de canastilla	Dc		2	Pulgada
Volumen caseta de desinfección	Vcd		600	Litros
Caseta de desinfección	Cd		1	Unidad

**Fuente:** Elaboración propia – 2021

**Interpretación:** El diseño del volumen calculado es 6.00 m<sup>3</sup>, según la resolución ministerial N° 192 – 2018 – vivienda que el diseño se basa en criterios y que el volumen del reservorio tiene que ser múltiplo de 5 m<sup>3</sup>, por ese motivo se consideró un volumen de 10.00 m<sup>3</sup>. El volumen de almacenamiento se considera el 25 % de caudal promedio anual y el volumen e incendio solo se calculará si el caserío cuenta con empresas, fabricas, En caso de no contar se considera el volumen de incendio 0.

e) Línea de aducción

Tabla 9 Calculo de la línea de aducción

DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN													
DATOS DE CALCULO													
CAUDAL MAXIMO DIARIO : 31 Lit./Seg.													
COEFICIENTE C : (R.NE) Tub: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : 150													
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:													
DESCRIPCION	DISTANCIA HORIZONTAL (Km + m)	NIVEL DINAMICO - COTA - (m.s.n.m.)	LONG. DE TUBERIA (m)	PENDIENTE (m/m)	CAUDAL (m³/Seg.)	DIAMETRO CALCULADO (mm)	DIAMETRO ASUMIDO (mm)	VELOCIDAD CALCULADA → (m/Seg.)	VELOCIDAD REAL → (m/Seg.)	PERDIDA DE CARGA UNITARIA (m/Km)	H <sub>f</sub> ACUMULADA → (m)	ALTURA PIESOMETR. - COTA - (m.s.n.m.)	PRESION (m) ↑
	00 Km + 000.00 m	3,415.00	0.00		0.000							3,415.000	0.000
CAPTACION - CAMARA ROMPE PRESION TP 6	00 Km + 200.00 m	3,385.00	200.00	0.150	0.000	16.633	25	1.446 m/Seg.	0.640 m/Seg.	4.123	4.123	3,410.877	25.877

Interpretación:

La línea de aducción tiene una longitud total de 200 ml, es de un solo tramo ya que el desnivel es mínimo, se tiene pendientes menores al 30 % lo cual cumple con la norma vigente, para este diseño se empleó el caudal máximo horario de 0.31 lt/seg, se emplearon diámetros comerciales de 1” las velocidades están dentro del rango mayor a 0.6 m/seg y menor a 3 m/seg, la clase de tubería que se empleara es de clase 7.5 ya que soporta presiones de trabajo hasta de 50 m.c.a por ello se busca garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

f) Red de distribución

Tabla 10 cálculo de la red de distribución

TRAMO	COTA DE TERRENO		LONG. ( m )	VIV. ALIMENTADA (UN)	Qmd20 (lts./ s.)	hf ( m/m. )	D ( pulg. )	D Comerc ( pulg. )	D Comerc ( mm )	V ( m/s. )	Hf Tramo ( m. )	COTA PIEZOM.		PRESION ( m. )	Descripcion del tramo
	INICIAL ( msnm )	FINAL ( msnm )										INICIAL ( msnm )	FINAL ( msnm )		
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>															
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	Existente
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 cuenta con una red abierta con 9 nodos que serán los ramales principales con diámetros mínimos de 1 pulg y máximo de 1.5 pulg, se tiene una longitud total de tubería principal de clase 7.5 de 823 ml , de tiene un caudal unitario de 0.306, el diámetro de las tuberías para las conexiones domiciliarias será de ½ pulg, este modelamiento hidráulico de la red de distribución nos permite conocer el comportamiento del agua en el recorrido horario hacia las viviendas como futuros profesionales de la ingeniería se debe verificar que estos resultados cumplan con los parámetros que nos dan las normativas vigentes.

- g) Dando respuesta al tercer objetivo de Determinar la incidencia en la condición sanitaria del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cualuto, distrito de Huandoval, provincia de Pallasca, región de Áncash

N°1: ¿Cuántas horas al día tiene agua potable en su hogar?

<b>¿Cuántas horas al día tiene agua potable en su hogar?</b>		
<b>Tiempo</b>	<b>Unidad</b>	<b>%</b>
<b>2 horas</b>	2	4
<b>4 horas</b>	18	33
<b>6 horas</b>	35	63



Gráfico 1 cuantas horas al día tiene agua

Análisis: En el centro poblado un 63 % de la población solo tiene 6 horas diarias de agua en su hogar, el 33% solo tienen 4 horas al día y un 4% solo 2 horas en el día.

N°2: ¿Cuántos días a la semana tiene agua potable?

<b>¿Cuántos días a la semana tiene agua potable?</b>		
<b>Tiempo</b>	<b>Unidad</b>	<b>%</b>
<b>7 días</b>	<b>50</b>	<b>90</b>
<b>6 días</b>	<b>5</b>	<b>10</b>



Gráfico 2 Cuántos días a la semana tiene agua potable?

Análisis: Un 90% de la población cuenta los 7 días de la semana con agua potable y el otro 10% solo con 6 días a la semana.

N°3: ¿Cuántos meses al año tiene agua potable?

¿ Cuántos meses al año tiene agua potable?		
Meses	Unidad	%
12	0	0
10	50	90
8	5	10

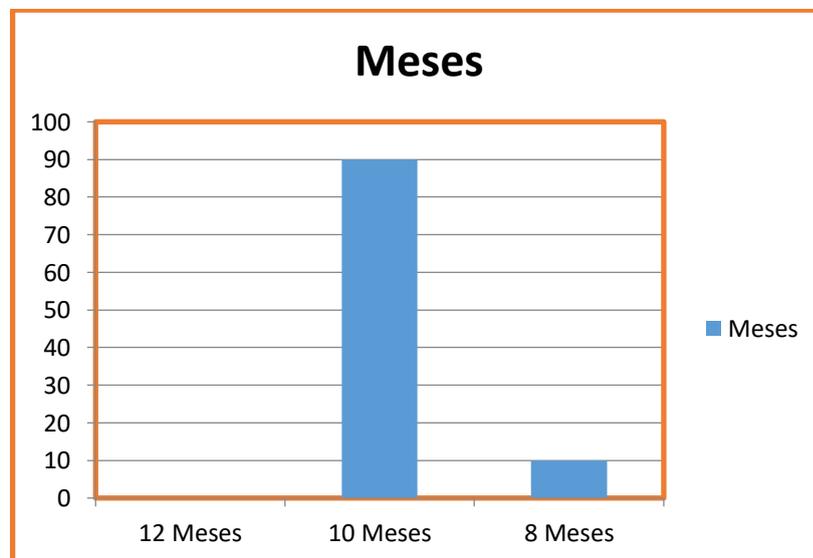


Gráfico 3 Cuántos meses al año tiene agua potable

Análisis: Un 90% de la población cuenta con agua 10 meses al año, un 10 %

solo 8 meses al año, lo restante del año por la sequía de la captación tienen que buscar en otro lado.

Nº4: ¿Usted sabe de dónde viene el agua que llega a su hogar?

¿ Usted sabe de dónde viene el agua que llega a su hogar?		
Sistema	Unidad	%
Población vecina	0	0
Manantial	50	90
Pozo	0	0
Río, Acequia, Quebrada, Canal	5	10

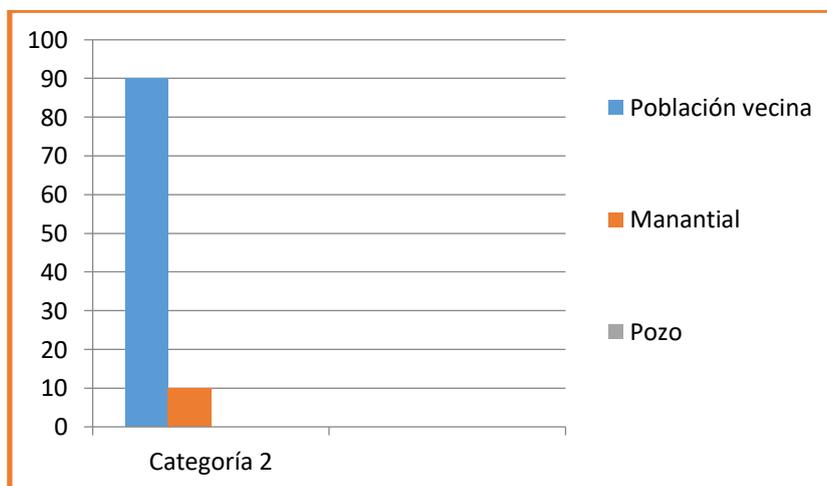


Gráfico 4 Usted sabe de dónde viene el agua que llega a su hogar

Análisis: Un 90 % de la población sabe de dónde viene su agua el otro 10% piensa diferente.

N°5: ¿Hierve el agua antes de consumirla?

**¿Hierve el agua antes de consumirla?**

ID	Unidad	%
SI	55	100
NO	0	0

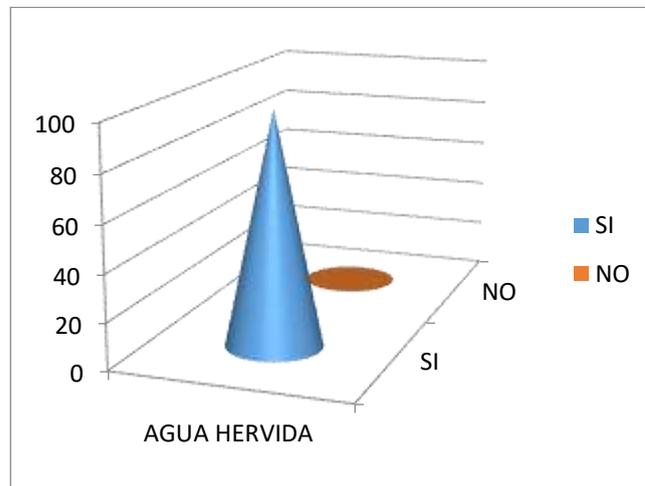


Gráfico 5 Hierve el agua antes de consumirla?

Análisis: El 100% de la población hierve su agua antes de ser consumida.

## 5.2. Análisis de resultados

### a) Cámara de captación

Para Alvarado <sup>1</sup>, en su trabajo de fin de titulación “Estudio y Diseño del Sistema de Agua Potable del Barrio San Vicente, Parroquia Nambacola, canto Gonzanamá” 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 6 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 de 1.35 lt/seg el cual se aforo por el método volumétrico , Para la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda la velocidad de ingreso calculada es de 0.6 m/seg, Para el ancho de la pantalla necesariamente se tiene que conocer el diámetro de los orificios y el número de orificios, el ancho de la pantalla obtenido fue 1.00 m, pero teniendo criterios de diseño resulto 1.00 m. Para altura de la cámara húmeda se tiene que considerar los criterios de la resolución ministerial N° 192 – 2018 – vivienda en la página 63, sobre altura mínima de sedimentación, mitad del diámetro de la canastilla de salida, desnivel mínimo entre nivel de ingreso del agua de afloramiento y nivel de la cámara húmeda, borde libre y altura de agua del gasto de salida. Calculando nos arroja una altura de 0.79 cm, pero teniendo criterio redondeamos a 1.00 m

### b) Línea de conducción

Según Santi 3, en su tesis, Sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Tutín – el Cenepa – Condorcanqui – Amazonas 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 utilizó los criterios del libro de agüero pittman caso contrario a este proyecto ya que se realizó el modelamiento hidráulico de la línea de conducción con una longitud total de 959 ml, se tiene pendientes menores al 30% lo cual cumple con la norma vigente, para este diseño se empleó el caudal máximo diario estandarizado de 0.50 lt/seg, se emplearon diámetros comerciales de 1.5 pulg y 1 pulg las velocidades están dentro del rango mayor a 0.6 m/seg y menor a 3 m/seg, la clase de tubería que se empleara es de clase 10 ya que soporta presiones de trabajo hasta de 70 m.c.a por ello se busca garantizar el correcto funcionamiento del sistema

**c) Reservorio de almacenamiento**

Francesca<sup>5</sup>, en su tesis de Diseño de abastecimiento de Agua Potable y el diseño de Alcantarillado de las localidades: el Calvario y Rincón de Pampa Grande del Distrito de Curgos - La Libertad, 2014 obtuvo como resultado el diseño un reservorio del tipo circular con un volumen de 20 m<sup>3</sup> 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 , en este proyecto para el diseño del volumen calculado es 6.00 m<sup>3</sup>, según la resolución ministerial N° 192 – 2018 – vivienda que el diseño se basa en criterios y que el volumen del reservorio tiene que ser múltiplo de 5 m<sup>3</sup>, por ese motivo se consideró un volumen de 10.00 m<sup>3</sup>. El volumen de almacenamiento se considera el 25 % de caudal promedio anual y el volumen e incendio solo se calculará si el caserío cuenta con empresas, fabricas, En caso de no contar se considera el volumen de incendio 0.

#### **d) Línea de aducción y red de distribución**

La Comisión nacional del agua <sup>21</sup>, Es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos.

“La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo en cantidad suficiente, con calidad requerida y a una presión adecuada” (22). La línea de aducción tiene una longitud total de 200 ml, es de un solo tramo ya que el desnivel es mínimo, se tiene pendientes menores al 30% lo cual cumple con la norma vigente, para este diseño se empleó el caudal máximo horario de 0.31 lt/seg, se emplearon diámetros comerciales de 1” las velocidades están dentro del rango mayor a 0.6 m/seg y menor a 3 m/seg, la clase de tubería que se empleara es de clase 7.5 ya que soporta presiones de trabajo hasta de 50 m.c.a por ello se busca garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Se cuenta con una red abierta con 9 nodos que serán los ramales principales con diámetros mínimos de 1” y máximo de 1.5”, se tiene una longitud total de tubería principal de clase 7.5 de 823 ml , de tiene un caudal unitario de 0.306, el diámetro de las tuberías para las conexiones domiciliarias será de ½”, este modelamiento hidráulico de la red de distribución nos permite conocer el comportamiento del agua en el recorrido horario hacia las viviendas como futuros profesionales de la ingeniería se debe verificar que estos resultados cumplan con los parámetros que nos dan las normativas vigentes .

**e) Condición sanitaria**

Según Jimboó, 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 Cualuto 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 llegó a establecer el sistema de agua potable del caserío Cualuto mediante el logaritmo de selección de sistema de agua potable que nos da la norma técnica de diseño para el ámbito rural, se obtuvo la asignatura SA- 03 que consta de una cámara de captación en ladera que pertenece a las fuentes subterráneas, una línea de conducción por gravedad debido a que la fuente está ubicado en una cota mayor a la del Reservoirio, cuenta también con un sistema de cloración para el almacenamiento de agua, y como último componente se tiene la red de distribución de agua potable .
2. El diseño del sistema de agua potable del caserío Cualuto permitió obtener el pre dimensionamiento hidráulico de los componentes del sistema, que permitirán la captación y conducción y almacenamiento y distribución del agua potable, se diseña una captación en ladera concentrado con un caudal de diseño de 0.5 lt/seg, para la línea de conducción se tiene dos tramos donde se impletara una cámara rompe presión tipo 6 que permite regularizar las presiones y velocidades, para el reservorio de almacenamiento se diseñó con el método matemático obteniendo como resultado un volumen de 10 m<sup>3</sup> el cual será suficiente para cubrir la demanda de la población futura, en la red de distribución se dejaran nodos con proyección a la aplicación del sistema de tal manera que cubra toda la demanda futura .
3. Se concluye que el diseño del sistema de agua potable incidirá de manera positiva en la condición sanitaria de la población del caserío Cualuto ya que contara con un sistema eficiente y seguro que permitirá abastecer a toda su población, se implementará una dosificación de cloro adecuada para que el agua que consumen sea segura .

### **Aspectos complementarios**

1. Para realizar un diseño del sistema de agua potable es necesario conocer criterios de estandarización que nos brinda la norma técnica que permiten diseñar componentes hidráulicos con medidas estandarizadas y con dimensiones acorde a las necesidades de la población
2. Una vez que la población cuente con este sistema de abastecimiento de agua es necesario que se implemente una junta de moradores que quede a cargo del mantenimiento y limpieza y desinfección de todos los componentes, ya que es necesario para que pueda funcionar sin interrupciones a futuro
3. Se recomienda que todo componente de captación, almacenamiento y limpieza cuente con un cerco perimétrico que permita aislar al componente de su entorno y a su vez evite la manipulación de personas ajenas al sistema.

## Referencias Bibliográficas

1. Alvarado P. Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá. [Tesis para optar el título de ingeniera civil]. Loja, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja; 2013.
2. Aragón L. Diseño del sistema de abastecimiento de agua por gravedad y bombeo, para el caserío Xeabaj II, aldea Chiquisis, y por gravedad, para la aldea Tzamjuyub del municipio de santa Catarina Ixtahuacán, departamento de Sololá. [Tesis para optar el título de ingeniera civil]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2008.
3. Santi L. Sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Tutín – el Cenepa – Condorcanqui – Amazonas. [Tesis para optar el título de ingeniero Agrícola]. Trujillo, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2016.
4. Meza J. Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso. [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2010.
5. Francesca. Diseño de abastecimiento de Agua Potable y el diseño de Alcantarillado de las localidades: el Calvario y Rincón de Pampa Grande del Distrito de Curgos - La Libertad, 2014. [Tesis para optar el título de ingeniero civil]. Chimbote, Perú: Universidad Nacional del Santa; 2011.

6. Jimbo G. Evaluación y diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Machala. [Internet]. Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja; 2011.
7. Perez Y, Agua potable. A nivel latinoamericano. [Internet]. 2015 [Citado 11 Diciembre 2021]. Disponible en: <https://quesignificado.com/agua-potable-nivel-latinoamericano/.com>
8. Cardenas Jaramillo D, Patiño Guaraca F. “Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Paute, provincia del Azuay. Vol. 52, Nippon Igaku Hoshasen Gakkai zasshi. Nippon acta radiologica. 2010.
9. Alvarado Espejo P. Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, cantón Gonzanamá. Universidad Técnica Particular De Loja. 2013.
10. López Malavé RJ. Tesis Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Santa Fe y Capachal, Píritu, Estado Anzoátegui - uDocz [Internet]. Universidad De Oriente Núcleo de Anzoátegui; 2011 [Citado 11 Diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.udocz.com/read/tesis-dise-o-del-sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-para-las-comunidades-santa-fe-y-capachal--p-ritu--estado-anzo-tegui>
11. Meza de la Cruz JL. Diseño De Un Sistema De Agua Potable Para La Comunidad Nativa De Tsoroja, Analizando La Incidencia De Costos Siendo Una Comunidad De Difícil Acceso [Internet]. PONTIFICIA Universidad Católica del Perú. 2010. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/>

12. Chirinos Alvarado SB. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Ancash 2017 [Internet]. Universidad César Vallejo. 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12193>
13. García Rengifo E, Verde Philipps O luis. "Diseño del mejoramiento del sistema de agua potable en las localidades de Huimba la Muyuna, Pucacaca del Río Mayo y Santa Ana del Río Mayo, distrito de Zapatero y Cuñumbuque, provincia de Lamas, región San Martín". Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto; 2018.
14. Reyna Flores CN. "Abastecimiento de agua potable del distrito de Barranquita". 2012. [Citado 11 Diciembre 2021]
15. Gonzalo J., Melgar M. Definición de Población. Definiciones [Internet]. 2010 [Citado 12 Diciembre 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/poblacion/>
16. Lossio Aricoché MM. Agua potable para cuatro Moira Milagros Lossio Aricoché. Universidad De Piura; 2012.
17. Concha Huánuco JDD, Guillén Lujan JP. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable ( caso : urbanización Valle Esmeralda , distrito de Ica). universidad san martin de porres; 2014.
18. Agüero. Agua potable para poblaciones rurales. La rueda del hámster [Internet]. 2012 [Citado 22 junio 2021]; 165(28). Disponible en: <https://civilunheval.wordpress.com/2012/03/23/agua-potable-para-poblaciones-rurales-roger-aguero-pittman-1997-lima-peru/>
19. Heriberto GM. El desabasto del agua en el municipio de Nezahualcóyotl. [Internet]. Instituto Politécnico Nacional ; 2011 [Citado 11 Diciembre

- 2021] Disponible en: <https://es.slideshare.net/pobreiluso/tesis-gutierrez-medinaheriberto>
20. Cipirian L, captación de agua potable. Prezi [Internet]. 2021 [Citado 12 Diciembre 2021]; 19(4). Disponible en: [https:// e-captación-de-agua-potable/](https://e-captación-de-agua-potable/)
21. Aram S. Tipos de fuentes para la captación de agua potable. Prezi [Internet]. 2021 [Citado 12 Diciembre 2021]; 19(4). Disponible en: <https://prezi.com/ronme4tpd0tb/tipos-de-fuentes-de-captacion-de-agua-potable/>
22. Cutzal J. diseño del sistema de agua potable por bombeo para la colonia romec y diseño del instituto de San José Chacaya, Sololá 2007 [Citado 12 Diciembre 2021]; disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_2755\\_C.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2755_C.pdf)
23. Lili Sabrica. Ciencias Naturales: componentes de una línea de conducción [Internet]. 2012 [Citado 12 Diciembre 2021]. Disponible en: [http://cienciasnaturales\\_conduccion01.blogspot.com/2012/05/normal-0-21-false-false-false-es-ve-x\\_30.html](http://cienciasnaturales_conduccion01.blogspot.com/2012/05/normal-0-21-false-false-false-es-ve-x_30.html)
24. Pérez J., Merino M. Definición de reservorio. Definicion.de [Internet]. 2011 [Citado 12 Diciembre 2021]. Disponible en: <https://definicion.de/reservorio/>
25. Canaan. Líneas de aducción. Eimois07 de [Internet]. 2008 [Citado 12 Diciembre 2021]. Disponible en: <https://imois07.blogspot.com/2008/02/lineas-de-aduccion.html>
26. Rusinque M. determinación de la constante de velocidad de carbonización de guadua laminada pegada sin tratamiento ignifugo de la universidad nacional de Colombia 2011 [Citado 12 Diciembre 2021]; disponible en:

[http://www.usmp.edu.pe/centro\\_bambu\\_peru/pdf/Tesis\\_Velocidad\\_Carbonizacion\\_Bambu6\\_Melissa\\_Rusique.pdf](http://www.usmp.edu.pe/centro_bambu_peru/pdf/Tesis_Velocidad_Carbonizacion_Bambu6_Melissa_Rusique.pdf)

27. Zuñiga J. Verificación Hidráulica- aplicación del sistema ISO14001 y programación en ritmo constante para la obra : ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado del sector el triunfo que comprende ocho asentamientos humanos distrito la Joya, provincia y región Arequipa 2017 [Citado 12 Diciembre 2021]; disponible en :<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3400/SAzuanjb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
28. Organización Mundial de la Salud. Calidad del agua potable. [Seriado en línea] 2015 [Citado 12 Diciembre 2021]. Disponible en: [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/es](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es).
29. 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%>
30. ONU.com, condición sanitaria [sede web]. Madrid: PNUD; 2006 [actualizado el 03 de Enero 2016; [Citado 11 Diciembre 2021]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>

## **Anexos**

**Anexo 1: Cronograma de actividades**

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>																	
N°	Actividades	Año 2021-I								Año 2021-II							
		Semestre I				Semestre II				Semestre I				Semestre II			
		Mes				Mes				Mes				Mes			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Elaboración del Proyecto	X	X														
2	Revisión del proyecto por el Jurado de Investigación			X													
3	Aprobación del proyecto por el Jurado de Investigación			X													
4	Exposición del proyecto al Jurado de Investigación o Docente Tutor				X												
5	Mejora del marco teórico					X											
6	Redacción de la revisión de la literatura.						X										
7	Elaboración del consentimiento informado (*)							X									
8	Ejecución de la metodología							X									
9	Resultados de la investigación								X								
10	Conclusiones y recomendaciones									X							
11	Redacción del pre informe de Investigación.										X	X					
12	Reacción del informe final												X				
13	Aprobación del informe final por el Jurado de Investigación													X			
14	Presentación de ponencia en eventos científicos														X		
15	Redacción de artículo científico															X	X

Fuente: elaboración Propia

## Anexo 2: Presupuesto

<b>Presupuesto desembolsable (Estudiante)</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Base</b>	<b>% o Número</b>	<b>Total (S/.)</b>
<b>Suministros (*)</b>			
• Impresiones	0.10	200	20.00
• Fotocopias	0.10	40	4.00
• Empastado	5.00	1	5.00
• Papel bond A-4 (500 hojas)	15.00	1	15.00
• Lapiceros	1.00	3	3.00
• Cuaderno A-4 (100 hojas)	5.00	1	5.00
<b>Servicios</b>			
• Uso de Turnitin	50.00	2	100.00
<b>Sub total</b>			152.00
<b>Gastos de viaje</b>			
• Pasajes para recolectar información	25.00	4	100.00
• Alimentación (por día)	25.00	2	50.00
<b>Sub total</b>			150.00
<b>Total de presupuesto desembolsable</b>			302.00
<b>Presupuesto no desembolsable (Universidad)</b>			
<b>Categoría</b>	<b>Base</b>	<b>% ó Número</b>	<b>Total (S/.)</b>
<b>Servicios</b>			
• Uso de Internet (Laboratorio de Aprendizaje Digital - LAD)	30.00	4	120.00
• Búsqueda de información en base de datos	35.00	2	70.00
• Soporte informático (Módulo de Investigación del ERP University -MOIC)	40.00	4	160.00
• Publicación de artículo en repositorio institucional	50.00	1	50.00
<b>Sub total</b>			400.00
<b>Recurso humano</b>			
• Asesoría personalizada (5 horas por semana)	63.00	4	252.00
<b>Sub total</b>			252.00
<b>Total de presupuesto no desembolsable</b>			652.00
<b>Total (S/.)</b>			

Fuente: elaboración Propia

## **Anexo 3: Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.**

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

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

#### **ÍNDICE**

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

**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 periodo 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 TUBERÍA	"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**

<b>ACUIFERO</b>	Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
<b>AGUA SUBTERRANEA</b>	Agua localizada en el subsuelo y que generalmente requiere de excavación para su extracción.
<b>AFLORAMIENTO</b>	Son las fuentes o surgencias, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
<b>CALIDAD DE AGUA</b>	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.
<b>CAUDAL MAXIMO DIARIO</b>	Caudal más alto en un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc.
<b>DEPRESION</b>	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.

<b>FILTROS</b>	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.
<b>FORRO DE POZOS</b>	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.
<b>POZO EXCAVADO</b>	Es la penetración del terreno en forma manual. El diámetro mínimo es aquel que permite el trabajo de un operario en su fondo.
<b>POZO PERFORADO</b>	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.
<b>SELLO SANITARIO</b>	Elementos utilizados para mantener las condiciones sanitarias óptimas en la estructura de ingreso a la captación.
<b>TOMA DE AGUA</b>	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 m<sup>3</sup> 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.

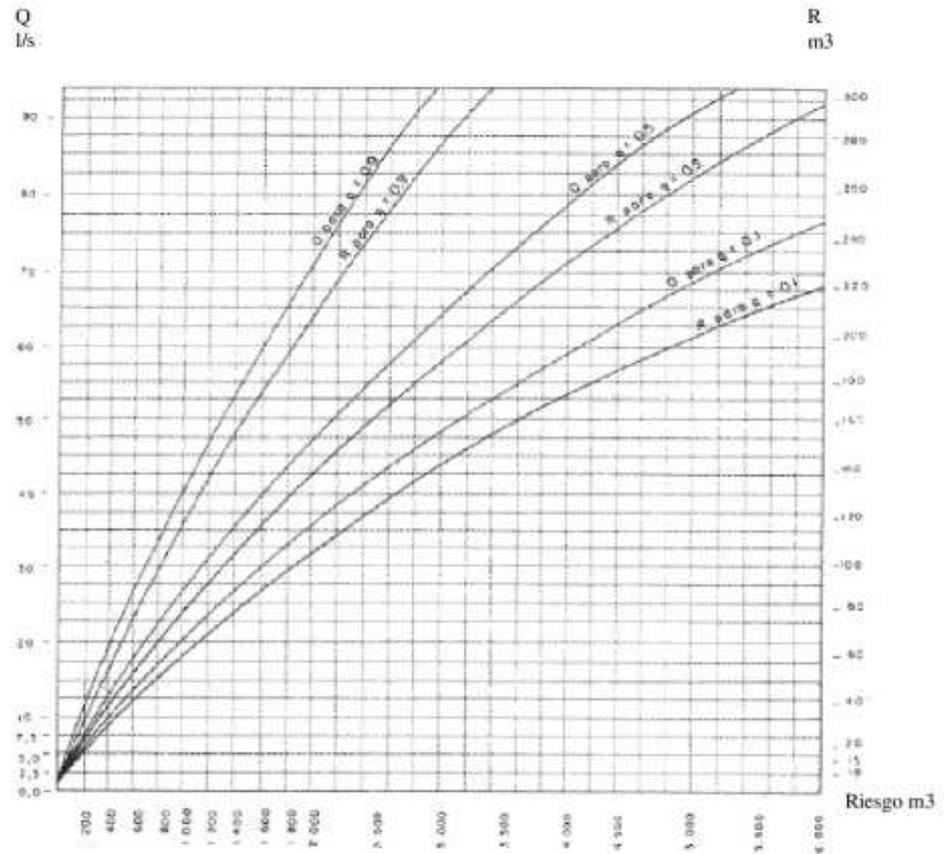
La superficie interna de los reservorios será, lisa y resistente a la corrosión.

## 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.
  - ✓ **Periodo 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	Barraje 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	Paseo 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	$Q_{med}$ (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.
10.2	Sedimentador			
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro	$Q_{med}$ (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.
10.5	Filtro Lento de Arena			
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo	$Q_{med}$ (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.
12	Línea de Impulsión			

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

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

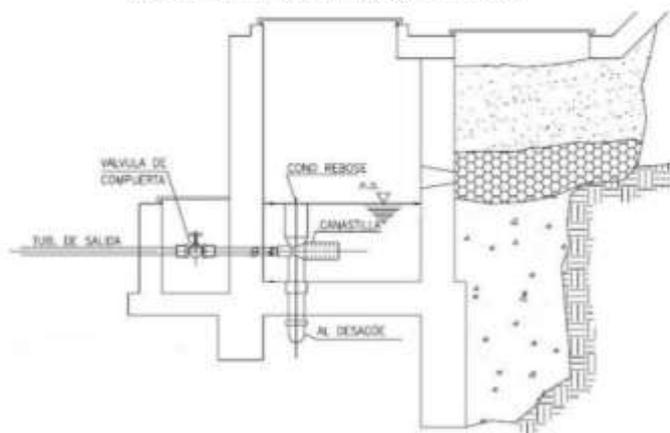
RANGO	$V_{alm}$ (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservorio	$\leq 5 \text{ m}^3$	$5 \text{ m}^3$
2 – Reservorio	$> 5 \text{ m}^3$ hasta $\leq 10 \text{ m}^3$	$10 \text{ m}^3$
3 – Reservorio	$> 10 \text{ m}^3$ hasta $\leq 15 \text{ m}^3$	$15 \text{ m}^3$
4 – Reservorio	$> 15 \text{ m}^3$ hasta $\leq 20 \text{ m}^3$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

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/s<sup>2</sup>)
- $H$  : 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:

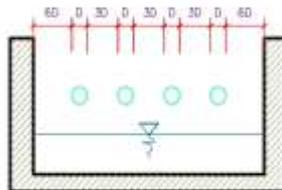
$D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- 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 aforamiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el aforamiento y la captación:

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

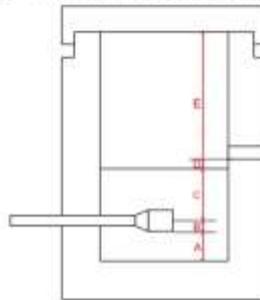
Donde:

L : distancia aforamiento – 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 aforamiento 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 ( $m^3/s$ )

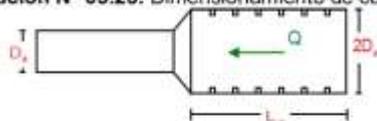
A : área de la tubería de salida ( $m^2$ )

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 ( $A_c$ ) 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 3Da y menor que 6Da:

$$3D_a < L_{ca} < 6D_a$$

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)

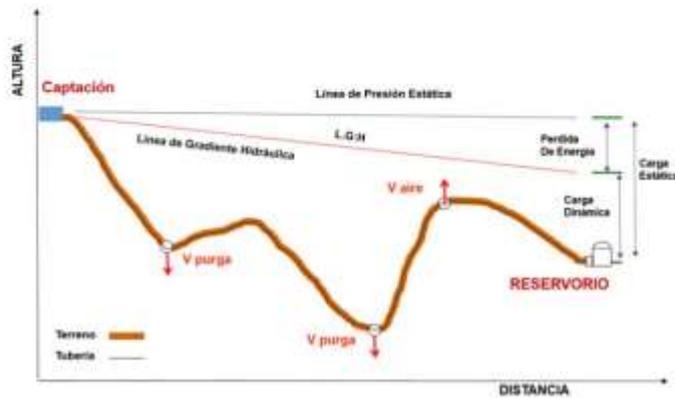
$h_f$  : pérdida de carga unitaria en (m/m) - (valor recomendado: 0.015 m/m)

$D_r$  : 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:

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

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:

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

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

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

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  $\gamma$  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.



✓ 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 m<sup>2</sup>, tanto por facilidad constructiva, como para permitir el alojamiento de los elementos.
- ✓ La estructura será de concreto armado f<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup> 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

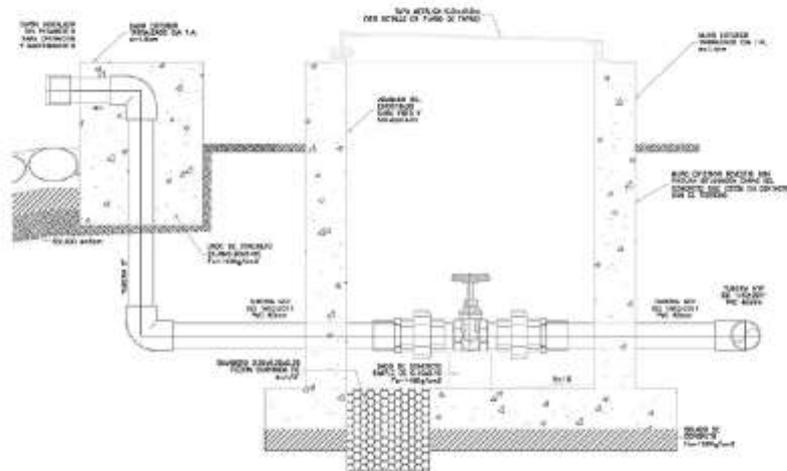
- ✓ Para sistemas de abastecimiento de agua en el ámbito rural, se recomienda una sección interior mínima de 0,60 x 0,60 m<sup>2</sup>, tanto por facilidad constructiva como para permitir el alojamiento de los elementos.

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

### 2.9.6. VÁLVULA DE PURGA

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

Ilustración N° 03.39. Diámetros de válvulas de purga



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

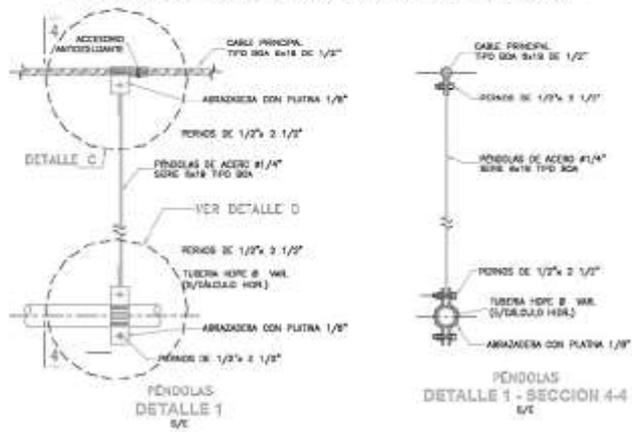
### 2.9.7. PASE AÉREO

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

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

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

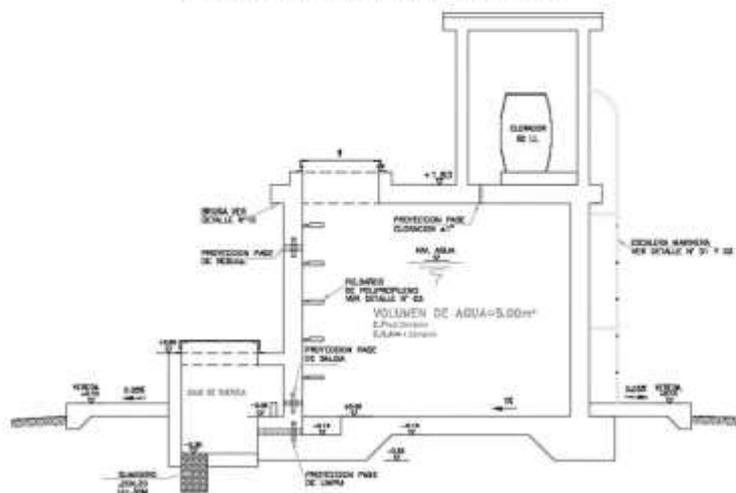
Ilustración N° 03.40. Detalles técnicos del pase aéreo



## 2.14. RESERVORIO

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

Ilustración N° 03.54. Reservorio de 5 m<sup>3</sup>



### Aspectos generales

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

Debe ser construido de tal manera que se garantice la calidad sanitaria del agua y la total estanqueidad. El material por utilizar es el concreto, su diseño se basa en un criterio de estandarización, por lo que el volumen final a construir será múltiplo de 5 m<sup>3</sup>. El reservorio debe ser cubierto, de tipo enterrado, semi enterrado, apoyado o elevado. Se debe proteger el perímetro mediante cerco perimetral. El reservorio debe disponer de una tapa sanitaria para acceso de personal y herramientas.

### Criterios de diseño

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

Se deben aplicar los siguientes criterios:

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

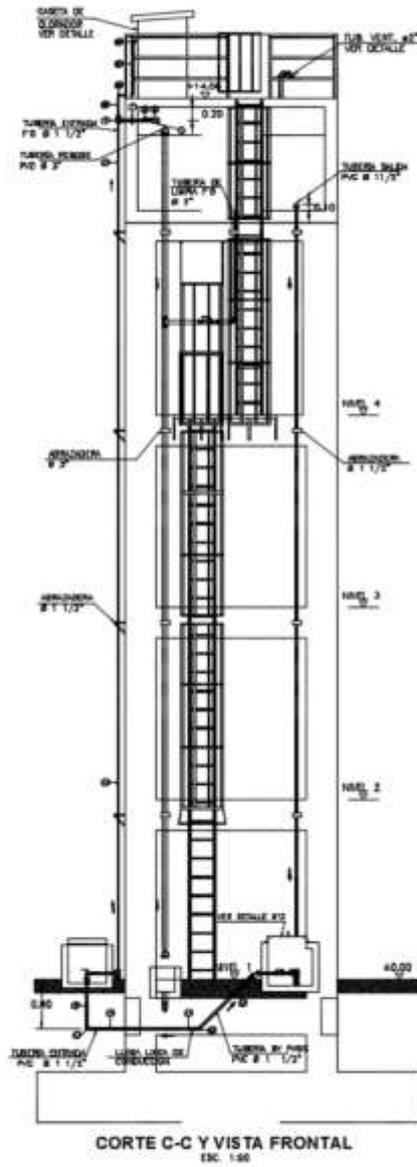
- La embocadura de las tuberías de entrada y salida deben estar en posición opuesta para forzar la circulación del agua dentro del mismo.
- El diámetro de la tubería de limpia debe permitir el vaciado en 2 horas.
- Disponer de una tubería de rebose, conectada a la tubería de limpia, para la libre descarga del exceso de caudal en cualquier momento. Tener capacidad para evacuar el máximo caudal entrante.
- Se debe instalar una tubería o bypass, con dispositivo de interrupción, que conecte las tuberías de entrada y salida, pero en el diseño debe preverse sistemas de reducción de presión antes o después del reservorio con el fin de evitar sobre presiones en la distribución. No se debe conectar el bypass por periodos 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 estanqueidad 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 m<sup>3</sup>



### 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>, la pared estará compuesto por ladrillo K.K. de 18 huecos y cubrirán la abertura entre las columnas estructurales del edificio. Éstos estarán unidos con mortero 1:4 (cemento: arena gruesa) y se prevé el tarrajeo frotachado interior y exterior con revoque fino 1:4 (cemento: arena fina).

Las paredes exteriores serán posteriormente pintadas con dos manos de pintura látex para exteriores, cuyo color será consensuado entre el Residente y la Supervisión. El acabado de las paredes de la caseta será de tarrajeo frotachado pintado en látex y el piso de cemento pulido bruñado a cada 2 m.

- **Pisos**  
Los pisos interiores de la caseta serán de cemento pulido y tendrán un bruñado a cada 2 m en el caso de reservorios grandes.
- **Pisos en Veredas Perimetrales**  
En vereda el piso será de cemento pulido de 1 m de ancho, bruñado cada 1 m y, tendrá una junta de dilatación cada 5 m.

El contrazócalo estará a una altura de 0,30 m del nivel del piso acabado y sobresaldrá 1 cm al plomo de la pared. Estos irán colocados tanto en el interior como en el exterior de la caseta de válvulas.

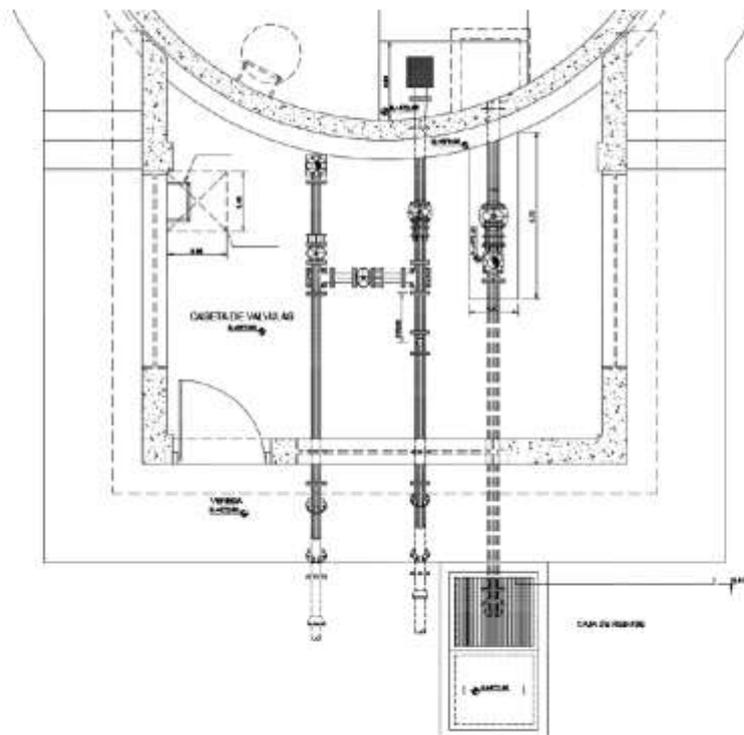
- **Escaleras**  
En el caso sea necesario, la salida de la caseta hacia el reservorio, se debe colocar escaleras marineras de hierro pintadas con pintura epóxica anticorrosivas con pasos espaciados a cada 0.30 m.
- **Escaleras de Acceso**  
Las escaleras de acceso a los reservorios (cuando sean necesarias), serán concebidas para una circulación cómoda y segura de los operadores, previendo un paso aproximado

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

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

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

**Ilustración N° 03.56.** Caseta de válvulas de reservorio de 70 m<sup>3</sup>



#### 2.14.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN

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

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

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

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

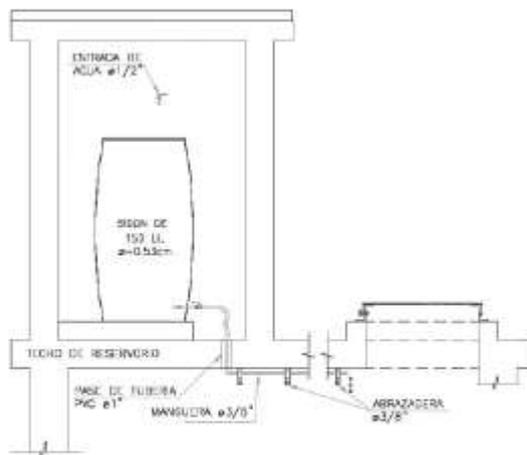
#### Desinfectantes empleados

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

- Hipoclorito de calcio ( $\text{Ca}(\text{OCl})_2$  o HTH). Es un producto seco, granulado, en polvo o en pastillas, de color blanco, el cual se comercializa en una concentración del 65% de cloro activo.
- Hipoclorito de sodio ( $\text{NaClO}$ ). 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 ( $\text{ClO}_2$ ). Se genera normalmente en el sitio en el que se va a utilizar, y, disuelto en agua hasta concentraciones de un 1%  $\text{ClO}_2$  (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

$$P = Q \cdot d$$

Donde:

P : peso de cloro en gr/h

Q : caudal de agua a clorar en m<sup>3</sup>/h  
d : dosificación adoptada en gr/m<sup>3</sup>

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

$$P_c = P \cdot 100/r$$

Donde:

P<sub>c</sub> : peso producto comercial gr/h  
r : porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial (%)

- Cálculo del caudal horario de solución de hipoclorito (q<sub>s</sub>) en función de la concentración de la solución preparada. El valor de "q<sub>s</sub>" permite seleccionar el equipo dosificador requerido

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

Donde:

P<sub>c</sub> : peso producto comercial gr/h  
q<sub>s</sub> : demanda horaria de la solución en l/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg  
c : concentración solución (%)

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

$$V_s = q_s \cdot t$$

Donde:

V<sub>s</sub> : 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 <sup>3</sup> /día	l/s	
HC-320	30 - 90	0.34 – 1.04	05 lb = 2.27 kg
HC-3315	80 - 390	0.92 – 4.50	15 lb = 6.81 kg
HC-3330	120 - 640	1.40 – 7.40	20 lb = 9.08 kg

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

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

### 2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

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

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



## 2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

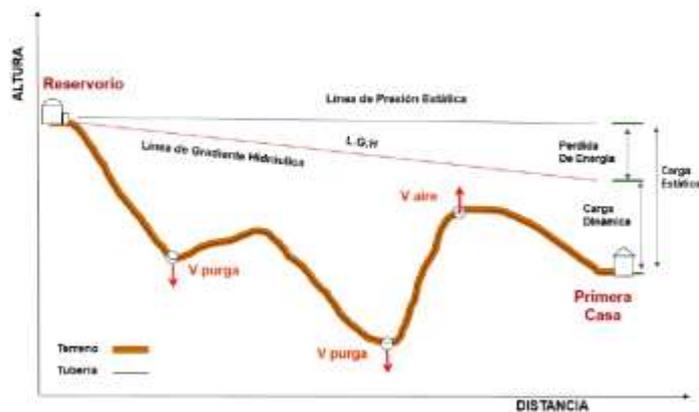
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

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

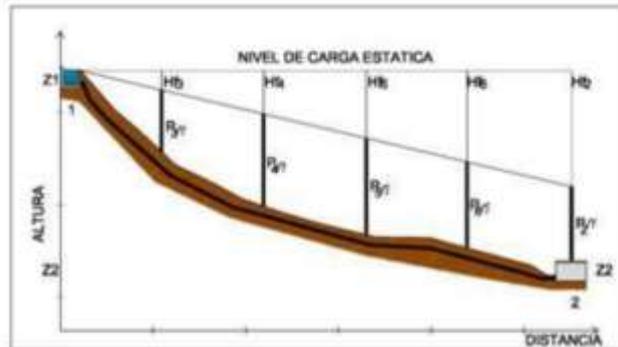
✓ Presión

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.

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

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



Donde:

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

$P/\gamma$  : altura de carga de presión, en m, P es la presión y  $\gamma$  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  $\Delta H_i$  en las piezas especiales y en las válvulas, las cuales se evaluarán mediante la siguiente expresión:

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

Donde:

$\Delta H_i$  : 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).

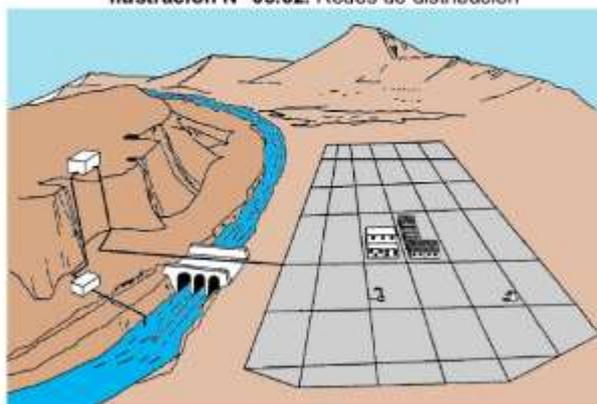
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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 reúne 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:

$$Q_i = Q_p \cdot P_i$$

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:

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

Donde:

$Q_{\text{ramal}}$  : 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:

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

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/s<sup>2</sup>)

$A$  : 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 (m<sup>2</sup>)

- 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 (m<sup>3</sup>).

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

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

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

H<sub>t</sub> : altura total de agua almacenado en la CRP hasta el nivel de la tubería de rebose (cm)

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

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

Donde:

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

C<sub>d</sub> : coeficiente de distribución o de descarga de orificios circulares (0,8)

A<sub>o</sub> : área del orificio de salida (área de la tubería de la línea de conducción

g : aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

A<sub>b</sub> : área de la sección interna de la base (m<sup>2</sup>)

$$A_b = a \times b$$

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<sub>canastilla</sub> : diámetro de la canastilla (pulg)

D<sub>c</sub> : diámetro de la tubería de salida a la red de distribución (pulg)

L<sub>diseño</sub> : longitud de diseño de la canastilla (cm), 3D<sub>c</sub> y 6D<sub>c</sub> (cm)

$$A_t = 2 \times A_c$$

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

Donde:

A<sub>t</sub> : área total de las ranuras (m<sup>2</sup>)

A<sub>c</sub> : área de la tubería de salida a la línea de distribución (m<sup>2</sup>)

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

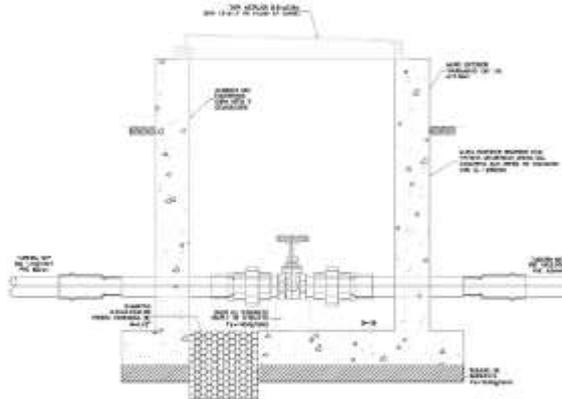
AR : área de la ranura (mm<sup>2</sup>)

AR : ancho de la ranura (mm)

LR : largo de la ranura (mm)



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



#### Tipos de válvulas de interrupción

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

##### a. Válvulas de compuerta

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

##### b. Válvulas de mariposa

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

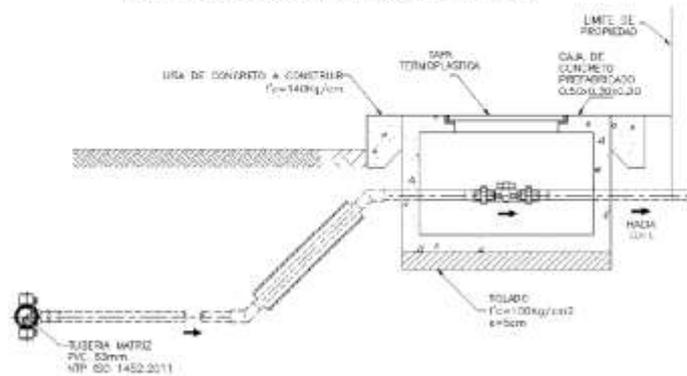
- Accionamiento: Palanca, desmultiplicador manual, o accionador (neumático, eléctrico o hidráulico).
  - Instalación: Embridada.
  - Salvo que existan dificultades para ello, las válvulas se deben instalar con el eje en posición vertical, con el fin de evitar posibles retenciones de cuerpos extraños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

### 2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

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

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

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar



## **Anexo 4: 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 formulación .....
  - SI en Gestión .....
  - SI en Ejecución .....

Nombre del encuestado: .....

Fecha: ..... / ..... / ..... Nombre del encuestador: .....

## **Anexo 5: Memoria de Calculo**

## CALCULO PRELIMINAR DE POBLACION DE DISEÑO

### CALCULOS

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

#### DATOS GENERALES

POBLACION	N°	FUENTE
ACTUAL	45,00	Conteo viviendas
DENSIDAD POBLACIONAL	5,00	Hab/hogar
<b>TOTAL</b>	<b>225,00</b>	Habitantes

Poblacion actual **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

donde:

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

Pf = Población futura

Pa = Población actual

r = Coeficiente de crecimiento anual

t = Tiempo en años (periodo de diseño)

#### A.1.- PERIODO DE DISEÑO

Es el tiempo en el cual el sistema sera 100% eficiente, ya sea por capacidad en la conducción

V	
Periodo de diseño recomendado para poblaciones	
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	
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

De la consideracion anterior se asume el periodo de diseño:

**t = 20** años

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

### 3.6 TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 , 2007 y 2017

Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)				
	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Total	2,20	2,90	2,50	2,19	1,54
Amazonas	2,90	4,60	3,00	2,36	0,78
<b>Áncash 1/</b>	<b>1,50</b>	<b>2,00</b>	<b>1,40</b>	<b>1,21</b>	<b>0,8</b>
Apurímac	0,50	0,60	0,50	1,40	0,40
Arequipa	1,90	2,90	3,20	2,19	1,61
Ayacucho	0,60	1,00	1,10	-0,18	1,54
Cajamarca 1/	2,00	1,90	1,20	1,72	0,68
Prov. Const. d	4,60	3,80	3,60	3,10	2,23
Cusco	1,10	1,40	1,70	1,78	0,91
Huancavelica	1,00	0,80	0,50	0,88	1,17
Huánuco 1/	1,60	2,10	1,60	2,66	1,07
Ica	2,90	3,10	2,20	2,24	1,62
Junín 1/	2,10	2,70	2,20	1,64	1,23
La Libertad 1/	2,00	2,80	2,50	2,17	1,71
Lambayeque	2,80	3,80	3,00	2,63	1,34
Lima	4,40	5,00	3,50	2,51	1,98
Loreto 1/	2,80	2,90	2,80	2,99	1,84
Madre de Dios	5,40	3,30	4,90	6,08	3,50
Moquegua	2,00	3,40	3,50	1,99	1,60
Pasco 1/	2,00	2,30	2,00	0,54	1,51
Piura	2,40	2,30	3,10	1,76	1,33
Puno	1,10	1,10	1,50	1,62	1,13
San Martín	2,60	3,00	4,00	4,66	1,96
Tacna	2,90	3,40	4,50	3,59	1,98
Tumbes	3,70	2,90	3,40	3,42	1,79
Ucayali 1/	6,80	5,90	3,40	5,63	2,24

1/ Reconstruidos de acuerdo a la División Político Administrativa de 2007, considerando los cambios ocurridos en cada uno de

2/ Por mandato Constitucional del 22 de abril de 1857, se reconoce como Provincia Constitucional del Callao a la Provincia

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940,

$$P_f = P_a \left(1 + \frac{r}{100}\right)^t$$

POR LO TANTO:

$$P_f = 261 \text{ Hab.}$$

## B.- CÁLCULO DE LA DEMANDA DE AGUA

### B.1.- DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN

Por Reglamento Nacional de Construcciones es de 120 l/h/día

Demanda de dotación asumido:

$$D = 80 \text{ l/Hab./día}$$

### B.2.- VARIACIONES PERIODICAS

### CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL ( Qm )

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.

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

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

$$Q_m = 0,24 \text{ l/s}$$

### 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.

$$Q_{md} = K_1 \times Q_m$$

$$Q_{mh} = K_2 \times Q_m$$

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

El valor de K1 para pob. rurales varia entre 1.2 y 1.5; y los valores de k2 varían desde 1 hasta 4. (dependiendo de la población de diseño y de la región)

Valores recomendados y mas utilizados son:

K1 =	1,3
K2 =	2,5

Qmd = **0,31** l/s Para diseño captacion y redes  
Qmh = **0,60** l/s Para diseño de reservorio, aduccion y redes

### C.- AFOROS

Se ubico una captacion de ladera concentrado

**FUENTE 01.** Se hizo un aforo Volumetrico con un recipiente Cilindrico de 0.25m de diametro y 0.25 de

**FUENTE 01.** Se hizo un aforo Volumetrico con un recipiente Cilindrico de 0.25m de diametro y 0.25 de

DESCRIPCIO	CAUDAL	OBSERVACIONES
FUENTE 01	1,35	Epoca de llluvias
FUENTE 01	0,81	0.60 Qf descenso promedio

$$Q = 0,81 \text{ l/s}$$

**0,81 > 0,31 OK!**

La oferta del recurso hidrico existente en epocas de estiaje cubre la demanda de agua actual y el proyectado para un periodo de 20 años.

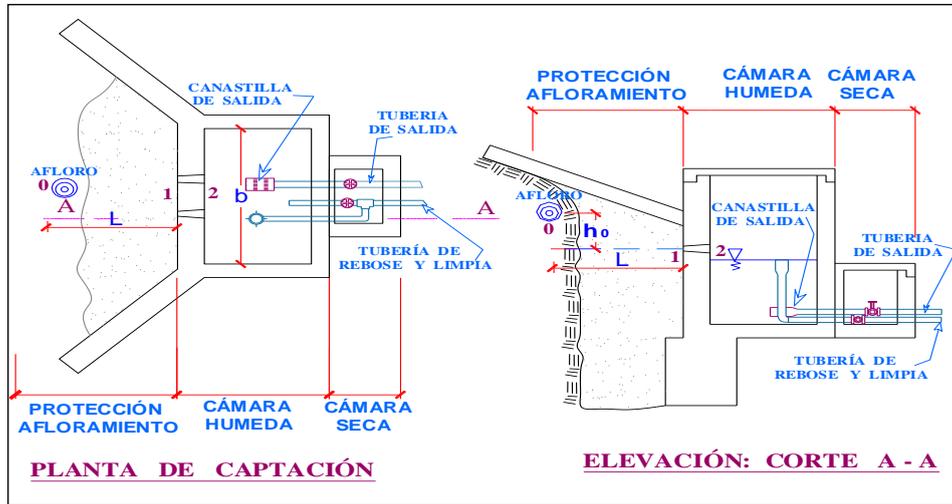
**DATOS GENERALES DEL PROYECTO**

Población Actual : 225 hab.  
 Población Futura : 261 hab.

**CAUDAL PARA UNA CAPTACION**

Caudal de Diseño : 0,50 l/s  
 Caudal Máximo : 0,85 l/s

**DISEÑO DE LA CAPTACION - MANANTIAL DE LADERA Y CONCENTRADO**



**A .- CÁLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE EL AFLORAMIENTO Y LA CAMARA HÚMEDA (L):**

$$\frac{P_0}{\gamma} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Considerando  $P_0, V_0, P_1$  y  $h_1$  igual a cero, se tiene:

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g}$$

$h_0$  = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (Se recomienda Valores de 0.4 a 0.5m)

$V_1$  = Velocidad Teorica en m/s

$g$  = Aceleracion de la Gravedad (9.81 m/s<sup>2</sup>)

$Q_1 = Q_2$

$Cd \times A_1 \times V_1 = A_2 \times V_2$

como  $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{Cd}$$

Donde

$V_2$  = Velocidad de pase (se recomienda valores menores o iguales a 0.6 m/s)

$Cd$  = Coeficiente de descarga en el Punto 1 se asume (0.8)

$$V = \left[ \frac{2gh}{1.56} \right]^{1/2}$$

$h_0 = 0.4$  Se recomienda valores entre 0.4 a 0.5 m.

$g = 9.81$

$V = 2.2429$

como este valor es mayor que la velocidad maxima recomendada de 0.6 m/s

como este valor es mayor que la velocidad maxima recomendada de 0.6 m/s por lo que asumiremos

para el diseño una velocidad de 0.5 m/s.

Con  $V=0.5$  determinamos el valor de  $h_0$

$$h_0 = 1.56 \frac{V_1^2}{2g}$$

$V_1 = 0.5$

$g = 9.81$

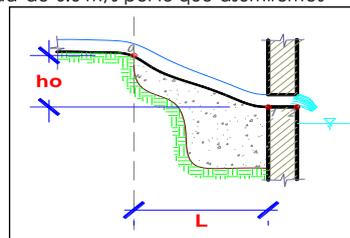
$h_0 = 0.0199$

$H_f = H - h_0 = 0.380122$

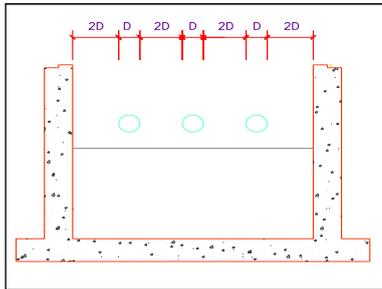
$L = H_f / 0.30 = 1.267074$

USAR  $L = 1.30$

**$H = 0.4$**



**B.- CÁLCULO DEL ANCHO DE LA PANTALLA (b):**



CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DE INGRESO A LA CAPTACIÓN:

$$A = Q_{max} / C_d * V$$

Donde:  
 Cd: Coeficiente de descarga(0.6 - 0.8)  
 V : Velocidad de descarga ≤ 0.6m/seg.  
 Qmax. : Caudal máximo del manantial (m3/seg)  
 A : Área total de las tuberías de salida.



Tomando valores:

V :	0,5	m/s
Qmax:	0,0009	m3/s
Cd :	0,8	

A =	0,002 m2	5,08
D =	5,21 cm.	2,05 "

Como el el diametro es mayor al recomendado de 2"  
 Asumiendo: D = 2 Pulgadas

; Aasumido= 0,0020 m2

$$N_A = \frac{\text{Area Dobtenido}}{\text{Area Dasumido}} + 1$$

Donde:

N<sub>A</sub> : Número de orificios

N<sub>A</sub> = 2,05 ≈ 7 Unidades

repartira en dos filas

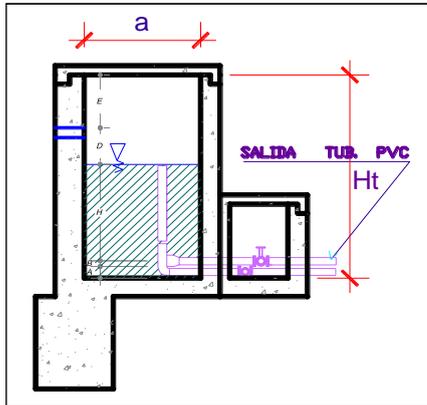


$$b = 2(3D) + N_A D + 2D(N_A - 1)$$

$$b = 103,23 \text{ cm}$$

$$= 1,10 \text{ m.}$$

**C.- DETERMINACION DE LA ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA ( Ht ):**



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

DONDE:

A = 10.00 cm.(Mínimo)

B = 1/2 Diámetro de la canastilla.

D = Desnivel mínimo (3.00 cm)

E = Borde Libre ( 10 - 30 cm.)

H = Altura del agua que permita una velocidad determinada a la salida de la tubería a la línea de conducción.(min 30cm.)

$$H = \frac{1.56.V^2}{2g} \quad H = \frac{Q_{md}^2}{2gAt^2}$$



Qmd = 0,0005	m3/seg
g = 9,81	m/seg2
Ac = 0,0020	m2

V = 0,2468 m/seg

H = 0,0031 m.

Area de tubería de salic 2 Pulg 20,268 0,002 m2

Por lo tanto H = 0,30 m. (altura mim. Recomendado 0.30m)

Asumiendo :

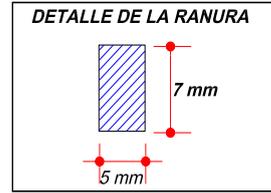
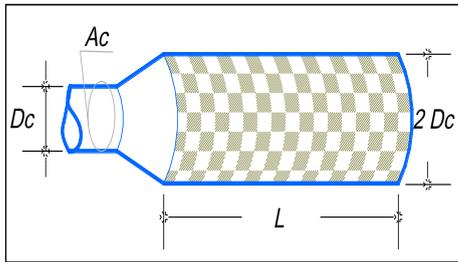
Dc =	2,00 Pulg.
E =	0,30 m.
D =	0,03 m.
A =	0,10 m.
B =	0,051 m.



$$Ht = 0,78 \text{ m.}$$

$$Ht = 1,10 \text{ m.}$$

D.- DISEÑO DE LA CANASTILLA :



CONDICIONES:

$A_t = 2 A_c$   
 $3 D_c < L < 6 D_c$   
 $A_t \leq 0.50 * D_g * L$

$$\text{N}^\circ \text{ ranura} = \frac{A_t}{\text{Área de una ranura}}$$

D tubería de salí 2 "  
 D canastilla 2 Dtub 4 "

Donde :  
 At : Área total de las ranuras  
 Ag : Área de la granada.



At = 0,00405 m2

Ar area de ranur 7 5 35 mm2  
 Ar = 0,00004 m2

CÁLCULO DE L:

$3 * D_c = 15,24 \text{ cm}$   
 $6 * D_c = 30,48 \text{ cm}$

$A_c = (3.14 * D_c^2) / 4$

**Ac** = 20,2683 cm2



**L = 25,00 m**

Ag (=)  $0.50 * D_g * L$

Ag = 0,03990 m2

At = 0,00405 m2

**Ac = 0,00203**

$0.5 * D_g * L = 0,03990 \text{ m2}$



0,03990 > 0,00405 -----> **OK!**

Nº ranuras = 115,82

Por lo tanto :

**Nº ranuras = 116 Ranuras**

E.- DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA DE REBOSE Y LIMPIEZA :

FÓRMULA:

$$D = 1.548 \left[ \left( \frac{nQ}{\sqrt{S}} \right)^{3/8} \right]$$

Donde :

Q = Caudal máximo de la fuente en m3/seg

S = Pendiente mínima (1 - 1.5 %) m/m

n = coeficiente de rugosidad de manning

D = diámetro de la tubería en m.



Datos:

n = 0,01 PVC

S = 1%

Q = 0,85 lt/seg (caudal maximo)

$n * Q = 9E-06$

$\sqrt{S} = 0,1$

**D = 0,05 m. ≈ 1,82 Pulg. Pulg. 3 Pulg.**

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 : 150													
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:													
DESCRIPCION	DISTANCIA HORIZONTAL	NIVEL DINAMICO - COTA -	LONG. DE TUBERIA	PENDIEN TE	CAUDAL	DIAMETRO CALCULADO	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	VELOCIDAD REAL	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	H <sub>f</sub> ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
	(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m³/Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
	00 Km+ 000,00 m	3.496,00	0,00		0,001							3.496,000	0,000
CAPTACION - CAMARA ROMPE PRESION TP 6	00 Km+ 720,00 m	3.452,00	720,00	0,061	0,001	23,866	38	1,118 m/Seg.	0,441 m/Seg.	4,567	4,567	3.491,433	39,433
CRP TP 6 - RESERVORIO	00 Km+ 959,00 m	3.416,00	239,00	0,151	0,001	19,830	25	1,619 m/Seg.	1,019 m/Seg.	11,650	16,216	3.475,217	59,217

DISEÑO DE LA LINEA DE ADUCCION												
DATOS DE CALCULO												
CAUDAL MAXIMO DIARIO : .31 Lit./Seg												
COEFICIENTE C : (R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC) Entonces sera de : 150												
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	DIAMETRO ASUMIDO	VELOCIDAD CALCULADA	VELOCIDAD REAL	PERDIDA DE CARGA UNITARIA	H <sub>f</sub> ACUMULADA	ALTURA PIESOMETR. - COTA -	PRESION
(Km + m)	(m.s.n.m.)	(m)	(m/m)	(m³/Seg.)	(mm)	(mm)	→ (m/Seg.)	→ (m/Seg.)	(m/Km)	→ (m)	(m.s.n.m.)	(m) ↑
00 Km+ 000,00 m	3.415,00	0,00		0,000							3.415,000	0,000
00 Km+ 200,00 m	3.385,00	200,00	0,150	0,000	16,633	25	1,446 m/Seg.	0,640 m/Seg.	4,123	4,123	3.410,877	25,877

## RESERVORIO

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

### DISEÑO HIDRAULICO

#### Demanda

Demanda Promedio (QProm.) :	0,24 Litros x Segundo	$Q_{prom} = \text{Pob. Dis.} \times \text{Dotac}/86400$
Demanda Máxima Diaria (QD Máx) :	0,30 Litros x Segundo	$Q_{DMáx} = Q_{Prom.} \times D.\text{Diaria}$
Demanda Máxima Horaria (QH Máx) :	0,60 Litros x Segundo	$Q_{HMáx} = Q_{Prom.} \times D.\text{Horaria}$

#### CÁLCULO DEL RESERVORIO

##### Volumen Requerido

Volumen de Regulación :	6,48 m3	$V_{Regulación} = 0.20 \times Q_{prom}$
Volumen Contra incendio :	0,00 m3	No se considera en habilitaciones menores a 10,000 habitantes
Volumen Diseño :	6,48 m3	
Volumen Requerido :	6,48 m3	

##### Geometría del Reservoirio

###### Borde Libre :

Norma S.222.4.09 : Distancia Vertical entre el Techo del depósito y el eje del tubo de entrada de agua, dependerá del diámetro de éste y los dispositivos de control, no pudiendo ser menor a 0.20 m:

$$\text{Por lo tanto : } d_1 = 0,20 \text{ m}$$

Norma S.222.4.10 : Distancia Vertical entre los ejes de tubos de rebose y entrada de agua será igual al doble del diámetro del primero y en ningún caso menor de 0.15 m

$$\begin{aligned} f_{\text{Rebose}} &: 0,10 \text{ m} \\ \text{El doble será} & 0,20 \text{ m} \\ \text{Por lo tanto : } d_2 &= 0,20 \text{ m} \end{aligned}$$

Norma S.222.4.11 : Distancia Vertical entre el eje del tubo de rebose y el máximo nivel de agua será igual al diámetro del tubo de aquel y nunca inferior a 0.10 m

$$\begin{aligned} f_{\text{Rebose}} &: 0,10 \text{ m} \\ \text{Por lo tanto : } d_3 &= 0,10 \text{ m} \end{aligned}$$

Luego el borde Libre (Distancia entre el techo del depósito y el nivel máximo de agua) es :

$$D_{\text{borde Libre}} = d_1 + d_2 + d_3 : 0,50 \text{ m}$$

###### Geometría :

###### Caja Interior :

V Reservoirio	10,00 m3
Ancho (Agua) :	3,00 m
Largo (Agua) :	3,00 m
Altura (Agua) :	1,11 m
V T. Final :	10,00 m3

$$\text{Altura Neta } (H_{\text{agua}} + D_{\text{B.Libere}}) : 1,66 \text{ m}$$

## **Anexo 6: Topografía**

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 7: Panel Fotográfico**



Fotografía 01: imagen panorámica del caserío Cualuto



Fotografía 02: imagen panorámica del caserío Cualuto



Fotografía 03: vista lateral del caserío Cualuto



Fotografía 04: encuesta a los moradores del caserío Cualuto



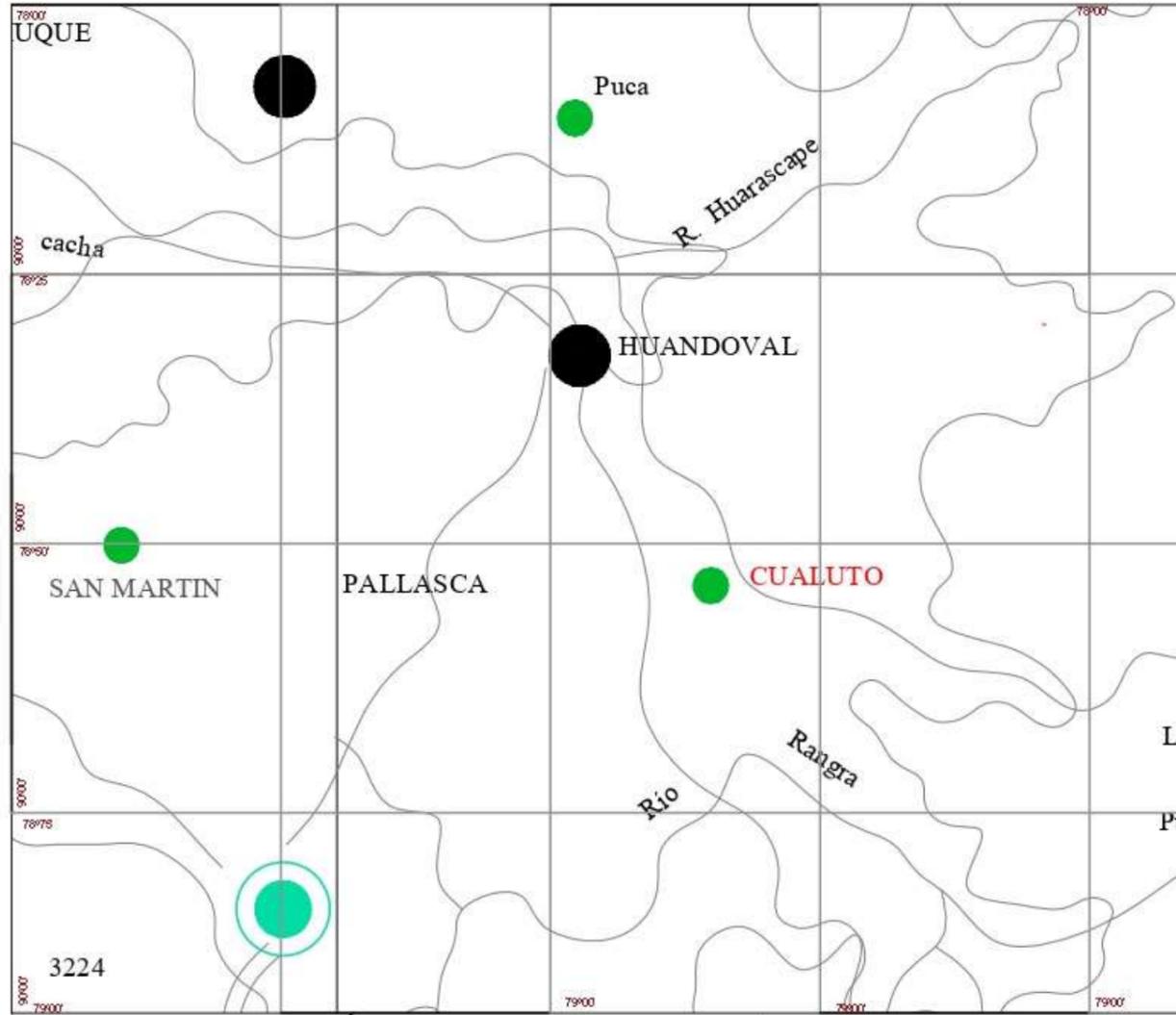
Fotografía 05: encuesta a los moradores del caserío Cualuto



Fotografía 06: ubicación de la fuente del caserío Cualuto

## **Anexo 8: Planos arquitectónicos y estructurales**

# Plano 1 plano de ubicación y localización



**PLANO DE UBICACIÓN**

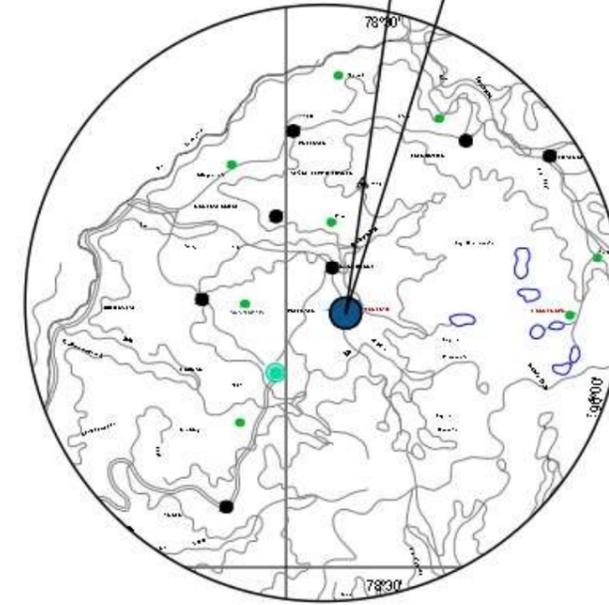
ESCALA: 1/500

**LEYENDA**

Provincia	ANCASH
Capital de Región	
Capital de Provincia	
Capital de Distrito	
Palacio o Cuartel	
Monumento Histórico	
Agua Terrenal	
Aérea	
Límite Departamental	
Límite Provincial	
Cementerio Prehistórico	
Cementerio Histórico	
Cementerio Moderno	
Cementerio Sin Aflorar - Cerrado	
Cementerio de Hombres o Señores	
Cementerio de Mujeres	
Posto - Estación	
Símbolo	

**PLANO DE LOCALIZACION**

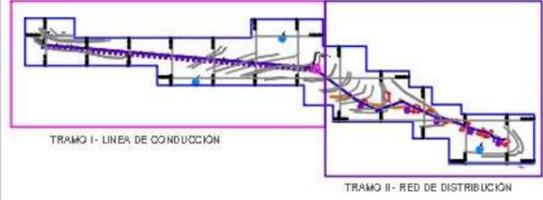
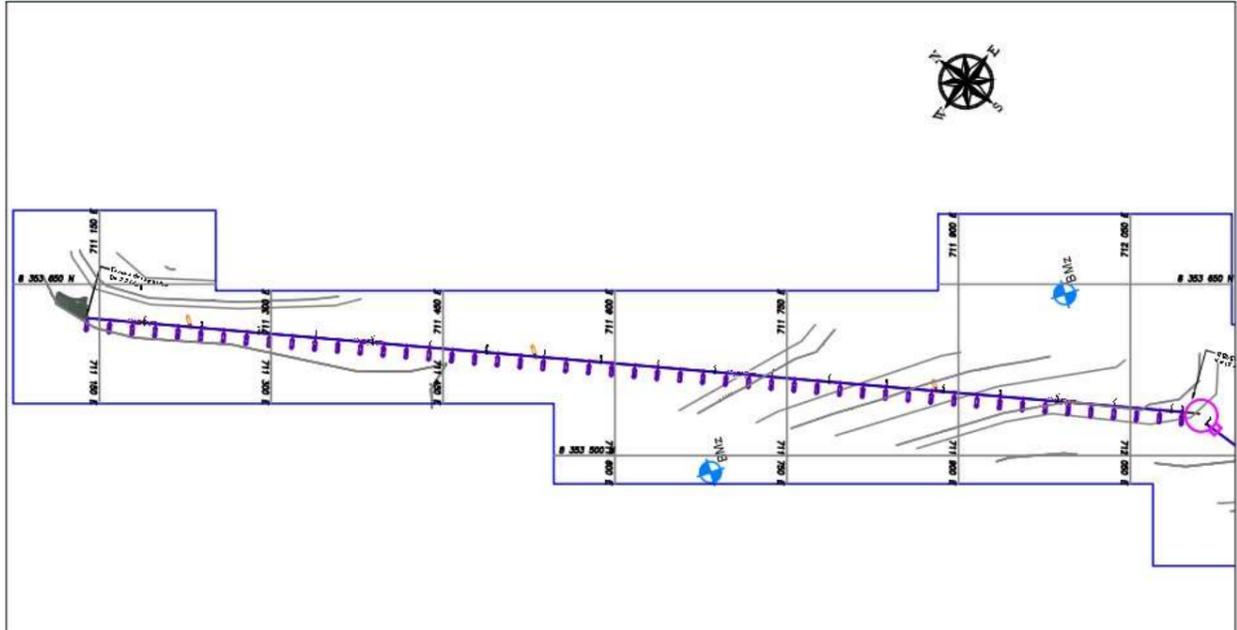
ESCALA: 1/1000



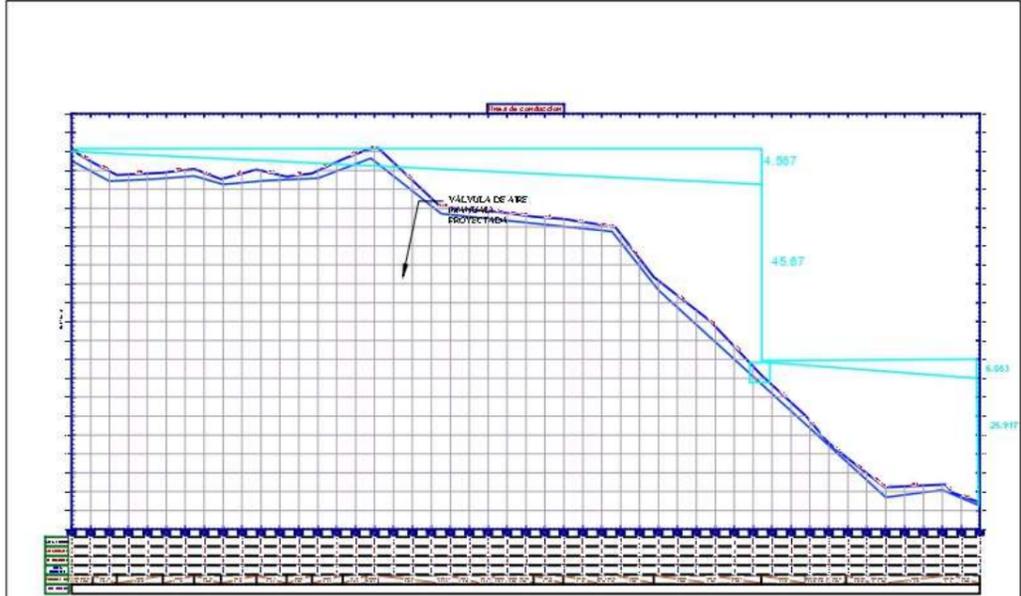
DEPARTAMENTO : **ÁNCASH**  
 PROVINCIA: **PALLASCA**  
 DISTRITO : **HUANDOVAL**  
 CASERIO : **CUALUTO**

		UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE	
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO CUALUTO DISTRITO DE HUANDOVAL, PROVINCIA DE PALLASCA, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH PARA SU INGRESO EN LA COSECHA SIVAFRIA DE LA PEBLADILLA			
UBICACIÓN: Departamento: <b>ÁNCASH</b> Distrito: <b>HUANDOVAL</b> Caserio: <b>CUALUTO</b>		LÁMINA:  <b>U-01</b>	
PLANO : UBICACION Y LOCALIZACION		ASESOR: <b>ING. EDUARDO ALMONACID</b> CURSO: <b>TALLER DE TITULACION</b>	
AUTOR: <b>ROCIO ELIZABETH ALMONACID</b>		ESCALA: <b>INDICADA</b> FECHA: <b>13/10/2021</b>	

# Plano 3 perfil longitudinal de la línea de conducción



CUADRO DE BMz				
DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION	UBICACION
BM1	9110173.79	782840.25	3633.01	Sobre Hito de Concreto
BM2	9110070.05	782985.46	3648.00	Sobre Hito de Concreto
BM3	9110242.33	782711.84	3623.90	Sobre Hito de Concreto



NORMAS TÉCNICAS VIGENTES	
PRODUCTO	NORMA/ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
TUBERÍA Y ACCESORIOS HDPE PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA	PE 100, PNB, SDR 26, NTP ISO 4427 : 2008
TUBERÍAS PVC-U PARA AGUA POTABLE A PRESIÓN	LAS TUBERÍAS CON DN=63mm CUMPLIRÁN CON LA NORMA NTP ISO 1452 : 2011 (NTP ISO 4422 : 2007)  LOS ANILLOS SERÁN DE CAUCHO JUNTA SEDURA CON ALMA DE ACERO Y CUMPLIRÁN LA NORMA NTP ISO 4633 : 1999/EN 681-1  LOS ACCESORIOS CUMPLIRÁN CON LA NORMA (NTP ISO 4422 : 2007)
TUBERÍAS PVC-SP PARA AGUA POTABLE A PRESIÓN	LAS TUBERÍAS CON DN=63mm CUMPLIRÁN CON LA NORMA (NTP ISO 399.002 : 2015)  LOS ACCESORIOS CUMPLIRÁN CON LA NORMA (NTP 399.019 : 2004/NTE 002)
CEMENTO DISOLVENTE PARA TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U)	NTP 399.090 : 2015
CEMENTO PORTLAND	PARA TODO TIPO DE CONCRETO EN CONTACTO CON EL TERRENO SE DEBE UTILIZAR CEMENTO PORTLAND TIPO I

LEYENDA	
	LINEA DE TUBERIA
	CAJA ROMPE PRESION
	RESERVORIO EXISTENTE
	CAPTACIONES
	TROCHA CARROSABLE
	CURVA MAYOR
	CURVAS MENOR
	CARRETERAS
	CASAS
	NORTE MAGNETICO
	ESTACIONES
	BMz
	POSTES

UNIVERSIDAD CATOLICA  
LOS ANGELES DE CHIMBORAZO

INSTITUTO VECINAL DE INVESTIGACION EN AGROPECUARIO Y GANADERIA

PROYECTO: LINEA DE CONDUCCION

FECHA: 2023.10.15

PT-02

# Plano 4 diseño de la cámara de captación

**PLANTA (ARQUITECTURA)**  
ECL. 1.01

**PLANTA (HIDRAULICA)**  
ECL. 1.02

**CORTE A-A (ARQUITECTURA)**  
ECL. 1.03

**CORTE A-A (HIDRAULICO)**  
ECL. 1.04

**CORTE B-B (HIDRAULICO)**  
ECL. 1.05

**CORTE B-B (ARQUITECTURA)**  
ECL. 1.06

**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

- Concreto armado  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Concreto simple  $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2$
- Acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- Revoque: 2.0 cm parte Exterior, 2.0 cm parte Interior
- Estuco exterior  $\approx 1.5 \text{ cm}$ , 1.2" adobe impermeabilizante
- Las juntas y juntas de las estructuras serán selladas con caucho

**MATERIALES**

- Concreto Portland Tipo I
- Acero Corrugado Serris 60
- Hormigon

**UBICACION Y ACCESORIOS**

- Tuberia y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana 266.032 para Sello a presión
- Norma Técnica Peruana 266.033
- Norma Técnica Peruana ISO 1432:2011

**ACCESORIOS**

ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD
1	UNDALETA PVC	1	"
2	VALVULA DE PVC 50"	1	"
3	ADAPTADOR DE PVC 50"	1	"
4	VALVULA DE CIERRE PARA 50"	1	"
5	CONJUNTO DE VALVULA PVC 50"	1	"
6	CONJUNTO DE VALVULA PVC 50"	1	"
7	VALVULA AUTOMATICA DE PVC	1	"
8	VALVULA DE PVC 50"	1	"
9	VALVULA DE PVC 50"	1	"
10	VALVULA DE PVC 50"	1	"
11	VALVULA DE PVC 50"	1	"

**CUADRO DE RELACIONES DE NORMAS TECNICAS**

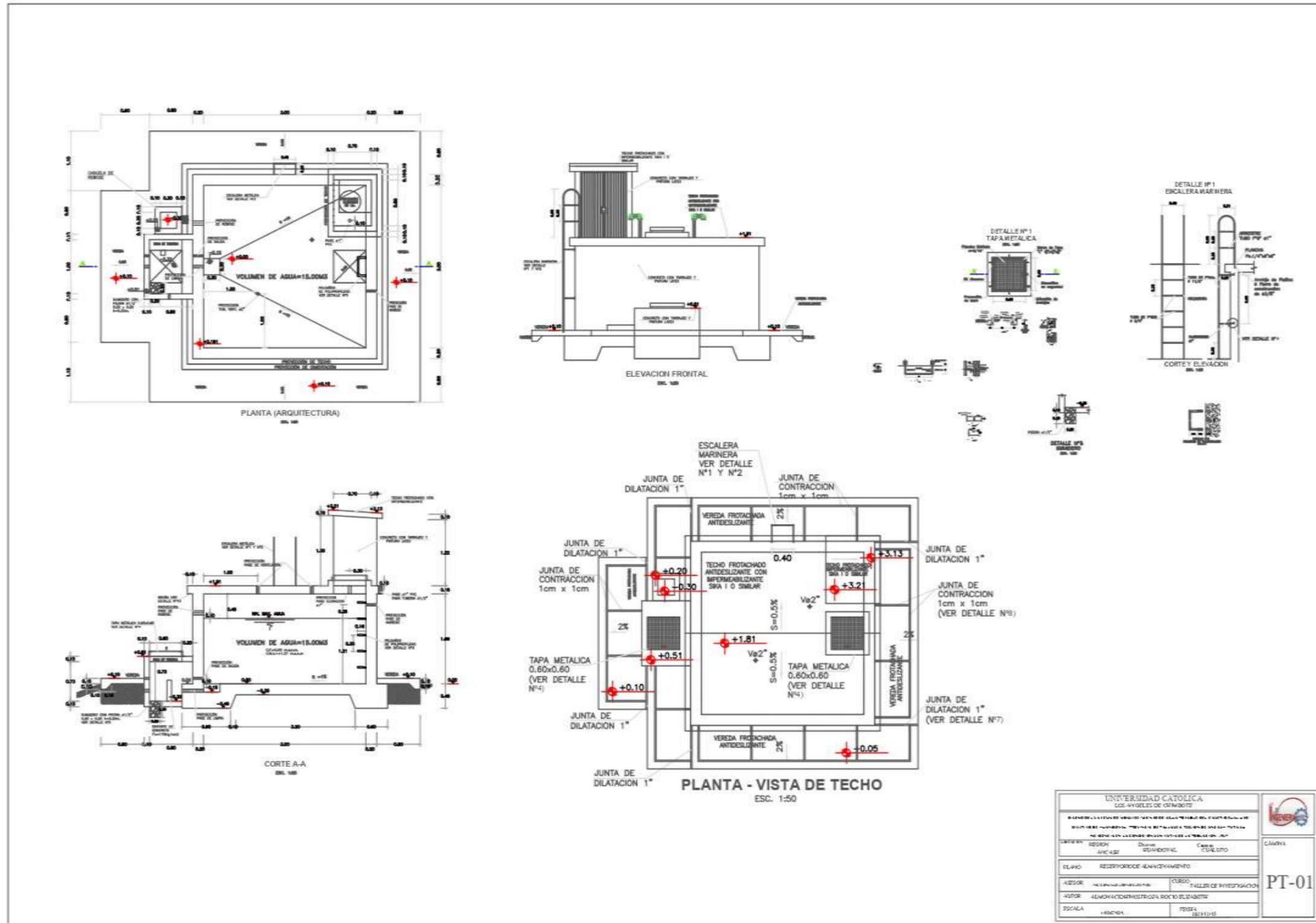
DIAMETRO NOMINAL DE TUBERIAS	N.T.P. (NORMA DE PERU)	N.T.P. (NORMA DE PERU)
1.5"	266.032	266.032
2"	266.032	266.032
3"	266.032	266.032
4"	266.032	266.032
5"	266.032	266.032
6"	266.032	266.032
8"	266.032	266.032
10"	266.032	266.032
12"	266.032	266.032

**DETALLE DE SELLO HIDRAULICO**  
ECL. 1.07

**PROYECTO**

PT-01

Plano 5 diseño del reservorio de almacenamiento



UNIVERSIDAD CATOLICA LOS ANGELES DE CHIMBOTE			
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO			
CARRERA:	DISEÑO	CARRERA:	CAMBIO
REGION:	DESARROLLO	REGION:	
PLANO:	RESERVOIR DE ALMACENAMIENTO		
PROFESOR:	INGENIERO CIVIL	TALLER DE INVESTIGACION	PT-01
AUTOR:	ALONSO GONZALEZ ROSA DOLORES		
ESCALA:	1:50	FECHA:	2018/11/15

# Plano 6 Topografico

