



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS  
ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR  
EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA,  
DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE  
CAJAMARCA, REGIÓN CAJAMARCA – 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR**

**VIGO RODRIGUEZ, ABEL ALDAIR**

**ORCID ID: 0000-0003-2759-4534**

**ASESOR**

**LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL**

**ORCID: 0000-0002-1666-830X**

**Chimbote - Perú**

**2023**



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0162-110-2023 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **22:30** horas del día **23** de **Agosto** del **2023** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Presidente  
**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO** Miembro  
**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER** Miembro  
**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN CAJAMARCA - 2023**

**Presentada Por :**  
(0101162131) **VIGO RODRIGUEZ ABEL ALDAIR**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **MAYORIA**, la tesis, con el calificativo de **14**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el TITULO PROFESIONAL de **Ingeniero Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
Presidente

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO**  
Miembro

**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER**  
Miembro

**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL**  
Asesor



## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN CAJAMARCA - 2023 Del (de la) estudiante VIGO RODRIGUEZ ABEL ALDAIR, asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 8% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 06 de Octubre del 2023

---

Mg. Roxana Torres Guzmán  
Responsable de Integridad Científica

## 1. Jurado

---

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO

ORCID: 0000-0002-1564-682X

PRESIDENTE

.

---

RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER

ORCID: 0000-0002-3637-8780

MIEMBRO

.

---

SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN

ORCID: 0000-0001-9298-4059

MIEMBRO

## **2. Dedicatoria y agradecimiento**

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mi Dios, a mis padres, a mis hermanos, a mis familiares. A mi Dios, porque ha estado conmigo en cada paso que doy en este arduo camino, cuidándome y dándome fortaleza para continuar y poder superarme día a día y demostrarme que nada es difícil cuando uno se propone.

### **Agradecimiento**

A mis padres por no rendirse ante la adversidad y seguir luchando para poder apoyarme en conseguir esta meta, dándome el mejor ejemplo que un hijo podría pedir, mi agradecimiento a ellos por todo gracias.

### 3. Índice General

<b>1. Jurado .....</b>	<b>iv</b>
<b>2. Dedicatoria y agradecimiento .....</b>	<b>v</b>
<b>3. Índice General .....</b>	<b>vi</b>
<b>4. Lista de tablas .....</b>	<b>ix</b>
<b>5. Lista de figuras.....</b>	<b>x</b>
<b>6. Resumen.....</b>	<b>xi</b>
<b>7. Abstract .....</b>	<b>xii</b>
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>3</b>
2.1. Antecedentes .....	3
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	3
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	5
2.1.3. Antecedentes locales.....	7
2.2. Bases teóricas .....	9
2.2.1. Agua.....	9
2.2.1.1. Ciclo hidrológico del agua .....	9
2.2.1.2. Agua Potable.....	9
2.2.2. Tipos de fuentes de agua.....	9
2.2.2.1. Aguas de lluvia .....	9
2.2.2.2. Aguas superficiales .....	10
2.2.2.3. Aguas subterráneas .....	10
2.2.3. Criterios de diseño del sistema de agua potable por gravedad .....	10
2.2.3.1. Demanda.....	11
2.2.3.1.1. Dotación .....	11

2.2.3.1.2. Dotación por consumo .....	11
a) Consumo doméstico:.....	11
b) Consumo publica: .....	12
c) Consumo comercial: .....	12
2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua.....	12
2.2.5. Criterio de diseño del sistema de agua potable por gravedad.....	18
2.2.6. Estructura Hidráulica .....	18
2.2.7. Estructura Hidráulica del sistema de abastecimiento .....	19
a) Captación .....	19
b) Línea de conducción .....	19
c) Reservorio .....	19
d) Línea de aducción .....	19
e) Red de distribución .....	19
2.2.8. Optimización del sistema de agua .....	20
2.3. Hipótesis .....	21
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>22</b>
3.1. Nivel, Tipo y Diseño de la Investigación .....	22
3.2. Población y Muestra.....	23
3.3. Variables. Definición y Operacionalización .....	24
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	27
3.5. Método de análisis de datos .....	27
3.6. Aspectos Éticos .....	28
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>29</b>
4.1. Resultados .....	29
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>40</b>
5.1.1. Evaluación del sistema. ....	40
5.1.2. Mejoramiento del sistema.....	42

5.1.3. Optimización del sistema.....	44
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>52</b>
Anexo 1. Matriz de Consistencia.....	52
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos .....	54
Anexo 3. Validez de instrumento .....	81
Anexo 4. Confiabilidad del instrumento.....	85
Anexo 5. Formato de consentimiento informado .....	87
Anexo 6. Documento de aprobación de institución para la recolección de información	88
Anexo 7. Evidencias de ejecución .....	89
Anexo 8. Base de datos.....	92
Anexo 9. Resultados de encuestas .....	104
Anexo 10. Planos .....	110
Anexo 11. Levantamiento topográfico .....	118
Anexo 12. Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.....	124

#### 4. Lista de tablas

Tabla 01: Cuadro de operacionalización de variables .....	24
Tabla 02. Evaluación de componentes del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.....	29
Tabla 03. Parámetros generales para la propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca. ....	32
Tabla 04. Diseño del mejoramiento de la cámara de captación del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.....	33
Tabla 05. Diseño del mejoramiento de la línea de conducción del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.....	34
Tabla 06. Diseño del mejoramiento del reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca. ....	35
Tabla 07. Diseño del mejoramiento de la línea de aducción del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca. ....	36
Tabla 08. Diseño del mejoramiento de la red de distribución del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.....	37
Tabla 09. Tabla de Matriz de Consistencia. ....	52

## 5. Lista de figuras

Figura 1 Importancia del agua .....	9
Figura 2. Captación de ladera concentrada.....	12
Figura 3. Aforo de agua potable método volumétrico.....	13
Figura 4. Línea de conducción .....	14
Figura 5. Reservorio de almacenamiento de agua potable .....	15
Figura 6. Línea de aducción .....	17
Figura 7. Condiciones del servicio de agua potable. ....	38
Figura 8. Condiciones del servicio de agua potable. ....	39
Figura 09: Foto panorámica del caserío de Yuracmarca .....	89
Figura 10: Cámara de captación del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca. ....	89
Figura 11: Reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca.....	90
Figura 12: Línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca.....	90
Figura 13: Cámara rompe presión en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca.....	91
Figura 14: Aplicación de encuesta a los pobladores del caserío de Yuracmarca. ....	91

## 6. Resumen

La presente investigación se desarrolló en el caserío de Yuracmarca perteneciente al distrito de Jesús en la provincia de Cajamarca, en el cual se determinó como **problema de investigación** ¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023? Para lo cual se observó deficiencias en sus estructuras como rajaduras, filtraciones, tuberías expuestas, ausencia de cerco perimétrico, accesorios en mal estado o carencia de ellos pese a no haber cumplido aún con su periodo de vida útil, obteniendo como **objetivo general**, Desarrollar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca. Se realizó bajo una **metodología** de **nivel** cualitativo, de tipo exploratorio y **diseño** descriptivo no experimental, para recolectar datos se empleó encuestas, fichas técnicas y protocolos. Los **resultados** de la evaluación confirmaron que las estructuras hidráulicas se encuentran en proceso de deterioro lo que impide el óptimo funcionamiento del sistema, por lo cual se diseñó nuevos componentes para el sistema entre ellos un reservorio de 10 m<sup>3</sup>. Por último, se **concluye** que la evaluación y mejoramiento las estructuras hidráulicas optimizan el cumplimiento del sistema brindando calidad, cantidad y continuidad de servicio.

**Palabras Clave:** Estructura hidráulica, Evaluación, Mejoramiento, Optimización, Sistema de abastecimiento de agua potable.

## 7. Abstract

The present investigation was developed in the hamlet of Yuracmarca belonging to the district of Jesus in the province of Cajamarca, in which the research problem was determined: Will the evaluation and improvement of hydraulic structures optimize the drinking water supply system of the hamlet of Yuracmarca, district of Jesus, province of Cajamarca, Cajamarca region - 2023? For which deficiencies were observed in its structures such as cracks, leaks, exposed pipes, absence of perimeter fence, accessories in poor condition or lack of them even though they have not yet fulfilled their useful life period, obtaining as general objective, to develop the evaluation and improvement of hydraulic structures to optimize the drinking water supply of the village of Yuracmarca, district of Jesús, province of Cajamarca. It was carried out under a qualitative, exploratory and descriptive non-experimental design methodology, using surveys, technical sheets and protocols to collect data. The results of the evaluation confirmed that the hydraulic structures are in the process of deterioration, which prevents the optimal functioning of the system; therefore, new components were designed for the system, including a 10 m<sup>3</sup> reservoir. Finally, it is concluded that the evaluation and improvement of the hydraulic structures optimize the system's performance, providing quality, quantity and continuity of service.

Keywords: Hydraulic structure, Evaluation, Improvement, Optimization, Drinking water supply system.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según UNICEF<sup>1</sup> nos menciona que “Miles de millones de personas de todo el mundo se quedarán sin acceso a servicios de agua potable, saneamiento e higiene en el hogar gestionados de manera segura antes del 2030 a menos que el índice de progreso se multiplique por cuatro, según un nuevo informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y UNICEF” (p. 1)

Para Romero<sup>2</sup> “El agua es un factor importante que contribuye a la mejora de las condiciones de vida de las personas, lamentablemente no todos tenemos acceso a ella, las más afectadas son las poblaciones alejadas de la zona urbana”.

Respectivamente al pueblo de Yuracmarca, viven unos 64 hogares, entre ellas 203 habitantes, según datos del INE del 2017. De hecho, la infraestructura de los elementos del sistema por gravedad se encuentran en una situación alarmante por diversas causas, Esto hace que la población del caserío de Yuracmarca, beban agua del canal de riego, cuyo uso repetido hace que los habitantes padezcan enfermedades gastrointestinales por parásitos, debido a un mantenimiento ineficiente del sistema de abastecimiento de agua potable. El pueblo Yuracmarca, está localizada a una altitud de 3046.1 m.s.n.m.

Por lo tanto, en esta investigación se formuló el siguiente **problema**: ¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023?

En la **justificación** que se pueda dar en varios resúmenes de investigación en esta dirección es la siguiente: Para el nivel regional o local pueden desarrollarse investigaciones para evaluar y mejorar los componentes de cada sistema de agua potable en varios distritos del entorno que no cuenta con esta información o que su vida útil ha expirado en la sierra y selva donde falta este recurso tratado y domesticado ya que en muchos casos solo se construyen represas o canales para satisfacer las necesidades agrícolas o eléctricas sin crear conciencia sobre el agua destinado al consumo humano por la población.

Esto fue de utilidad para las ciudades y en la parte regional, ya que tuvieron a mano la investigación necesaria para establecer qué distritos, pueblos o caseríos no cuenta con este sistema de agua potable y que tan factible es el sistema que se presenta en dicho trabajo (ya

sea de ladera, subterránea o de lluvia). De la misma manera, podrán saber qué proyectos hay que hacer en cada ciudad.

Para obtener solución al problema de la investigación se formuló como **objetivo general**: Desarrollar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023. Para ello se indicó como **objetivos específicos**: Realizar la evaluación de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023; Desarrollar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023; Determinar si se optimiza el sistema de abastecimiento de agua potable con la evaluación y mejoramiento del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región de Cajamarca – 2023.

La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El tipo de la investigación fue de tipo exploratorio porque se recolectarán toda la información tal como se presenta en la realidad y no se alteró el lugar a estudiar. El **nivel de la investigación** fue de carácter cualitativo, porque estuvo destinada a encontrar un mejoramiento. El **diseño de la investigación** para el presente estudio la evaluación fue descriptiva no experimental, debido a que describió la realidad del lugar a investigar sin alterarla; se enfocó en la búsqueda de antecedentes y elaboración del marco conceptual; para evaluar las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús - Cajamarca. La **delimitación temporal** estuvo comprendida desde mayo del 2023 hasta agosto del 2023. La delimitación **espacial** estuvo comprendida en el caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús – Cajamarca. **El universo y muestra** de la investigación estuvo compuesta por el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús – Cajamarca.

## II. MARCO TEÓRICO

### 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

Valencia<sup>3</sup>, en su tesis titulada “Mejoramiento de las estructuras hidráulicas de la distribución de agua para consumo humano de los barrios urbanos de la parroquia Otón del cantón Cayambe”, tuvo como objetivo general; Mejorar el diseño hidráulico de la captación, conducción y red de distribución de agua para consumo humano en los barrios. Santa Isabel, centro poblado, Isoloma y san Lorenzo de la parroquia Oton del canton Cayambe; su metodología fue descriptiva, tuvo como resultado; Esta conducción iniciará desde el tanque rompe presión junto al repartidor en el sector Monteserrín, en la cota 3483 msnm y recorrerá una longitud de 4256 m hasta la planta de tratamiento en el sector de San Lorenzo alto. La tubería a utilizarse en todo el proyecto es de PVC tipo E/C (espiga-campana), de esta manera conociendo el caudal de diseño que es de 6,25 l/s estimado para el final del periodo de diseño y teniendo la topografía, se procede a definir los diámetros, y presiones de trabajo de la tubería de la línea de conducción y los ramales de distribución, tuvo como conclusión Las estructuras que conforman el sistema de agua para consumo humano de los barrios urbanos de la parroquia Otón han sido diseñadas para su mejoramiento de acuerdo a las normativas, parámetros y factores de seguridad que permitan tener un diseño eficiente técnico, económico, ambiental y social.

Cabrera<sup>4</sup>, en su tesis “Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para los habitantes de la vereda El Tablón del municipio de Chocontá. Cundinamarca – Bolivia” tuvo como objetivo Generar una propuesta técnica para solucionar la problemática de falta de abastecimiento y potabilización del acueducto veredal El Tablón. En su delimitación del proyecto informa que según la línea base ambiental de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), su altura media es de 2.894,24 m.s.n.m., su temperatura

media de 13°C, y su uso del suelo es “tierras para agro-ecosistemas pecuarios con énfasis protector en áreas con restricciones ambientales severas”. Por último, concluye que con la elaboración de este proyecto se logró identificar la problemática más importante, que se desarrolla en la vereda “El Tablón”, como es la falta de agua potable. Además de diferenciar las causantes de este acontecimiento, se captó el panorama de la gente directamente afectada y lo difícil de su condición. Como se evidencio en este trabajo para dar solución a una problemática específica es necesario ofrecer soluciones desde varios puntos de vista y hacia diversos factores como el medio ambiente la comunidad y la sociedad. Recomienda gestionar los recursos en tiempo donde las administraciones no estén finalizando sus periodos de gobierno con el fin de garantizar los recursos. Una vez realizado el proyecto se recomienda a los directivos y operadores del sistema un adecuado manejo y operación de todos los componentes y equipos para lograr un funcionamiento adecuado y así poder obtener al final agua potable para su comunidad.

Tandalla<sup>5</sup> en su tesis “Evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema de agua segura para el barrio Santa Rosa de Pichul, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Ecuador”, tuvo como objetivo general evaluar, diagnosticar y rediseñar el sistema de agua segura para el barrio Santa Rosa de Pichul, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, conforme a las normas de la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento Básico (SAPYSB), en su delimitación y alcance de proyector nos dice que el actual sistema de abastecimiento de agua del Barrio Santa Rosa de Pichul, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, capta el agua de las vertientes de nombres “El Rollo 1 y El Rollo 2” dentro de la quebrada Palaguaycu, éste sistema cubre un área actual de servicio de 118.37 Ha, además se contempla un área de expansión futura de 14.12 Ha. En su justificación la materialización de la construcción y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua segura para el Barrio Santa Rosa de Pichul, tiene como fin generar una mejor calidad de vida para todos los habitantes, ya que esto se constituye en un derecho civil consagrado en la Constitución Política del Estado. Al final concluye que el sistema actual de abastecimiento de agua está construido sin un sustento técnico adecuado, en cada uno de sus componentes como son las captaciones,

línea de conducción e impulsión, tanque de tratamiento, estación de bombeo, tanque de reserva y la red de distribución; lo que ha ocasionado, que muchos de ellos se encuentran sobredimensionados; razón por la cual se rediseño el sistema de abastecimiento desde el punto de vista hidráulico, sanitario y estructural para que garantice calidad y buen servicio. Existen conexiones domiciliarias ubicadas en cotas superiores a la de la reserva, ocasionando deficiencias del abastecimiento de agua en cuanto a la cantidad; se ha previsto la construcción de un tanque de reserva elevado de 10m<sup>3</sup>, y de una altura de 15m, lo que permitirá que la presión de servicio sea de 7m de carga estática, asegurando de esta manera un servicio continuo, esta reserva estará ubicado junto al tanque de reserva existente. Mediante el levantamiento topográfico se determinó los accidentes naturales más importantes, se tomó datos de todas las estructuras del sistema de abastecimiento, se determinó el área de cobertura del sistema. Además, esta información permitió elaborar los planos de topografía y detalles requeridos para la evaluación, diagnóstico y rediseño de sistema de abastecimiento. Por otra parte, recomienda que el proyecto va a requerir de la participación de todos los habitantes involucrados directamente, los mismos que deben estar totalmente enterados sobre el tema. Además, deben recibir charlas educativas en función de prevenir ciertos riesgos y mitigar los accidentes que pueden aparecer sobre los siguientes temas: métodos para el manejo de cargas pesadas, uso de equipo de protección personal, medio ambiente, precauciones de salubridad, riesgos, trabajo en equipo y seguridad.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Vera<sup>6</sup>, en su tesis titulada “Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el distrito de Chupaca”, tuvo como objetivo general; Analizar el comportamiento hidráulico en redes de distribución de agua potable mediante métodos convencionales computacionales en el distrito Chupaca, su metodología fue descriptiva, no experimental, tuvo como resultado los 3 métodos computacionales convencionales son útiles para el análisis del comportamiento hidráulico, los cuales coinciden en resultados y demuestran que la red de

distribución de agua potable de Chupaca presenta tuberías y nudos que no satisfacen los requerimientos hidráulicos que exige la normativa y por ende tiene mal funcionamiento como sistema integrado, tuvo como conclusión Los 3 métodos coinciden que el sector limitado por los nudos J-138 y J-196 tienen valores promedio superiores a los 65 m.c.a, y de igual manera las tuberías localizadas en la nomenclatura P-118 y P-210, tiene el valor promedio de 0.08 m/s de velocidad de flujo; valores que demuestran un mal funcionamiento de las redes de distribución de agua potable en Chupaca, ya que no cumplen con lo referido en la normativa que limita la presión en 50 m.c.a y la velocidad mínima de 0.6 m/s.

Illanes<sup>7</sup> en su tesis titulada “Evaluación y diseño hidráulico del sistema de suministro de agua potable en el C.P. el Cedrón”, tuvo como objetivo general; “El abastecimiento de agua potable al centro poblado El Cedrón; su metodología fue descriptiva, no experimental, tuvo como resultado que la red de distribución del Cedrón existente es de PVC, con diámetros entre 1” a ½”. Se encuentra colapsadas ya que el agua no llega hasta la red, tuvo como conclusión que el mejoramiento del sistema de agua potable, cubre las exigencias de cobertura y calidad de agua potable, para beneficio de los pobladores del C.P. El Cedrón. - El diseño de las estructuras de captación y tratamiento del sistema, se han basado en criterios hidráulicos e hidrológicos. Con el fin de evitar, el colapso e inoperatividad de las mismas.

Bances, et al<sup>8</sup>, en su tesis titulada “Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja - 2017”, tuvo como objetivo general; “formular el diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria para garantizar la sostenibilidad del servicio; su metodología fue descriptiva, no experimental, tuvo como resultado Se desarrolló el diseño hidráulico del sistema de agua potable proponiendo las siguientes componentes para el abastecimiento de agua: captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción, redes de distribución, conexiones domiciliarias, de esta manera contribuyo al desarrollo económico y social de las localidades de

Puerto Bagazán, Nueva esperanza y la Victoria, incrementando el nivel de vida de la población de dichas localidades, además de conseguir que los conocimientos sean puestos en práctica y desarrollar el sentido profesional de la carrera de Ingeniería Sanitaria, se tuvo como conclusión; El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las localidades de Puerto Bagazán, Nueva esperanza y la Victoria, se proyecta un sistema por gravedad con desinfección la cual está conformado por los siguientes componentes. - Construcción de una captación tipo manantial de ladera. - Instalación de 02 líneas de conducción (Línea de Conducción N°01 L= 1542.85 ml, Línea de conducción N°02 L=4972.68ml). - Construcción de 01 reservorio de 25 m<sup>3</sup> para las localidades de Puerto Bagazán y Nueva Esperanza.

Navarro<sup>9</sup> en su tesis titulada “Mejoramiento del modelamiento hidráulico para la sectorización de redes de agua potable de la ciudad de Ilo”, tuvo como objetivo general; Optimización de la Sectorización existente de redes de agua potable de la ciudad de Ilo.; su metodología fue de tipo exploratoria , tuvo como resultado Realizado el cálculo hidráulico se codificaron curvas de presiones por colores, azul para las presiones entre los rangos de 10 a 50 m.c.a., y color rojo para las presiones sobre 50 m.c.a, se tuvo como conclusión Se logró cumplir con el objetivo de realizar la modelación hidráulica a partir de un a sectorización calculada en gabinete obteniendo 9 sectores que cuentan con presiones aceptables de 10 m.c.a la mínima y 35 m.c.a la máxima, encontrándose estas dentro del rango mínimo y máximo mencionado en la normativa OS 050.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Puelles<sup>10</sup>, en su tesis titulada “Evaluación y mejoramiento hidráulico del servicio de agua potable en los caseríos Lucumo Huasimal, Pizarrume, chamelico, Quintahuajara y Ñangay del distrito de San Miguel del faique-Huancabamba-piura-2019”, tuvo como objetivo general; “Evaluar y Mejorar el servicio de agua potable para los caseríos de Lucumo Huasimal, Pizarrume, Chamelico, Quintahuajara y Ñangay del distrito de San Miguel del Faique, Huancabamba-Piura; su metodología fue descriptiva, no experimental, tuvo como resultado Entre los resultados más importantes de este proyecto será que contará con 12 captaciones, 5612 m de línea de conducción, 22849 m de redes de distribución y

reservorios con una capacidad de albergar 5 y 10 metros cúbicos de agua. Todo este sistema contara con cámaras rompe presión; válvulas de purga y válvulas de aire conclusión que todo el sistema de agua potable para los diferentes caseríos está cumpliendo con los parámetros establecidos por las normas actuales; esto garantiza que el caudal de diseño del sistema cumpla con la demanda solicitada por todos los pobladores de cada caserío.

Chávez et al<sup>11</sup>, en su tesis titulada “Evaluación y rediseño hidráulico de los reservorios y línea de aducción como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en los AA.HH. nuevo Moro y el arenal del distrito de Moro”, tuvo como objetivo general; “Evaluar y hacer el rediseño hidráulico de los reservorios y línea de aducción como mejor propuesta de solución para brindar un mejor servicio de abastecimiento de agua en el AA.HH Nuevo Moro y El Arenal del Distrito de Moro del distrito de Moro; su metodología fue descriptiva, tuvo como resultado que según los resultados obtenidos del sistema como se encuentra funcionando actualmente (año 2015) es que se ha proyectado un nuevo trazo del sistema, tratando de conservar la mayoría de tuberías ya tendidas solo para el caso de Nuevo Moro el cual presenta problemas con las mínimas presiones de servicio en algunos nudos. Tuvo como conclusión Realizar el cambio del diámetro de la tubería de aducción del reservorio de Nuevo Moro de 4 pulg a 6 pulg. Para así garantizar las presiones mínimas de salida en la actualidad.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Agua

Para Gray, et al<sup>12</sup> describe que “El agua es muy importante debido a que desempeña a una serie de funciones en el ser vivo, ayudando en reacciones, en el metabolismo en las funciones vitales y básicas”



Figura 1 Importancia del agua  
Fuente: Agua para la vida

#### ❖ 2.2.1.1. Ciclo hidrológico del agua

Según Ordoñez<sup>13</sup> describe que “El periodo hidrológico es un proceso continuo sin final. Esto se debe a dos etapas, el sol da energía por lo que provoca la evaporación del agua y luego la gravedad que hace que la evaporación condense y provoque una precipitación y escurrimiento”

#### ❖ 2.2.1.2. Agua Potable

Como dice Chávez y López<sup>14</sup> “Se conoce con este nombre al agua que ha sido tratada con el objetivo de hacerla apta para el consumo humano, teniendo en cuenta todos sus usos domésticos. Algunas especies biológicas, físicas y químicas pueden afectar la aceptabilidad del agua para consumo humano”

### 2.2.2. Tipos de fuentes de agua

#### ❖ 2.2.2.1. Aguas de lluvia

Según Malpartida<sup>15</sup>, básicamente aprovechan el agua acumulada por las lluvias a través de sistemas de captaciones instaladas en viviendas u espacios abiertos.

### ❖ 2.2.2.2. Aguas superficiales

“Se denomina como fuente superficial a las aguas que fluyen en la superficie terrestre, ejemplo de estas fuentes son los ríos, lagos y arroyos. Por salubridad, no son totalmente recomendadas debido a que pueden arrastrar bacterias propias del terreno por el que se movilizan”<sup>11</sup>

### ❖ 2.2.2.3. Aguas subterráneas

Para Agüero, R<sup>16</sup>. Son fuentes de agua que se encuentran debajo del terreno y forman parte de las precipitaciones de la cuenca hasta la zona de saturación.

## 2.2.3. Criterios de diseño del sistema de agua potable por gravedad

### A) Población de diseño

#### Población futura

Es el aumento que se pueda dar a una población con una cierta cantidad de habitantes, siempre y cuando se tenga en claro el tiempo en el que se va diseñar y así tener los resultados requeridos.

Para hallar la población futura, se obtendrá cuatro censos de años anteriores, y un censo que se realizó in situ en la actualidad, en total obtendremos 5 censos con la ayuda de las autoridades del lugar o del INEI donde obtendremos un promedio y después de ello tenemos que aplicar la fórmula para hallar coeficiente de crecimiento.

$$r = \frac{\frac{pf}{po} - 1}{t} \dots\dots\dots (1)$$

La fórmula se define:

- r: coeficiente de crecimiento.
- Pr: población futura.
- Po: población actual, menos 1.
- t: período de diseño.

Una vez hallado el coeficiente de crecimiento de nuestro Caserío, tener el dato de la población censada actualmente y determinado el periodo de diseño con ayuda del reglamento se aplicará la fórmula aritmética:

$$P_f = P_o (1 + r \cdot t) \dots \dots \dots (2)$$

La fórmula se define:

P<sub>f</sub>: población futura.

P<sub>o</sub>: población actual.

r: coeficiente de crecimiento.

t: periodo de diseño.

### **2.2.3.1. Demanda**

“Es el consumo total resultante del consumo doméstico más el consumo no doméstico, lo que se traduce en la cantidad de agua real que necesitará el pueblo para considerarse abastecido ahora y en 20 años si se está proponiendo un diseño”<sup>(15)</sup>.

#### **2.2.3.1.1. Dotación**

Cantidad de agua de brinda a cada habitante, incluyendo los servicios que tenga este .

#### **2.2.3.1.2. Dotación por consumo**

##### **a) Consumo doméstico:**

Según Calderon<sup>17</sup>, este cambia con respecto al hábito de limpieza de sus pobladores de cada zona, su calidad de vida, sus rangos de aceleración de desarrollo, las cantidades y eficacia de agua con respecto a su accesibilidad de la familia lo que incluye las condiciones de cambios de clima, la limpieza de su ropa, limpieza de jardines, limpieza en casa y también sin dejar de lado sus costumbres.

**b) Consumo pública:**

Los representantes de estos consumos son: centros de salud, mercado, instituciones educativas, posta, etc.

**c) Consumo comercial:**

Relacionado directamente con el comercio, actividades como pesca y ganadería entran en este rubro.

**2.2.4. Sistema de abastecimiento de agua**

Describe Jiménez J<sup>18</sup> “Un sistema de abasto de agua potable es un grupo de obras que permiten que una sociedad logre obtener el agua para objetivos de consumo de la casa, servicios públicos, industrial y otros usos. El agua suministrada debe ser en cantidades suficientes y de la mejor calidad; desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico”.

❖ **Sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento**

Según Lampoglia, et al.<sup>14</sup>, los autores explican que este sistema de suministro de agua es de buena calidad. Por otro lado, no requiere tratamiento adicional antes de la distribución y no requiere bombas para suministrar agua a los residentes.

**A. Captación**

Para Jara y Santos<sup>20</sup> manifiesta que “Una captación su función es proteger al caudal en un depósito que llegará por un canal por medio de gravedad. Estas captaciones deberán ser aptas para captar un gasto recomendado a la necesidad de los habitantes”

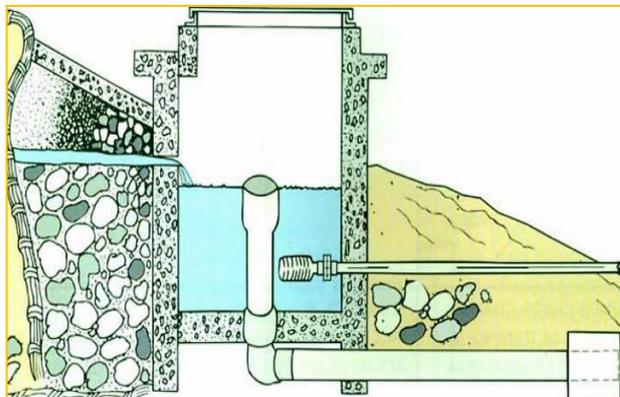


Figura 2. Captación de ladera concentrada

❖ Afloramiento

Lavín <sup>21</sup>, Zona o lugar donde aparece a la superficie terrestre un relleno de minerales o agua .

❖ Aforo

Según Lavín et al <sup>21</sup>, Medición que se realiza en un manantial del caudal de agua, se calcula la cantidad de agua en tiempo determinado, caudal que pasa por una sección y es medible.

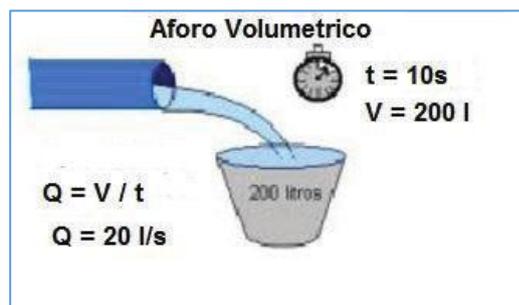


Figura 3. Aforo de agua potable método volumétrico

$$Q=V/t \quad (3)$$

Q: Caudal de la fuente de abastecimiento (Lt/s).

V: Volumen de un recipiente (Lt).

T: Tiempo de llenado en el recipiente (s)

❖ Fuente de agua potable

“Conocido como el manantial de agua que sale hacia la tierra, por esta fuente familias se beneficia” <sup>(15)</sup>

**B. Línea de conducción**

“Una línea de conducción es aquella que tiene por destino llevar el flujo, desde las obras de captación hacia el reservorio, lo cual se puede ejecutar de dos maneras: usando el método por gravedad o mediante el sistema presurizado” <sup>(15)</sup>

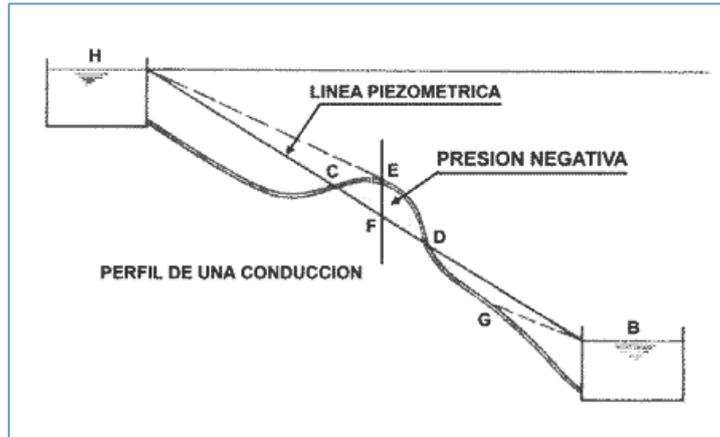


Figura 4. Línea de conducción

❖ Diámetro de la línea de conducción

“Se logra determinar el diámetro considerando distintos métodos de soluciones y estudiar a la vez alternativas del punto de vista económicos”<sup>(16)</sup>

“Se considera el máximo desnivel en la longitud de todo el tramo, el diámetro elegido en el diseño conducirá a velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0m/s”<sup>(16)</sup>.

$$D = \frac{0.71 Q^{0.38}}{hf^{0.21}} \quad (4)$$

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg.

hf: pérdida de carga en tubería en m/m.

Q: gasto en L/s.

❖ Velocidad

“potencia que recorre los conductos de agua llegando a tener una presión en ella”<sup>(19)</sup>.

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2} \quad (5)$$

Donde:

D: diámetro de tubería en pulg.

V: Velocidad de flujo dentro de la tubería.

Q: gasto máximo diario en L/s.

❖ Presión de la línea de conducción

“Se considera cuya fuerza que produce el líquido por sistema de gravedad contenida en el líquido”<sup>(19)</sup>.

### C. Reservorio

Según Batres, et al<sup>22</sup> “Es el fragmento del sistema de abastecimiento que posibilita mandar un gasto constante a partir de la fuente de suministro y saciar las solicitudes de agua que son cambiantes en la población. Estos tanques se obran con el objeto de no detener el servicio por algún arreglo o algún imprevisible como un desastre, ya que se reúne el agua cuando la demanda es menor que el gasto de llegada y dicha agua es utilizada cuando la demanda es mayor en la red de distribución”

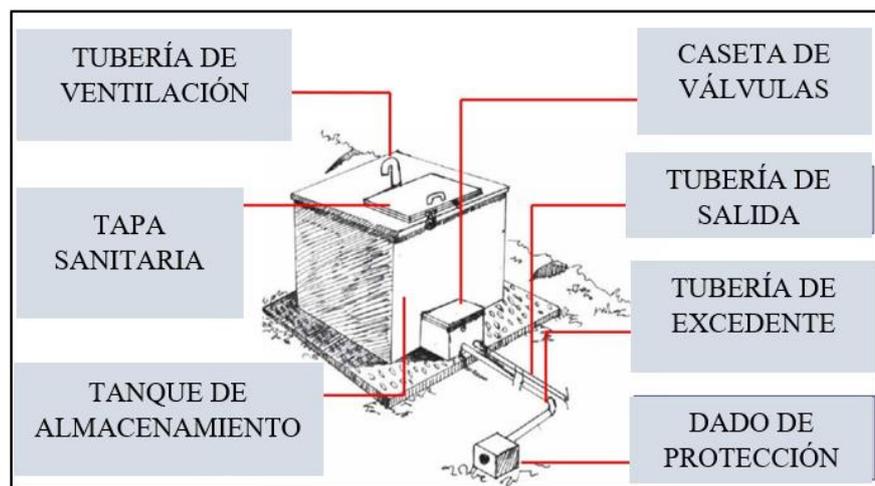


Figura 5. Reservorio de almacenamiento de agua potable

❖ Partes de un reservorio apoyado

a) Tubería de entrada

Se refiere a la tubería de ingreso del agua proveniente de la captación respectiva hacia el reservorio.

b) Canastilla

Es un tramo de tubería Por ella sale el agua, se conecta con la tubería de aducción.

c) Cono de rebose

Está unificado al tubo de rebose, en conjunto funcionan como conducto de eliminación del agua excedente.

d) Control estático

Es el tubo conectado entre el tubo de entrada y el tubo de rebose, permite eliminar el agua directamente que viene de la captación hacia el exterior, evitando que el agua clorada del reservorio se desperdicie por el rebose.

e) Tubería de rebose y limpieza

Elimina el agua contaminada al momento de la limpieza.

f) Caseta de Válvulas

Alberga las válvulas de llegada, salida, desagüe y el grifo de enjuague.

#### **D. Línea de aducción**

Para Santos<sup>23</sup> define que “la línea de aducción en un sistema de acueducto al conducto que transporta el agua de la bocatoma, desde la cámara de derivación, hasta el desarenador. Puede ser un canal abierto o un canal cerrado (tubería)”

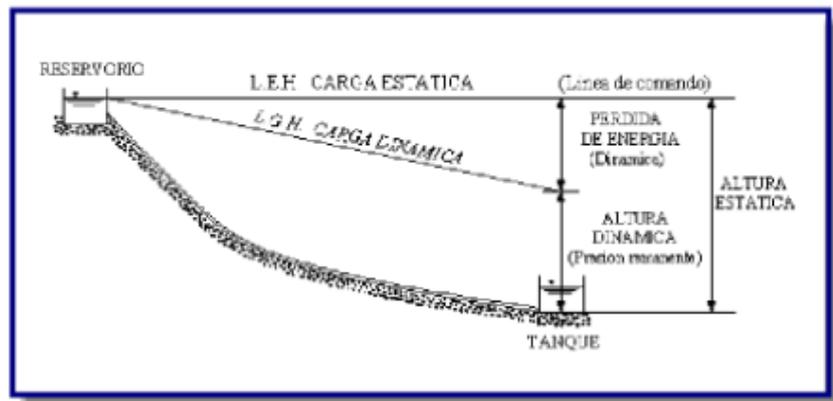


Figura 6. Línea de aducción

❖ Tipos de aducción:

a) Línea de aducción por gravedad:

Según Ramos et al.<sup>24</sup>, Por medio de ella, el agua será transportada de tal modo que se aproveche su energía potencial, debido a la diferencia de alturas, este sistema está amarrada a la topografía del terreno.

b) Línea de aducción por bombeo:

Según Ramos et al.<sup>24</sup>, se da cuando el agua es transportada desde la cota del reservorio menor a la cota mayor de la red de distribución. Este sistema va a necesitar de un impulsor para hacer llegar el caudal deseado.

**E. Red de distribución**

“La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo y que se desarrolla por todas las calles de la población. Para el diseño de la red de repartición se necesita conceptualizar la localización tentativa del reservorio de almacenamiento con el fin de proporcionar el agua en porción y presión correcta a todos los puntos de vista de la red”<sup>12</sup>

❖ **Presión:**

Según Cabrera<sup>19</sup>, La presión está en función de la necesidad de los habitantes, la presión tendría que dar se a 5 m.c.a. y la presión estática no será mayor a 60 m.c.a.

❖ **Velocidad:**

“Se empleará una velocidad mayor a 0.6 m/s y menor a 3.0 m/s”<sup>(15)</sup>

❖ **Diámetro:**

“El diámetro mínimo que se trabajará la red de distribución para redes abiertas será de 20 mm (3/4) para los ramales”<sup>(10)</sup>.

❖ **Tomas domiciliarias**

Según Comisión Nacional del Agua<sup>25</sup>, es la agrupación de tuberías que permite el paso hasta las viviendas, se realizara la instalación del medidor.

### **2.2.5. Criterio de diseño del sistema de agua potable por gravedad**

Es una expansión que es posible para una ciudad de cierta población, si el momento para el cual está claramente diseñado y dará los resultados necesarios. Para determinar la población futura, se toma usando cuatro censos de años anteriores y el censo actual, en total obtendremos 5 censos con ayuda del gobierno local o INEI donde se logrará el promedio y luego debemos introducir un método para encontrar factores de crecimiento

### **2.2.6. Estructura Hidráulica**

“Las instalaciones de agua son estructuras destinadas a gestionar adecuadamente el uso del agua para el consumo humano o la industria”<sup>20</sup>

❖ **Tipos de Estructuras hidráulicas**

“Su descripción ayuda a comprender el papel de cada uno frente a los diferentes cursos de agua, así como la función de la hidráulica en el suministro de energía eléctrica. Entre las grandes obras de riego, las más comunes son la

construcción de ríos, represas, canales y alcantarillas, túneles y conducciones hidráulicas, embalses, estaciones de bombeo y centrales hidroeléctricas”<sup>21</sup>

❖ **Criterios fundamentales de la Estructura**

“El diseño constructivo de estas instalaciones requiere de diversos estudios y análisis para asegurar el correcto funcionamiento de estas instalaciones; por lo tanto, esta Guía de diseño de plomería brinda sugerencias y consejos sobre el diseño adecuado para diferentes estructuras”<sup>20</sup>

### **2.2.7. Estructura Hidráulica del sistema de abastecimiento**

**a) Captación**

La tarea principal de esta estructura es obtener el agua de pequeños manantiales, a menudo ubicados en la ladera de la montaña. La mayoría de las cuencas fluviales empinadas consta de tres partes principales; La captación de protección de la fuente 1°, la cámara húmeda 2° son responsables de regular el flujo y almacenamiento y la cámara seca 3° que protege las válvulas de control y de rebose.

**b) Línea de conducción**

En el cálculo hidráulico de la tubería, el cálculo principal es la pérdida de la tubería. La fórmula de Hazen y Williams se utilizan ampliamente para calcular las tuberías de abastecimiento de agua.

**c) Reservorio**

El volumen contenido en el tanque se determina teniendo en cuenta el 25% demanda diaria promedio de RM-173-2016-Vivienda. Todo esto con un propósito regular la cantidad de agua consumida por las personas durante el día.

**d) Línea de aducción**

En el cálculo hidráulico de la tubería, el cálculo principal es la pérdida de la tubería. La fórmula de Hazen y Williams se utilizan ampliamente para calcular las tuberías de abastecimiento de agua.

**e) Red de distribución**

Para el cálculo de la red de distribución, se utilizará el programa Watercad. uno de las aplicaciones incluyen el modelado del comportamiento

hidráulico de las redes durante largos períodos de tiempo distribución de presión. Entonces la red de distribución tiene válvulas, nodos (conexión entre tuberías), tuberías y tanques; Watercad -bajo ciertas condiciones se ingresan las primeras letras calcular la presión en cada nodo, el caudal a través de las tuberías red de distribución, el nivel del agua en el tanque de la red está en diferentes niveles el período de tiempo durante el cual se ejecuta la simulación

## **2.2.8. Optimización del sistema de agua**

### **A) Cantidad del agua**

“Se recomienda preguntar a los pobladores de mayor edad acerca del comportamiento y las variaciones de caudal que pueden existir en el manantial, ya que ellos conocen con mayor certeza si la fuente de agua se seca o no”<sup>12</sup>.

### **B) Calidad del agua**

Según Serrano<sup>26</sup>, el autor comenta que para determinar la calidad del agua se toma muestras de cantidades pequeñas de agua en un medio que a posterior se puede analizar en un laboratorio. Los laboratorios analizan estas muestras según varios factores, y ven si está dentro de los estándares de la calidad para el agua. Uno de estos factores es el número de colonias de bacterias coliformes; éstas son un indicador para la calidad del agua para beber.

### **C) Cobertura del agua**

Para Lufadeju<sup>27</sup>, el autor hace una descripción que el simple acceso a estos servicios no es suficiente. Si el agua no está limpia, no es segura para beber o está lejos, y si el acceso a los retretes no es seguro o está limitado, entonces no estamos cumpliendo con nuestra misión en favor de los niños del mundo.

### **2.3.Hipótesis**

No corresponde por ser investigación descriptiva.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Nivel, Tipo y Diseño 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.

El tipo de investigación propuesta fue el que corresponde 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.

El diseño de la investigación de la tesis fue de la siguiente manera:

1. Búsqueda de antecedentes y elaboración del marco conceptual, para analizar las estructuras hidráulicas y optimizar los sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales de la población de Yuracmarca.
2. Analizar criterios de evaluación y mejoramiento de la estructura hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales de la población de Yuracmarca.
3. Diseño del instrumento que permita elaborar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales y su incidencia en la condición sanitaria de la población de Yuracmarca.
4. Aplicar los instrumentos para elaborar el diseño de su estructura hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales de la población bajo estudio de acuerdo al marco de trabajo, estableciendo conclusiones.

En la evaluación y mejoramiento de la investigación de este proyecto, fue descriptiva no experimental, debido a que no se manipularon variables deliberadamente, sino que se observaron para después analizarlos.



### **Leyenda de diseño:**

**M<sub>1</sub>**: Sistema de abastecimiento de agua potable.

**X<sub>i</sub>**: Evaluación y mejoramiento de la estructura hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable.

**Y<sub>i</sub>**: Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable.

**O<sub>i</sub>**: Resultado.

### **3.2. Población y Muestra**

El universo o población de la investigación fue indeterminada. La población estuvo compuesta por los sistemas de abastecimiento de agua potable del distrito de Jesús en la provincia de Cajamarca, de las cuales se selecciona una muestra no aleatoria para su estudio siendo así el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca., distrito de Jesús – Cajamarca.

### 3.3. Variables. Definición y Operacionalización

Tabla 01: Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Tipo De Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS	INDEPENDIENTE	Nos describe que un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos.	Se tuvo que realizar la evaluación del estado en que se encuentran las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable desde la fuente hasta la red de distribución, para así según los resultados optar por un mejoramiento en el sistema. Las evaluaciones y análisis se realizarán de acuerdo al guía de asignación de puntajes según (Dirección Regional	Cámara de captación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de captación.</li> <li>• Material de construcción</li> <li>• Caudal máx. de la fuente.</li> <li>• Caudal máximo diario.</li> <li>• Antigüedad.</li> <li>• Tipo de tubería de salida.</li> <li>• Clase de tubería.</li> <li>• Diámetro de tubería.</li> <li>• Cerco perimétrico.</li> <li>• Cámara seca.</li> <li>• Cámara húmeda.</li> <li>• Accesorios.</li> <li>• Tapa sanitaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nominal</li> <li>• Ordinal</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Ordinal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> </ul>
				Línea de conducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo línea de conducción.</li> <li>• Antigüedad.</li> <li>• Tipo de tubería.</li> <li>• Clase de tubería.</li> <li>• Diámetro de tubería.</li> <li>• Válvulas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nominal</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> </ul>

			de Vivienda Construcción y Saneamiento, SIRAS Y CARE).	Reservorio de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de reservorio.</li> <li>• Forma del reservorio.</li> <li>• Material de construcción.</li> <li>• Antigüedad.</li> <li>• Accesorios.</li> <li>• Volumen.</li> <li>• Tipo de tubería de salida.</li> <li>• Clase de tubería.</li> <li>• Diámetro de tubería.</li> <li>• Cerco perimétrico.</li> <li>• Caseta de cloración</li> <li>• Caseta de válvulas</li> <li>• Tapa sanitaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Ordinal</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Nominal</li> <li>• Ordinal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Ordinal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> </ul>
				Línea de conducción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo línea de aducción.</li> <li>• Antigüedad.</li> <li>• Tipo de tubería.</li> <li>• Clase de tubería.</li> <li>• Diámetro de tubería.</li> <li>• Válvulas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nominal</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> </ul>

				Red de distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo sistema de red</li> <li>• Antigüedad.</li> <li>• Tipo de tubería.</li> <li>• Clase de tubería.</li> <li>• Diámetro de tubería.</li> <li>• Accesorios</li> <li>• Conexiones domiciliarias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nominal</li> <li>• Intervalo</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Nominal</li> <li>• Intervalo</li> </ul>
<b>OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE</b>	<b>DEPENDIENTE</b>	Consiste en conseguir los mejores resultados o beneficios de algo en una situación óptima.	Al tratar de mejorar las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se espera obtener mejores resultados, una mejor eficacia o eficiencia al desempeñar su correcto funcionamiento brindando mejor calidad, cobertura, continuidad y cantidad a los usuarios.		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad de agua</li> <li>• Cantidad de agua</li> <li>• Cobertura</li> <li>• Continuidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Razón</li> <li>• Intervalo o nominal</li> <li>• Intervalo o nominal</li> <li>• Intervalo o nominal</li> </ul>

Fuente: *Elaboración propia (2023).*

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información**

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

➤ **Técnica de observación directa**

La técnica de este proyecto fue observacional visual directa para poder recolectar datos, información y dar una solución a la problemática que presenta el caserío de Yuracmarca.

➤ **Instrumento:**

Se hizo uso de las fichas técnicas, protocolo.

**a) Guía de observación:**

Constituido por la recolección de datos básicos en campo, como el clima, la topografía, la población, economía, etcétera, para la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús - Cajamarca.

**b) Protocolo:**

Conformado por el estudio de suelos para la descripción de las características físicas y mecánicas del suelo del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús - Cajamarca.

**c) Análisis de contenido:**

Constituido por certificados de los resultados de laboratorio sobre el análisis químico físico del agua y el análisis Bacteriológico.

### **3.5. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos, estuvo comprendido de la siguiente manera: Tiene una perspectiva descriptiva porque se recolectó la información o datos con el instrumento en campo en este caso la guía de recolección de datos y los protocolos el análisis se realizó de acuerdo al guía de asignación de puntajes según (Dirección Regional de Vivienda Construcción y Saneamiento, SIRAS Y CARE). Se realizó haciendo uso de técnicas estadísticas descriptivas que permitan a través de indicadores cuantitativos la mejora significativa, ya que el principal objetivo es evaluar y mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús – Cajamarca.

### **3.6.Aspectos Éticos**

#### **A. Ética para el inicio de la evaluación**

Hacer de manera responsable y ordenada cuando se realicen la toma de datos en la zona de evaluación de la presente investigación, de esa forma los análisis son veraces y así se obtuvo resultados conforme lo estudiado, recopilado y evaluado.

#### **B. Ética en la recolección de datos**

Realizar de manera responsable y ordenada los materiales que emplearemos para nuestra evaluación visual en campo antes de acudir a ella pedir los permisos al caserío y a la vez explicarles los objetivos y la justificación de nuestra investigación para luego proceder a la zona de estudio, así una vez obteniendo el permiso por el caserío comenzar con la ejecución del proyecto de investigación.

#### **C. Ética en la solución de resultados**

Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de los componentes obtenidos y los tipos de daños que la afectan.

Verificar a criterio del evaluador si los cálculos de las evaluaciones concuerdan con lo encontrado en la zona de estudio basados a la realidad de la misma.

Tener en conocimiento los daños por las cuales haya sido afectado los elementos estudiados propios del proyecto. Tener en cuenta y proyectarse en lo que respecta los componentes afectados, la cual podría posteriormente ser considerada para la rehabilitación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultados

- 1) Para dar respuesta al primer objetivo específico se Realizó la evaluación de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023 para determinar el estado en las que estas se encuentran.

**Tabla 02. Evaluación de componentes del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.**

COMPONENTE	INDICADOR	DATOS RECOGIDOS	DESCRIPCIÓN	ESTADO ACTUAL	ACCIÓN
<b>CÁMARA DE CAPTACIÓN</b>	Tipo de captación	Ladera concentrada	Presenta fisuras, filtraciones y falta de mantenimiento.	<b>REGULAR</b>	<b>MEJORAMIENTO</b>
	Material de construcción	Concreto	Por observación directa notamos un estado regular.		
	Caudal máx. de la fuente	2.36 lt/sg	El dato se obtuvo mediante el método volumétrico aplicado al manantial.		
	Caudal máximodiario	0.50 lt/sg	Parámetros indicados en el reglamento (0.50 –1.00 y 1.50).		
	Antigüedad	13 años	Según Reglamento Resolución Ministerial N°192 el periodo de diseño es 20 años, aún no cumple.		
	Tipo de tubería de salida	PVC	Mediante observación directa se determinó el tipo de tubería.		
	Clase de tubería	7.5	Para una presión máxima de trabajo se usa esta clase de tubería		
	Diámetro de tubería	2”	Cuenta con un diámetro de 2 pulgadas.		
	Cerco perimétrico	No cuenta	Se determinará en el mejoramiento de la captación.		
	Cámara seca	Si cuenta	En mal estado		
	Cámara húmeda	Si cuenta	Se observó un estado regular, se realizará su mejoramiento.		
	Accesorios	Si cuenta	Se determinarán en el mejoramiento de la captación.		
	Tapa sanitaria	Si cuenta	Se observó que está hecha de concreto, presenta fisuras, su estado es regular.		

<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>	Tipo	Gravedad sin tratamiento	La captación se encuentra en un punto más alto respecto a la población, por ello actúa por gravedad	<b>REGULAR</b>	<b>MEJORAMIENTO</b>
	Antigüedad	13 años	De acuerdo a su periodo de diseño aun no cumple su vida útil de 20 años, pero ya requiere mantenimiento.		
	Tipo de tubería	PVC	La tubería se encuentra expuesta en varios tramos.		
	Clase de tubería	7.5	Clase recomendada por una presión máxima de trabajo.		
	Diámetro de tubería	2"	Se determinará en la propuesta de mejora de la línea de conducción.		
	Válvulas	No cuenta	Se determinará en la propuesta de mejora si es necesario una válvula de purga, válvula de aire y cámara rompe presión,		
<b>RESERVORIO</b>	Tipo de reservorio	Apoyado	Dimensiones de 1.80 m de ancho, 1.80 m de largo y 1.50 m de alto.	<b>MALO</b>	<b>MEJORAMIENTO</b>
	Forma del reservorio	Cuadrada	Dato obtenido por observación directa		
	Material de construcción	Concreto	Presenta agrietamientos y filtraciones.		
	Antigüedad	13 años	Aun no cumple con su vida útil, ya que su periodo de diseño es de 20 años.		
	Accesorios	Carece de algunos accesorios	Se tendrá que determinar en la propuesta de mejora del reservorio		
	Volumen	5.00 m <sup>3</sup>	Capacidad estimada para sus medidas.		
	Tipo de tubería de salida	PVC	Material recomendado.		
	Clase de tubería	7.5	Clase recomendada para reservorios.		
	Diámetro de tubería	2" a 4"	Se determinará en la propuesta de mejora del reservorio.		
	Cerco perimétrico	No cuenta	Se determinará en la propuesta de mejora del reservorio.		
	Caseta de cloración	No cuenta	Se determinará en la propuesta de mejora del reservorio.		

	Caseta de válvulas	Si cuenta	Se encuentran en mal estado, sujetas a la propuesta de mejora del reservorio.		
	Tapa sanitaria	Si cuenta	De concreto y en mal estado, presenta grietas, erosión y desprendimiento del concreto.		
<b>LÍNEA DE ADUCCIÓN</b>	Tipo	Gravedad sin tratamiento	El reservorio se encuentra en un nivel más alto con respecto a la población, por ello actúa por gravedad	<b>REGULAR</b>	<b>MEJORAMIENTO</b>
	Antigüedad	13 años	De acuerdo a su periodo de diseño de 20 años, aún no cumple su ciclo.		
	Tipo de tubería	PVC	No presenta tubería expuesta.		
	Clase de tubería	7.5	Clase recomendada que se determinara con el mejoramiento de la línea de aducción.		
	Diámetro de tubería	2"	Se observo durante la evaluación.		
	Válvulas	No cuenta	Se va a determinar en la propuesta de mejora su requerimiento.		
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	Tipo de sistema de red	Abierto	Sistema aplicado para viviendas distribuidas, pero en este caso no llega a conectar con algunas de las viviendas.	<b>REGULAR</b>	<b>MEJORAMIENTO</b>
	Antigüedad	13 años	Aún está dentro del periodo de diseño que indica el Reglamento RM N°192.		
	Tipo de tubería	PVC	La tubería se encuentra parcialmente enterrada.		
	Clase de tubería	7.5	Se determinará en la propuesta de mejora de la red de distribución.		
	Diámetro de tubería	1/2"	Se determinará en la propuesta de mejora de la red de distribución.		
	Conexiones domiciliarias	Regular	Algunas viviendas no cuentan con conexiones domiciliarias o estas son deficientes.		
	Accesorios	Mal estado	Se determinarán en la propuesta de mejora de la red de distribución.		

Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Interpretación:** De los cinco componentes que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, cuatro de ellos presentan un estado “regular” siendo estas, la cámara de captación, línea de conducción, línea de aducción y red de distribución, el otro componente que es el reservorio de almacenamiento presenta un estado “malo” por lo tanto realizaremos una propuesta de mejora para todo el sistema de abastecimiento.

- 2) Para dar respuesta al segundo objetivo específico, se desarrolló el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023 para determinar las mejoras que se debería hacer a su estado actual.

**Tabla 03. Parámetros generales para la propuesta de mejoramiento del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.**

PARÁMETROS DE DISEÑO			
Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Población actual (Pa)	203	Habitantes
2	Crecimiento anual (r)	35	% 1000 hab.
3	Periodo de diseño (t)	20	Años
4	Población futura (Pf)	343	Habitantes
5	Dotación (Dot)	80	l/hab/día
6	Caudal máximo (Qm)	0.32	l/s
7	Caudal máximo diario (Qmd)	0.50	l/s
8	Caudal máximo horario (Qmh)	0.64	l/s

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*

**Interpretación:** Basándonos en el Reglamento Nacional de edificaciones (OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria) se obtuvo los parámetros necesarios como la población futura que se estima en un periodo de 20 años y los caudales que se requieren para realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en una zona rural.

**Tabla 04. Diseño del mejoramiento de la cámara de captación del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.**

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FORMULA	RESULTADO	UNIDAD
NOMBRE	Nomb.	---	Yuracmarca	---
ALTITUD	Ct	---	3114.00	m.s.n.m.
TIPO DE CAPTACIÓN	TC	Manantial	De ladera concentrado	---
CONSUMO PROMEDIO ANUAL	Qm	$Qm = \frac{Pf * Dot}{86400}$	0.32	L/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	Qmd	Qmd= K1 *Qm	0.50	L/s
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	MC	---	Concreto armado (210 Kg/cm <sup>2</sup> )	---
TIPO DE TUBERÍA DE SALIDA	TP	---	PVC (C=150)	---
DIÁMETRO DE TUBERÍA	DT	$D = \left( \frac{Q}{0.2785 * C * S^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	1	Pulg.
CLASE DE TUBERÍA	CT	---	10	---
CASETA DE VÁLVULAS	CV	---	0.80 x 0.70 x 0.60	m.
CERCO PERIMÉTRICO	CP	---	6.00 x 5.65 x 2.40	m.
DISTANCIA DE AFLORAMIENTO LA CÁMARA HÚMEDA	L	L = Hf / 0.30	1.25	m.
ANCHO DE PANTALLA	b	b=2(6D)+N° <sub>orif</sub> (D)+3D(N° <sub>orif</sub> -1)	0.9	m.
ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA	Hf	Ht = A + B + D + H	1	m.
DIÁMETRO DEL ORIFICIO DE PANTALLA	D	$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$	2	Pulg.
DIÁMETRO DE REBOSE Y LIMPIA	Dr	$Dr = \frac{0.71 * Qm^{0.38}}{hf^{0.21}}$	2	Pulg.
NUMERO DE RANURAS	Nr	Nr = At / Ar	115	Unid.
DIÁMETRO DE LA CANASTILLA	D can.	D can. = 2 * Da	2	Pulg.
DADO DE PROTECCIÓN	Dp	Diseño	0.30 x 0.20 x 0.20	m.

Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Interpretación:** La captación encontrada ya es del tipo ladera, por ello mantendremos el mismo tipo ya que el agua es captada de un manantial con un solo punto de afloramiento y una pendiente que permite concentrar el agua en la cámara de captación para luego ser trasladada hacia el reservorio.

**Tabla 05. Diseño del mejoramiento de la línea de conducción del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.**

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION													
DATOS DE CALCULO													
CAUDAL MAXIMO DIARIO:		0.50 Lit./Seg.											
COEFICIENTE C :		(R.N.E) Tub.: Poli (cloruro de vinilo) (PVC)								Entonces será:		150	
Se realizará un análisis general de toda la línea (tramo o 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	$H_f$ ACUMUL.	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) ↑
CAPTACION	00 Km + 000.00 m	3,114.00	0.00		0.00051							3,114.000	0.000
CAPTACION - RESERVORIO	00 Km + 080.00 m	3,038.00	80.00	0.950	0.00051	13.689	51	3.465 m/Seg.	0.252 m/Seg.	0.128	0.128	3,113.872	75.872

Fuente: Elaboración propia. (2023)

**Interpretación:** La línea de conducción contará con una longitud de 80m con un diámetro de 2” que va desde la cámara de captación hasta el reservorio de almacenamiento.

**Tabla 06. Diseño del mejoramiento del reservorio de almacenamiento del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.**

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DEL RESERVORIO				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TIPO DE RESERVORIO	Tresrv.	-	Apoyado	-
COTA	Ct.	-	3,038.00	m.s.n.m.
FORMA	Form.	-	Rectangular	-
VOLUMEN (real)	Vr	$Q_m * 0.25$	9.88	m <sup>3</sup>
VOLUMEN (diseño)	Vd	recomendado	10.00	m <sup>3</sup>
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	MC	-	Concreto armado (210 - 280 Kg/cm <sup>2</sup> )	-
ANCHO INTERNO	b	Dato por diseño	2.00	m
LARGO INTERNO	l	Dato por diseño	3.00	m
ALTURA TOTAL DEL AGUA	ha	Dato por diseño	1.65	m
CERCO PERIMÉTRICO	CP	-	6.00x6.00x2.40	m
TIEMPO DE DOSIFICACIÓN	TD	-	24	Horas/día
VOLUMEN DE CASETA DEDESINFECCIÓN	VCD	-	60	L
CAUDAL DE GOTEIO	CDG	-	2.78	ml/min

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*

**Interpretación:** Se realizó el diseño de un reservorio apoyado con forma rectangular cuya capacidad es de 10 m<sup>3</sup>, que será abastecido desde la captación, por gravedad debido a las características del terreno, aconsejamos su uso por ser de poca capacidad y más económico, en el cual se puede realizar la cloración del agua y potabilizarla.

**Tabla 07. Diseño del mejoramiento de la línea de aducción del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.**

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA LINEA DE ADUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FORMULA	RESULTADO	UNIDAD
TIPO DE LINEA DE ADUCCIÓN	TLA	---	Gravedad	
CAUDAL DE DISEÑO	Qmh	Por diseño	0.64	L/s
TIPO DE TUBERÍA	TB	---	PVC	---
CLASE DE TUBERÍA	CT	---	10	---
TRAMO	Tr		240	m
COTA DE INICIO	Ci	RESERVORIO	3038.00	m.s.n.m.
COTA FINAL	Cf	DISTRIBUCION	2769.02	m.s.n.m.
DESNIVEL	Dn	HALLADO	268.98	m
VELOCIDAD	VT	$\frac{A * Q}{\pi * D^2}$	0.347	m/s
DIAMETRO EN LOS TRAMOS	D	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}}\right)^{\frac{1}{2.63}}$	2	Pulg
PERDIDA DE CARGAS	PC	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}}\right)^{\frac{1}{0.54}}$	3.01	m

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*

**Interpretación:** Debido a la pendiente que presenta la geografía del terreno es que permite que la línea de aducción sea por gravedad, la cual es favorable para tener una mejor presión de agua, pero para no sobre forzar las tuberías se optó por utilizar una cámara rompe presión y así cuidar los elementos del sistema.

**Tabla 08. Diseño del mejoramiento de la red de distribución del sistema de agua potable del caserío de Yuracmarca.**

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FORMULA	RESULTADO	UNIDAD
CAUDAL	Qmh	Por diseño	0.64	l/s
TIPO DE RED DE DISTRIBUCION	TRD	Por diseño	Red abierta	--
N DE VIVIENDAS	Viv	Dato obtenido	64	---
TIPO DE TUBERÍA	Tt	---	PVC	---
CLASE DE TUBERÍA	Ctb	---	10	---
DIAMETRO EN LOS TRAMOS	D	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}}\right)^{\frac{1}{2.63}}$	1 1/2	Pulg.
TRAMO TOTAL	TT	Obtenido por diseño	2238.63	m

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*

**Interpretación:** Basamos el diseño al Reglamento Ministerial n°192-2018-Vivienda, debido a que las viviendas se encuentran esparcidas por diferentes áreas es que se empleó una red de distribución abierta la cual fue distribuida con tuberías de 1 1/2” de diámetro hasta cada punto de salida de agua.

3) Para dar respuesta al tercer objetivo específico es determinar si se optimiza el sistema de abastecimiento de agua potable con la evaluación y mejoramiento del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región de Cajamarca – 2023., es que se procedió a realizar una encuesta a los usuarios, para saber el óptimo funcionamiento que tiene el actual sistema y ver si cumple con el correcto servicio de satisfacer sus necesidades.

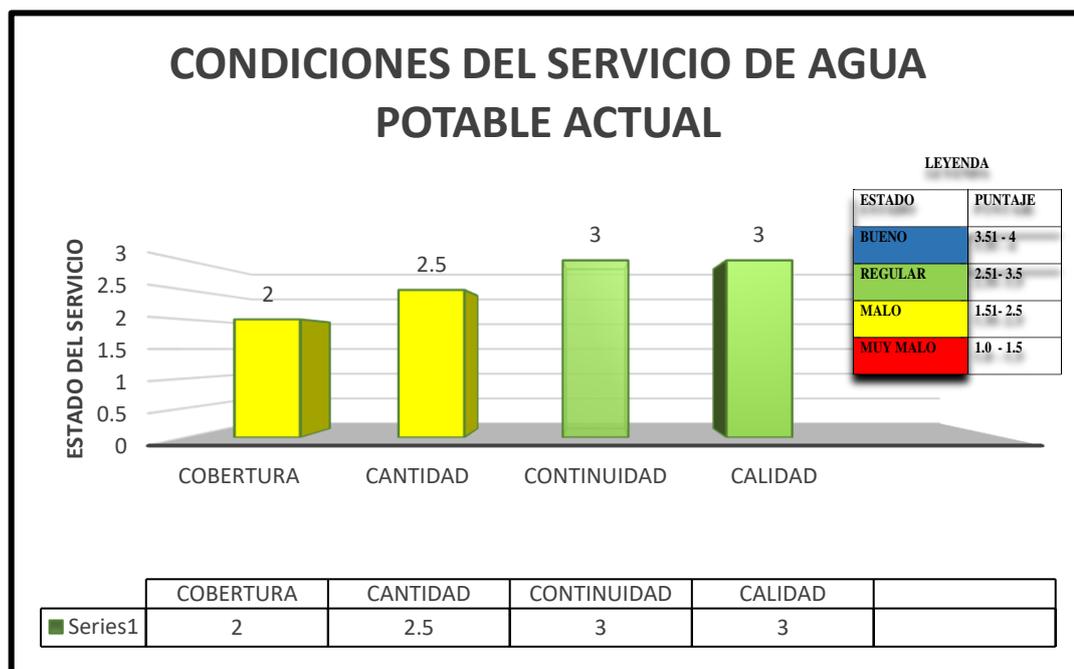


Figura 7. Condiciones del servicio de agua potable.  
 Fuente: *Elaboración propia. (2023)*

**Interpretación:** Como resultados a la encuesta que se realizó a los pobladores de Yuracmarca, respecto a cuan optimo viene siendo el servicio de agua potable con el que cuentan; se les formulo preguntas con respecto a la cobertura del sistema para todas las viviendas, obteniendo como resultado la puntuación de 2 lo cual nos indica que es MALO, en cuanto a la cantidad de agua que les llega a sus hogares la puntuación fue de 2.5 lo cual también indica que es MALO, para la continuidad del servicio durante todo el año indica un puntaje de 3 que califica como REGULAR y para la calidad del agua que consumen la puntuación fue de 3.5 lo que indica que es REGULAR. Por ende, se entiende que si se requiere realizar un mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en Yuracmarca.

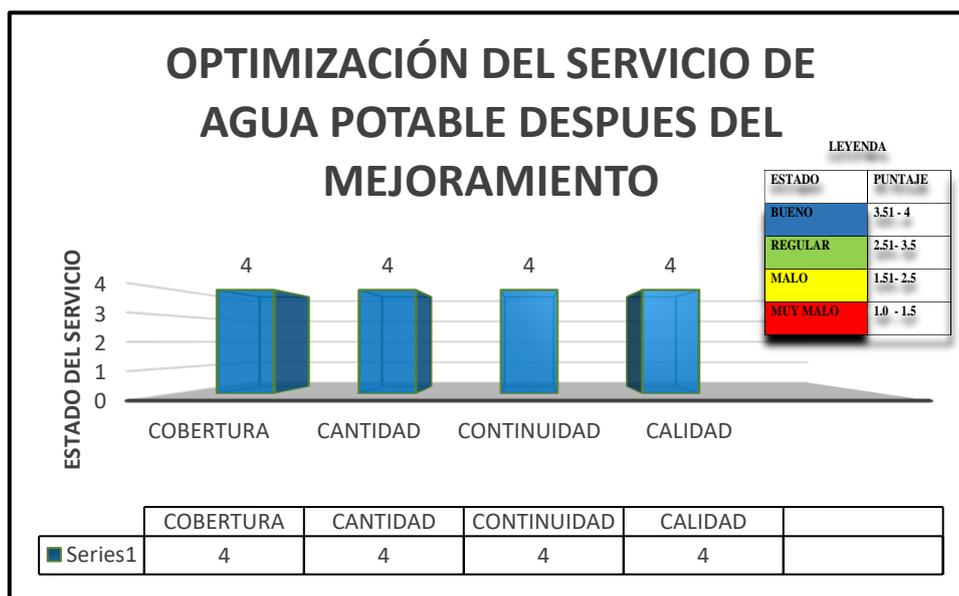


Figura 8. Condiciones del servicio de agua potable.

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*

**Interpretación:** En respuesta a la encuesta que se realizó a los pobladores de Yuracmarca, respecto a optimización del sistema de abastecimiento de agua potable después de realizado el mejoramiento; se obtuvo la cobertura del sistema para todas las viviendas, sería BUENO con una puntuación de 4, en cuanto a la cantidad de agua si llegaría a todos los hogares, la puntuación fue de 4 indicando que es BUENO, para la continuidad del servicio durante todo el año indica un puntaje de 4 que lo califica como BUENO y para la calidad del agua que consumen la puntuación también fue de 4 lo que indica que será BUENO. Por ende, se entiende que el mejoramiento de las estructuras hidráulicas si optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable en Yuracmarca.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1.1. Evaluación del sistema.

#### A. Captación

Mediante la observación directa se pudo determinar que el estado de la cámara de captación calificándola como regular, debido a algunas fallas encontradas tanto en su componente que lo conforman como en la misma estructura debido a las fuertes precipitaciones y a la exposición de las mismas ya que no cuentan con un cerco perimétrico que las proteja de los animales o las mismas personas que pueden manipular sin tener conocimiento, la estructura aún no ha cumplido con su ciclo de vida para el que fue diseñado, aun lleva 13 años en funcionamiento.

En comparación con Cabrera<sup>2</sup>, en su tesis de *“Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para los habitantes de la vereda El Tablón del municipio de Chocontá. Cundinamarca – Bolivia”*, nos dice que con la elaboración de este proyecto se logró identificar la problemática más importante, que se desarrolla en la vereda “El Tablón”, como es la falta de agua potable. Además de diferenciar las causantes de este acontecimiento, se captó el panorama de la gente directamente afectada y lo difícil de su condición.

#### B. Línea de conducción

Durante la inspección se logró encontrar algunos tramos de la, línea de conducción con tuberías expuestas y algunas con filtraciones debido a que se encuentran con fisuras ya sea por lo que están expuestas al ambiente o por que fueron aplastadas por animales, este deterioro podría causar la ruptura total de la tubería debido a la presión con la que transcurre el agua que va de la captación al reservorio por medio de la gravedad, mediante la evaluación se determinó que se encuentra en un estado regular pero en proceso de deterioro.

Comparando con Puelles<sup>6</sup>, en 2016, en su tesis titulada *“Evaluación y mejoramiento hidráulico del servicio de agua potable en los caseríos Lucumo Huasimal, Pizarrume, chamelico, Quintahuajara y Ñangay del distrito de San Miguel del faique-Huancabamba-piura-2019”*, tuvo como en el que nos indica que su sistema de agua potable es por gravedad con una antigüedad de 22 años, se contará 5612 m de línea de

conducción, Todo este sistema contara con cámaras rompe presión; válvulas de purga y válvulas de aire.

### **C. Reservorio**

Por observación directa se pude recolectar la información necesaria la cual mediante la evaluación nos da como resultado que está en mal estado, esto debido a las grietas pronunciadas y filtraciones que presenta la estructura del reservorio, las válvulas oxidadas y deterioradas, presencia de moho, sedimentos y demás impurezas dentro del reservorio, de igual modo el cerco perimétrico se encuentra oxidado y colapsado.

Comparando con Bances, et al<sup>4</sup>, en su tesis titulada “*Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja - 2017*”, realizó el diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de esas localidades con una proyección futura debido a que por el aumento poblacional proyecta un reservorio de 25 m<sup>3</sup> para las localidades de Puerto Bagazán y Nueva Esperanza.

### **D. Línea de aducción**

De acuerdo a la evaluación aplicada a este componente obtuvo una calificación en estado regular, toda su trayectoria no presenta tubería expuesta, aunque se logró apreciar zonas húmedas que podría deberse a rupturas o filtración que a su vez dan acceso al ingreso de sedimentos y partículas contaminantes al agua de consumo de la población,

En comparación con Navarro<sup>5</sup> en su tesis titulada “*Mejoramiento del modelamiento hidráulico para la sectorización de redes de agua potable de la ciudad de Ilo*”, cumplió con el objetivo de realizar la modelación hidráulica a partir de un a sectorización calculada en gabinete obteniendo como resultado que en la línea de aducción era necesaria la colocación de una cámara rompe presión sujeta a la normativa OS 050.

### **E. Red de distribución**

Durante el reconocimiento de la población se pudo observar la alternada distribución de las viviendas algunas a una distancia es por ello que el tipo de distribución es del

tipo abierta, realizada la evolución se calificó su estado como regular, aún no han sido reemplazadas algunas tuberías que se encuentran expuestas y con fugas, así también otras viviendas no logran obtener la cantidad de agua suficiente ya sea por pérdidas de presión o fugas.

Vera<sup>2</sup>, en su tesis titulada *“Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el distrito de Chupaca”*, coinciden en resultados y demuestran que la red de distribución de agua potable de Chupaca presenta tuberías y nudos que no satisfacen los requerimientos hidráulicos que exige la normativa y por ende tiene mal funcionamiento como sistema integrado, eso demuestra un mal funcionamiento de las redes de distribución de agua potable en Chupaca,

### **5.1.2. Mejoramiento del sistema**

#### **A. Captación**

Iniciamos hallando el caudal de la fuente de agua en este caso un manantial mediante el método volumétrico, con este dato sumado al número de población actual que es de 203 pobladores y con una proyección futura de 343 pobladores dentro de 20 años, pudimos obtener los caudales de diseño que se requieren para la captación en este caso del tipo ladera, un caudal máximo de 0.32 l/s, caudal máximo diario de 0.50 l/s y un caudal máximo horario de 0.64 l/s. otros datos son la cámara húmeda que tendrá 1m de altura, ancho de pantalla de 0.9m, el orificio de pantalla será de 2”, al igual que el diámetro de la canastilla y la tubería de rebose serán de 2”, con 115 ranuras y también se le añadió al diseño un cerco perimétrico para evitar el ingreso de animales o personas que manipulen y dañen los elementos o accesorio de la cámara de captación. Bances, et al<sup>4</sup>, en su tesis titulada *“Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja - 2017”*, si coincide ya que tuvo como resultado que el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para las localidades de Puerto Bagazán, Nueva esperanza y la Victoria, se proyecta un sistema por gravedad con desinfección la cual está conformado por los siguientes componentes. - Construcción de una captación tipo manantial de ladera.

#### **B. Línea de conducción**

Para la línea de conducción trabajamos con el caudal de diseño de 0.50 y hallamos la carga disponible por medio de la diferencia de cotas entre la captación y el reservorio siendo 76 m, no están muy distantes con una pendiente de 0.95, por ello se diseñó con una tubería de 2" de PVC y clase 10 con una velocidad de 0.252 m/s en el tramo de 80m.

Valencia<sup>1</sup>, en su tesis titulada "*Mejoramiento de las estructuras hidráulicas de la distribución de agua para consumo humano de los barrios urbanos de la parroquia Otón del cantón Cayambe*", no coinciden en resultados ya que esta conducción iniciará desde el tanque rompe presión junto al repartidor en el sector Monteserrín, en la cota 3483 msnm y recorrerá una longitud de 4256 m hasta la planta de tratamiento en el sector de San Lorenzo alto. La tubería a utilizarse en todo el proyecto es de PVC tipo E/C (espiga-campana), de esta manera conociendo el caudal de diseño que es de 6,25 l/s estimado para el final del periodo de diseño

### **C. Reservorio de almacenamiento**

Se optó por diseñar un reservorio del tipo apoyado de forma rectangular con una capacidad de 10m<sup>3</sup> de agua que es lo más recomendado, asumiendo un nivel de agua de 1.65m, el ancho y largo interno del reservorio será de 2.00m x 3.00m el cual se calcula llenar en aproximadamente en 6 horas se integró al diseño una caseta de cloración de 60 litros, tubería de limpia, rebose y ventilación será de 2", también se consideró diseñar el cerco perimétrico de 6.00m x 6.00m x 2.40m para aislarlo de animales y personas no autorizadas a su manipulación.

Bances, et al<sup>4</sup>, en su tesis titulada "*Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja - 2017*", no coincide ya que tuvo como Construcción de 01 reservorio de 25 m<sup>3</sup> para las localidades de Puerto Bagazán y Nueva Esperanza.

### **D. Línea de aducción y red de distribución**

Para estos el caudal de diseño fue de 0.64 l/s, en el tramo de la línea de aducción fue de 240 metros hasta la red de distribución con un diámetro de 2" ya dentro de la red de distribución el diámetro paso a ser de 1<sup>1/2</sup>" por ser una red abierta o ramificada se calculó 2238.63 m lineales de tubería clase 10 que llegarán a cada una de las 64

viviendas y suministrar de agua a los 203 habitantes del caserío, cumpliendo con las características hidráulicas tanto en las velocidades y presiones dentro del rango establecido por la norma técnica de diseño.

Illanes<sup>3</sup> en su tesis titulada “*Evaluación y diseño hidráulico del sistema de suministro de agua potable en el C.P. el Cedrón*” en este caso no coincide ya tuvo como resultado que la red de distribución del Cedrón existente es de PVC, con diámetros entre 1” a ½”. Se encuentra colapsadas ya que el agua no llega hasta la red.

### **5.1.3. Optimización del sistema**

En cuanto a la encuesta que se les realizó a los pobladores para evaluar el servicio que reciben del sistema de abastecimiento de agua potable y al determinar que no es el óptimo se infiere que, realizando el mejoramiento a las estructuras hidráulicas del sistema de agua, se optimizará el servicio bajo los indicadores de cobertura, cantidad, continuidad y calidad de agua potable que recibirá la población de Yuracmarca.

Tandalla<sup>3</sup> en su tesis titulada “*Evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema de agua segura para el barrio Santa Rosa de Pichul, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Ecuador*” nos dijo que el sistema actual de abastecimiento de agua está construido sin un sustento técnico adecuado, en cada uno de sus componentes como son las captaciones, línea de conducción e impulsión, tanque de tratamiento, estación de bombeo, tanque de reserva y la red de distribución; lo que ha ocasionado, que muchos de ellos se encuentran sobredimensionados; razón por la cual se rediseño el sistema de abastecimiento desde el punto de vista hidráulico, sanitario y estructural para que garantice calidad y buen servicio.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se concluyó mediante la evaluación de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca y mediante observación directa que, estas estuvieron en un proceso de deterioro y presenta deficiencias en algunas estructuras, alterando su buen funcionamiento, nos referimos en que a pesar de tener 13 años de antigüedad ya presentan deterioro, en el caso de la cámara de captación las estructuras ya presentan fisuras y filtraciones, presencia de moho y no cuenta con cerco perimétrico, la línea de conducción en algunos tramos se encontró tuberías expuestas en la superficie, colgando y deterioradas por estar en contacto con el entorno, las estructuras del reservorio presentan rajaduras, filtraciones, sedimentación, un mal sistema de cloración, y deterioro en los accesorios de su cámara seca, su cerco perimétrico oxidado y una parte caída; por otra parte la línea de aducción y red de distribución no presenta tuberías expuestas pero si se puede observas zonas húmedas las cuales asumimos sea fugas debido a fisuras en las tuberías por lo tanto es necesario realizar una propuesta de mejora a las estructuras hidráulicas del sistema.
2. Se concluyó en el mejoramiento que se realizó basándonos a las normas, parámetros y criterios técnicos de diseño hidráulico que, la captación del manantial fue de tipo ladera, se obtuvo un caudal de diseño de 0.50 l/s, una cámara húmeda de 0.90m x 0.90m x 1.00m, una cámara seca de 0.80m x 0.70m x 0.60m, el diámetro de la tubería de salida de 1 pulg y el de limpieza y rebose de 2 pulg, su cerco perimétrico de 6.00m x 5.65m x 2.40m. La línea de conducción fue un tramo de 80 m con una tubería de PVC clase 10 de 2 pulgadas de diámetro diseñado con un caudal máximo diario de 0.50 l/s. El reservorio fue del tipo apoyado rectangular con una capacidad de 10m<sup>3</sup> con su caseta de cloración de 60 litros, tubería de limpia, rebose y ventilación de 2 pulgadas de diámetro, también un nuevo cerco perimétrico de 6.00m x 6.00m x 2.40m. Así mismo el diseño de la línea de aducción se determinó con un caudal de diseño de 0.64 l/s, una longitud de 240 y un diámetro de tubería de 2 pulgadas, de PVC clase 10, hasta una cámara rompe presión a partir de la cual empieza la red de distribución abierta con una tubería de PVC con diámetro de 1 <sup>1/2</sup> pulgadas, que es ramificada por todo el caserío llegando hasta las 64 viviendas con una longitud total de 2238.63m. todo en cumplimiento a la norma técnica de diseño.

3. Se concluyó que la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas si optimizarían el sistema de abastecimiento de agua potable ya que dentro de la evaluación también se incluyó encuestas a los pobladores acerca del optimo funcionamiento que tienen del actual sistema de abastecimiento, en el que se determinó un estado entre regular y malo, por lo cual de realizarse el mejoramiento la población reconoció que el sistema alcanzaría su optimo funcionamiento prestando mejor cobertura, cantidad, continuidad y calidad del servicio de agua potable.

## VII. Recomendaciones

1. La captación debe tener válvulas, accesorios, tuberías de limpieza y rebose, así como tapa de inspección con sus respectiva escudo sanitaria; es muy importante asegurar la total protección de la zona de captación para evitar que el agua se contamine con sustancias del exterior, así como proveer un canal en el terreno por encima y en los alrededores de la capción que sirva como conducto para las aguas que discurren sobre el suelo, evitando que arrastren partículas hasta dentro de la obra de captación.
2. Con la finalidad de evitar erosiones dentro de la tubería PVC de la línea de conducción, diseñar con una velocidad nunca menor a 0.60 m/s ni mayor a 5 m/s además de esto, se consideran accesorios como las válvulas de aire en tramos de pendiente positiva.
3. Las válvulas de limpieza deben ser colocadas sobre un terreno plano. De esta manera, el fluido obtendremos los nutrientes que esperamos.
4. El reservorio debe contener equipos que calculan el caudal al momento de ingresar y al salir, además del nivel de agua siempre que se requiera; así como también contar con válvulas que controlen el ingreso y salida del agua, además de una tubería que elimine el volumen de agua excedente, la misma que debe servir para efectuar la limpieza, se debe tapar esta tubería con un dado para evitar el ingreso de partículas.
5. La tubería de aducción debe diseñarse con los mismos criterios que la línea de aducción con respecto al material de la tubería y sus respectivas especificaciones, cumpliendo con los parámetros de velocidad y presión.
6. Las tuberías de la red de distribución debieron ser ubicadas teniendo en cuenta que según la Norma OS. 050 el ramal distribuidor de agua potable estuvo ubicado en la vereda, de manera paralela a 1.20 metros desde la frontera hasta el eje del ramal.
7. Debe realizarse el mantenimiento de todo el sistema según norma.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. UNICEF y Organización Mundial de Salud; La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud [Internet]. OMS: Ginebra, 2013. [Citado el 11 de junio 2023]; Disponible en: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/)
2. Romero E. Perú forma de acceso al agua y saneamiento básico [Internet]. INEI: Lima; 2019 [Citado el 11 de junio 2023]; Disponible en: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_desague\\_se\\_tiembre2019.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_desague_se_tiembre2019.pdf)
3. Valencia C; Mejoramiento de las estructuras hidráulicas de la distribución de agua para consumo humano de los barrios urbanos de la parroquia Otón del cantón Cayambe; Universidad central del Ecuador; 2016; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7358>
4. Cabrera N; Propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua para los habitantes de la vereda El Tablón del municipio de Chocontá. Cundinamarca – Bolivia; 2015; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3835>
5. Tandalla B; Evaluación, diagnóstico y rediseño del sistema de agua segura para el barrio Santa Rosa de Pichul, parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi, Ecuador; 2012; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/392>
6. Vera D; Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el distrito de Chupaca; Universidad Nacional del centro del Perú; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5690>
7. Illanes P; Evaluación y diseño hidráulico del sistema de suministro de agua potable en el C.P. el Cedrón; Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Universidad central del Ecuador; 2016; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5072>
8. Bances j; Burga J; Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja – 2017; Universidad Nacional de San Martín; 2017; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <http://hdl.handle.net/11458/3073>

9. Navarro E; Gonzalo S; Mejoramiento del modelamiento hidráulico para la sectorización de redes de agua potable de la ciudad de Ilo; Universidad privada de Tacna; 2021; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1661>
10. Puelles D; Evaluación y mejoramiento hidráulico del servicio de agua potable en los caseríos Lucumo Huasimal, Pizarrume, Chamelico, Quintahuajara y Ñangay del distrito de San Miguel del Faique-Huancabamba-piura-2019; Universidad católica Los ángeles de Chimbote; 2019; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/17470?show=full>
11. Chávez R; Rodríguez L; Evaluación y rediseño hidráulico de los reservorios y línea de aducción como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en los AA.HH. nuevo Moro y el arenal del distrito de Moro; Universidad Nacional del Santa; 2015; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14278/2700>
12. Gray N, et al. Calidad del agua potable: problemas y soluciones. Acribia; 1996. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible de: <https://biblioteca.uazuay.edu.ec>
13. Ordoñez J.; Ciclo hidrológico; Lima; 2011; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/ciclo\\_hidrologico.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/ciclo_hidrologico.pdf)
14. Chavez y Lopez; Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano; Colombia; 2017; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>
15. Malpartida, et al. (2001). Aguas Subterráneas, paisaje y vida: Acuíferos de España [Internet]. 1ra ed. IGME. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible de: [https://books.google.com.pe/books?id=8vatmnrv\\_8uc&lpg=pp1&dq=aguas%20subterr%C3%A1neas%20paisaje%20y%20vida%3a%20acu%C3%ADferos%20de%20espa%C3%B1a&pg=pp1#v=onepage&q=aguas%20subterr%C3%A1neas,%20paisaje%20y%20vida:%20acu%C3%ADferos%20de%20espa%C3%B1a&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=8vatmnrv_8uc&lpg=pp1&dq=aguas%20subterr%C3%A1neas%20paisaje%20y%20vida%3a%20acu%C3%ADferos%20de%20espa%C3%B1a&pg=pp1#v=onepage&q=aguas%20subterr%C3%A1neas,%20paisaje%20y%20vida:%20acu%C3%ADferos%20de%20espa%C3%B1a&f=false)
16. Agüero R. Agua potable para poblaciones rurales. Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento. [en línea]. Lima, Perú: Asociación Servicios Educativos Rurales; 2004. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>

17. Calderon R; Propuesta De Diseño De Evacuación De Aguas Residuales Y Planta De Tratamiento-Distrito 9; Rioja; 2021; [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8219282.pdf>
18. Lampoglia T, et al. Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales. [en línea]. Perú: Asociación Servicios Educativos Rurales; 2008. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: [file:///c:/users/usuario/downloads/orientaciones%20sobre%20agua%20y%20saneamiento%20para%20zonas%20rurales.%20ops%20\(1\).pdf](file:///c:/users/usuario/downloads/orientaciones%20sobre%20agua%20y%20saneamiento%20para%20zonas%20rurales.%20ops%20(1).pdf)
19. DIGESA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. [en línea]. Lima, Perú: Ministerio de Salud; 2011. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
20. Brooks D. Agua: Manejo a nivel local. [en línea]. Bogotá, Colombia: Alfaomega colombiana; 2004. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://books.google.es/books?id=pmJIL80wvecC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
21. Pradana J, García J. Criterios de calidad y gestión del agua potable. [en línea]. Madrid: UNED – Universidad Nacional de Educación a Distancia; 2018. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=5810839&ppg=17>
22. Guerrero M. El agua. [en línea]. México, D.F.: FCE - Fondo de Cultura Económica; 2006. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliocauladechsp/reader.action?docID=3190850&ppg=55>
23. SUNASS. Análisis de la calidad del agua potable en las empresas prestadoras del Perú: 1995-2003. [en línea]. Perú: Agencia de Cooperación Internacional del Japón; 2004. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: [http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis\\_agua\\_potable.pdf?fbclid=IwAR08R6V5FgnxHlj1NpKaNnRUXf9srsUffUMSTprJscUvYnluYZqkUIPwzEg](http://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/analisis_agua_potable.pdf?fbclid=IwAR08R6V5FgnxHlj1NpKaNnRUXf9srsUffUMSTprJscUvYnluYZqkUIPwzEg)
24. Agüero R. Guías para el diseño y construcción de reservorios apoyados. [en línea]. Lima: Organización panamericana de la salud; 2004. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en:

- [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/038\\_dise%C3%B1o\\_y\\_construccion\\_reservorios\\_apoyados/dise%C3%B1o\\_y\\_construccion\\_reservorios\\_apoyados.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/038_dise%C3%B1o_y_construccion_reservorios_apoyados/dise%C3%B1o_y_construccion_reservorios_apoyados.pdf)
25. Cholán E. Informe aducción y distribución. [en línea]. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca; 2015. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://es.slideshare.net/emanuelcholancaraujulca/informe-aduccion-ydistribucion>
  26. S.n. Redes de distribución de Agua. [en línea]. Tutoriales Ingeniería Civil; 2014. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://ingenieriacivil.tutorialesaldia.com/red-de-distribucion-de-agua-potable-abierta-o-cerrada/>
  27. Pérez W. Manual de diseño de estructuras hidráulicas; 2021. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: [https://www.academia.edu/5918953/manual\\_de\\_estructuras\\_hidraulicas](https://www.academia.edu/5918953/manual_de_estructuras_hidraulicas)
  28. Arkiplus. Tipos de estructuras; 2023. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: <https://www.arkiplus.com/tipos-de-estructuras-hidraulicas/>
  29. Segura L. Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Chirchir, distrito de Condebamba – Cajamarca. [En línea]. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019. [citado el 11 de junio del 2023]; Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Segura\\_cl.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Segura_cl.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de Consistencia

Tabla 09. Tabla de Matriz de Consistencia.

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA – 2023				
<u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>HIPÓTESIS</u>	<u>VARIABLES</u>	<u>METODOLOGÍA</u>
<p>Según UNICEF<sup>1</sup> nos menciona que “Miles de millones de personas de todo el mundo se quedarán sin acceso a servicios de agua potable, saneamiento e higiene en el hogar gestionados de manera segura antes 2030 a menos que el índice de progreso se multiplique por cuatro, según un nuevo informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y UNICEF” (p. 1)</p> <p>Para Romero<sup>2</sup> “El agua es un factor importante que contribuye a la mejora de las condiciones de vida de las personas, lamentablemente no todos tenemos acceso a ella, las más afectadas son las poblaciones alejadas de la zona urbana”. Respectivamente al pueblo de Yuracmarca, viven unos 164 hogares,</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Desarrollar la evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimizando el abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> Realizar la evaluación de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de</p>	<p>No aplica</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b> Evaluación y mejoramiento de las estructuras Hidráulicas</p> <p><b>DEPENDIENTE.</b> Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable.</p>	<p>El nivel de investigación de la tesis fue cuantitativo y de corte transversal.</p> <p>El tipo de investigación fue un estudio correlacional; ya que ofrece predicciones mediante la explicación de la relación entre variables y las cuantifica</p> <p>El diseño de la investigación de la tesis fue de la siguiente manera:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Búsqueda de antecedentes y elaboración del marco conceptual,</li> <li>2. Analizar criterios de evaluación y mejoramiento de la estructura hidráulica</li> <li>3. Diseño del instrumento que permita elaborar el mejoramiento</li> </ol>

<p>entre ellas 400 habitantes, según datos del INE del 2017. De hecho, los elementos de infraestructura del sistema de gravedad se encuentran en una situación desesperada por diversas causas, Esto hace que la población del caserío de Yuracmarca, beben agua del canal de riego, cuyo uso repetido hace que los habitantes padezcan enfermedades gastrointestinales por parásitos debido a un mantenimiento ineficiente del sistema de abastecimiento de agua potable. El pueblo Yuracmarca, es localizada de una altitud de 3046.1 m.s.n.m. y hay un método de agua potable llamado sistema de modo gravedad.</p> <p>Por lo tanto, en esta investigación se formuló el siguiente problema:</p> <p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿La evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, optimizará el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023?</p>	<p>Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023.</p> <p>b) Desarrollar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región Cajamarca – 2023.</p> <p>c) Determinar si se optimiza el sistema de abastecimiento de agua potable con la evaluación y mejoramiento del caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región de Cajamarca – 2023.</p>			<p>de las estructuras hidráulicas para optimizar el sistema</p> <p>4. Aplicar los instrumentos para elaborar el diseño de su estructura hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p>En la evaluación y mejoramiento de la investigación de este proyecto, fue descriptiva no experimental, debido a que no se manipularon variables deliberadamente, sino que se observaron para después analizarlos.</p> <p><b>Población y Muestra</b></p> <p>La población estuvo compuesta por los sistemas de abastecimiento de agua potable del distrito de Jesús en la provincia de Cajamarca.</p> <p>La muestra no aleatoria para el estudio fue el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca., distrito de Jesús – Cajamarca.</p>
--	--	--	--	--

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*

## Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

### 2.1 Instrumento de Recolección de Datos para Evaluación (Fichas Técnicas)

ENCUESTA COMUNAL PARA EL REGISTRO DE COBERTURA Y CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO						
FORMATO N° 01						
ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA						
<b>INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO / COMUNIDAD.</b>						
<b>A. Ubicación:</b>						
1. Comunidad / Caserío: Centro Poblado	Yuramarca	2. Código del lugar	601060030			
3. Anexo / sector: .....		4. Distrito:	Jesus			
5. Provincia: Cajamarca		6. Departamento:	Cajamarca			
7. Altura (m.s.n.m.):	Atitud: 2643	3046.1	X: -7.25855200027	Y: -78.4065250002		
8. Cuantas familias tiene el caserío / anexo o sector:						
9. Promedio integrantes / familia (dato del INEI):	4.35					
10. ¿Explique cómo se llega al caserío / anexo o sector desde la capital del distrito?						
	Desde	Hasta	Tipo de vía	Medio de Transporte	Distancia (km.)	Tiempo (horas)
	Jesus	Yuramarca	Camino Carrozable	Omnibus	55.3	42 min
	Cajamarca	Jesus	Carretera asfaltada	Omnibus	35	28 min
11. ¿qué servicios públicos tiene el caserío? Marque con una X						
> Establecimiento de Salud	SI <input type="checkbox"/>	NO <input checked="" type="checkbox"/>				
> Centro Educativo	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>				
	Inicial <input checked="" type="checkbox"/>	Primaria <input checked="" type="checkbox"/>	Secundaria <input type="checkbox"/>			
> Energía Eléctrica	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>				
12. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable:	2005					
13. Institución ejecutora:	No específica					
14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema? Marque con una X						
Manantial	<input checked="" type="checkbox"/>	Pozo <input type="checkbox"/>	Agua Superficial	<input type="checkbox"/>		
15. ¿Cómo es el sistema de abastecimiento? Marque con una X						
Por gravedad	<input checked="" type="checkbox"/>	Por bombeo	<input type="checkbox"/>			

Fuente: SIARS

**B. Cobertura del Servicio:**

14. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable? (Indicar el número)   
Numero comunidades que tienen acceso al SAP

**C. Cantidad de Agua:**

15. ¿Cuál es el caudal de la fuente en *época de sequía*? En litros / segundo   
16. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número)   
17. ¿El sistema tiene piletas públicas? Marque con una X.  
SI  NO   
18. ¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema? (Indicar el número)

**D. Continuidad del Servicio:**

19. ¿Cómo son las fuentes de agua? Marque con una X

NOMBRE DE LAS FUENTES	DESCRIPCIÓN			Mediciones					CAUDAL
	Permanente	Baja cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses.	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	
F 1: .....									
F 2: .....									
F 3: .....									
F 4: .....									
F 5: .....									
⋮									

20. ¿En los últimos doce (12) meses, cuánto tiempo han tenido el servicio de agua? Marque con una X
- ❖ Todo el día durante todo el año
  - ❖ Por horas sólo en época de sequía
  - ❖ Por horas todo el año
  - ❖ Solamente algunos días por semana

**E. Calidad del Agua:**

21. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica? Marque con una X  
SI NO (Pasar a la pgta. 23)

22. ¿Cuál es el nivel de cloro residual? Marque con una X

Lugar de toma de muestra	DESCRIPCIÓN		
	Baja cloración (0 – 0.4 mg/lit)	Ideal (0.5 – 0.9 mg/lit)	Alta cloración (1.0 – 1.5 mg/lit)
Parte alta			
Parte media			
Parte baja			

Fuente: SIARS

F. Estado de la Infraestructura:

o Captación. Altura:   X:  Y:

28. ¿Cuántas captaciones tiene el sistema?  (Indicar el número)

29. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las captaciones. Marque con una X

Captación	Estado del cerco perimétrico			Material de construcción de la captación		datos Geo-referenciales		
	si tiene			Concreto.	Artesanal.	altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado	No tiene.					
	4 Pts.	3 Pts.	1 Pts.					
Yuracmarca		x			x	3116	X: -8.760275	Y: -78.099352
<b>Puntuación:</b> <span style="margin-left: 100px;">3</span> punt.								

Captación	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huaycos	Crecidas o avenidas	Hundimientos de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
Yuracmarca							x	

30. Determine el tipo de captación y describa el estado de la infraestructura? Marque con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno **4 punt.**  
R = Regular **3 punt.**  
M = Malo **2 punt.**  
**No tiene: 1 punt.**

Cuadro Hoja 2	Verificar	
PUNTAJE CAPTACION	3.08	HACER CLICK EN LAS FLECHAS

31. ¿Tiene caja de reunión? Marque con una X

SI  NO  (Pasará a la pág. 34)

o Línea de conducción.

40. ¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X

SI  NO  (Pasará a la pág. 44)

**Identificación de peligros:**

No presenta  Huaycos

Crecidas o avenidas  Hundimientos de terreno

Inundaciones  Deslizamientos

Desprendimiento de rocas o árboles

Contaminación de la fuente de agua

Especifique: Huaycos ya que la línea de conducción pasa por una quebrada.

41. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

Enterrada totalmente  **4 punt.** Enterrada en forma parcial  **3 punt.**

Malograda  **2 punt.** Colapsada  **1 punt.**

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI  NO  (Pasará a la pág. 44)

**No se da una puntuación a esta pregunta**

43. ¿En qué estado se encuentra el cruce o pase aéreo? Marque con una X

Bueno **4 punt.**  Regular **3 punt.**  Malo **2 punt.**  Colapsado **1 punt.**

PUNTAJE PREGUNTA 43

<b>PUNTAJACIÓN</b>	=	<b>3 Puntos</b>
<small>(Puntaje total)</small>		<small>(Puntaje total)</small>

Fuente: SIARS

Descripción:	ESTADO ACTUAL DE LA ESTRUCTURA																																	
	Válvula		Tapa sanitaria 1 (filtro)						Tapa Sanitaria 2 (camara colectorora)						Tapa Sanitaria 3 (caja de válvulas)						Estructura			Canastilla		tubería de limpia y rebose		Dado de protección						
	Notie ne	Si tiene	Notie ne	Si tiene			Seguro			Notie ne	Si tiene			Seguro			No tiene	Si tiene			Seguro			Estructura	No tiene	Si tiene		No tiene	Si tiene		No tiene	Si tiene		
				Concreto			Metal				Madera	Concreto			Metal			Madera	Concreto			Metal				Madera	B		M			B		M
	B	M	B	R	M	B	R	M	Made ra	No tiene	Si tiene	B	R	M	B	R	M	a	No tiene	Si tiene	B	R	M	B	R	M	e	e	B	R	M	B	M	B
CAPT: Ladera De fondo																																		
Captacion 1	X			X					X			X													X			X					X	
<b>Puntuación</b>	<b>4</b>		<b>3.33</b>																		<b>2</b>			<b>3.33</b>										
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td><b>Puntaje Accesorios</b></td> <td><b>=</b></td> <td><b>3.17</b></td> <td><b>Pts.</b></td> </tr> </table>																												<b>Puntaje Accesorios</b>	<b>=</b>	<b>3.17</b>	<b>Pts.</b>			
<b>Puntaje Accesorios</b>	<b>=</b>	<b>3.17</b>	<b>Pts.</b>																															
PUNTAJE OBTENIDO DE LA CAMARA DE CAPTACION																																		
<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td><b>PUNTAJACIÓN</b></td> <td><b>=</b></td> <td><b>3.08</b></td> <td><b>Puntos</b></td> </tr> </table>																								<b>PUNTAJACIÓN</b>	<b>=</b>	<b>3.08</b>	<b>Puntos</b>							
<b>PUNTAJACIÓN</b>	<b>=</b>	<b>3.08</b>	<b>Puntos</b>																															

Fuente: SIARS

❖ **Caja o buzón de reunión.**

29. ¿Tiene caja de reunión? Marque con una X

SI

NO

30. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cajas o buzones de reunión. Marque con una X

Caja o buzón de Reunión	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la Caja de Reunión		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
:								

Caja o buzón de Reunión	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
C 1								
C 2								
C 3								
C 4								
...								

31. Describa el estado de la estructura. Marque con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Descripción	No tiene	Tapa Sanitaria						Estructura	Canastilla			Tubería de limpia y rebose			Dado de protección		
		Si tiene			Seguro				No tiene	Si tiene		No tiene	Si tiene		No tiene	Si tiene	
		Concreto	Metal		Madera	No tiene	Si tiene			B	R		M	B		M	B
			B	R					M			B			R		
C 1																	
C 2																	
C 3																	
C 4																	
:																	

❖ **Cámara rompe presión CRP-6.**

32. ¿Tiene cámara rompe presión CRP-6? Marque con una X

SI

NO  (Pasar a la pgta. 36)

Fuente: SIARS

33. ¿Cuántas cámaras rompe presión tiene el sistema?  (Indicar el número)

34. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cámaras rompe presión (CRP-6). Marque con una X

CRP 6	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la CRP6		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
:								

CRP 6	<i>Identificación de peligros:</i>							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP6 1								
CRP6 2								
CRP6 3								
CRP6 4								
...								

35. Describir el estado de la infraestructura. Marque con una X:

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Descripción	No tiene	Tapa Sanitaria						Seguro	Estructura	Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Dado de protección	
		Si tiene			No tiene					No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene
		Concreto	Metal	Madera											
		B	R	M	B	R	M			B	R	M	B	M	B
CRP 1															
CRP 2															
CRP 3															
CRP 4															
:															

36. ¿Tiene el sistema tubo rompe carga en la línea de conducción? Marque con una X

SI

NO  (Pasar a la pgta. 38)

37. ¿En qué estado se encuentran los tubos rompe carga? Marque con una X

Descripción	Tubos rompe carga						
	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5	Nº 6	Nº 7
Bueno							
Malo							

Fuente: SIARS

❖ **Línea de conducción.**

38. ¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 44)

**Identificación de peligros:**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> No presenta                        | <input type="checkbox"/> Huaycos                |
| <input type="checkbox"/> Crecidas o avenidas                | <input type="checkbox"/> Hundimiento de terreno |
| <input type="checkbox"/> Inundaciones                       | <input type="checkbox"/> Deslizamientos         |
| <input type="checkbox"/> Desprendimiento de rocas o árboles |   |
| <input type="checkbox"/> Contaminación de la fuente de agua |   |

Especifique:

41. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

Enterrada totalmente	Enterrada en forma parcial
Malograda	Colapsada

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI NO

43. ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X

Bueno Regular Malo Colapsado

o **Planta de Tratamiento de Aguas.**

44. ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Aguas? Marque con una X

SI NO (Pasar a la pgta. 47)

**Identificación de peligros:**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> No presenta                        | <input type="checkbox"/> Huaycos                |
| <input type="checkbox"/> Crecidas o avenidas                | <input type="checkbox"/> Hundimiento de terreno |
| <input type="checkbox"/> Inundaciones                       | <input type="checkbox"/> Deslizamientos         |
| <input type="checkbox"/> Desprendimiento de rocas o árboles |   |
| <input type="checkbox"/> Contaminación de la fuente de agua |   |

Especifique:

*Fuente: SIARS*

**Planta de tratamiento de aguas.**

14. ¿El sistema tiene Planta de Tratamiento de Agua? Marque con una X

SI

NO  (Pasará a la pgta. 47)

**Reservorio.**

17. ¿Tiene reservorio? Marque con una X

SI

NO

18. Describa el cerco perimétrico el material de construcción del reservorio. Marque con una X

RESERVORIO	Estado del cerco Perimétrico			Material de Construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artisanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
	4 Pts	3 Pts	1 Pts					
Reservorio 1		x			x	3113	-8.759383	-78.102075

Puntuación: 3 punt.

RESERVORIO	Identificación de peligros:							
	No presenta	Huaycos	Crecidas o avenidas	Hundimientos de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
Reservorio 1	x							

19. ¿Describir el estado de la estructura? Marque con una X

DESCRIPCIÓN	ESTADO ACTUAL	Parcial	Total						
				No tiene	Si tiene			Seguro	
				1 Pts	Bueno 4 Pts	Regular 3 Pts	Malo 2 Pts	Si tiene 4 Pts	No tiene 1 Pts
Volumen: 10 m <sup>3</sup>									
Tapa Sanitaria 1 (T.A.)	De concreto.		x	2					
	Metálica.			0					
	Madera.			0					
Tapa Sanitaria 2 (C.V.)	De concreto.		x	2					
	Metálica.			0					
	Madera.			0					
Reservorio / Tanque de Almacenamiento			0						
Caja de válvulas		x	3						
Canastilla		x	1						
Tubería de Limpia y rebose		x	1						
Tubo de ventilación		x	1						
Hipoclorador		x	1						
Valvula Flotadora			x	2					
Valvula de entrada		x	1						
Valvula de salida		x	1						
Valvula de desagüe		x	1						
Nivel estático		x	1						
Dado de protección			x	2					
Cloración por goteo		x	1						
Grifo de Enjuague		x	1						
<b>TOTAL</b>			<b>1.27</b>						

En el caso de que hubiese de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.

$$\text{RESERVORIO} = \frac{P48 + P49}{2} = \rightarrow (6)$$

PUNTUACIÓN = 2.13 Puntos

2.13

Fuente: SIARS

Válvula flotadora						
Válvula de entrada						
Válvula de salida						
Válvula de desagüe						
Nivel estático						
Dado de protección						
Cloración por goteo						
Grifo de enjuague						

*En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.*

o **Línea de Aducción y red de distribución.**

50. ¿Cómo está la tubería? Marque con una X

Cubierta totalmente                      Cubierta en forma parcial  
Malograda                                      Colapsada                                      No tiene

**Identificación de peligros:**

- No presenta                                       Huaycos  
 Crecidas o avenidas                                       Hundimiento de terreno  
 Inundaciones                                       Deslizamientos  
 Desprendimiento de rocas o árboles  
 Contaminación de la fuente de agua

Especifique:

51. ¿Tiene cruces / pases aéreos? Marque con una X

SI    NO

52. ¿En qué estado se encuentra el cruce / pases aéreos? Marque con una X

Bueno                                      Regular                                      Malo                                      Colapsado

o **Válvulas.**

53. Describa el estado de las válvulas del sistema. Marque con una X e indique el número:

DESCRIPCIÓN	SI TIENE			NO TIENE	
	Bueno	Malo	Cantidad	Necesita	No Necesita
Válvulas de aire					
Válvulas de purga					
Válvulas de control					

o **Cámaras rompe presión CRP-7.**

54. ¿Tiene cámaras rompe presión CRP-7? Marque con una X

SI    NO

*Fuente: SIARS*

55. ¿Cuántas cámaras rompe presión tipo 7 tiene el sistema?  (Indicar el número)

56. Describa el cerco perimétrico y material de construcción de las CRP-7. Marque con una X

CRP 7	Cerco Perimétrico			Material de construcción CRP7		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
	En buen estado.	En mal estado.						
CRP7 1								
CRP7 2								
CRP7 3								
CRP7 4								
CRP7 5								
CRP7 6								
CRP7 7								
CRP7 8								
CRP7 9								
CRP7 10								
CRP7 11								
CRP7 12								
CRP7 13								
CRP7 15								
CRP7 16								
...								

CRP 7	<i>Identificación de peligros:</i>							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP7 1								
CRP7 2								
CRP7 3								
CRP7 4								
CRP7 5								
CRP7 6								
CRP7 7								
CRP7 8								
CRP7 9								
CRP7 10								
CRP7 11								
CRP7 12								
CRP7 13								
CRP7 14								
CRP7 15								
CRP7 16								
...								

*Fuente: SIARS*

57. ¿Describir el estado de la infraestructura? Marque con una X

Las condiciones se expresan en el cuadro de la siguiente manera:

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Descripción	SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA																											
	Tapa Sanitaria 1								Tapa Sanitaria 2 (caja de válvulas)						Estructura	Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Válvula de Control		Válvula Flotadora		Dado de protección				
	No tiene	Si tiene			Seguro		No tiene	Si tiene			Seguro		No tiene	Si tiene		No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene			
		Concreto			Metal			Madera	Concreto			Metal														Madera	B	
	B	R	M	B	R	M			B	R	M	B	R	M		B	R	M	B	M	B	M	B	M	B		M	B
CRP-7 N° 1																												
CRP-7 N° 2																												
CRP-7 N° 3																												
CRP-7 N° 4																												
CRP-7 N° 5																												
CRP-7 N° 6																												
CRP-7 N° 7																												
CRP-7 N° 8																												
CRP-7 N° 9																												
CRP-7 N° 10																												
CRP-7 N° 11																												
CRP-7 N° 12																												
CRP-7 N° 13																												
CRP-7 N° 14																												
CRP-7 N° 15																												
CRP-7 N° 16																												
:																												

Fuente: SIARS

o **Piletas públicas.**

58. Describir el estado de las piletas públicas. Marque con una X

DES CRIP CION	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VALVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
P 1										
P 2										
P 3										
P 4										
P 5										
P 6										
P 7										
P 8										
P 9										
P 10										
:										

o **Piletas domiciliarias.**

59. Describir el estado de las piletas domiciliarias. Marque con una X

(muestra de 15% del total de viviendas con pileta domiciliaria)

DES CRIP CION	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VÁLVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
Casa 1										
Casa 2										
Casa 3										
Casa 4										
Casa 5										
Casa 6										
Casa 7										
Casa 8										
Casa 9										
Casa 10										
Casa 11										
Casa 12										
Casa 13										
Casa 14										
Casa 15										
Casa 16										
Casa 17										
Casa 18										
Casa 19										
Casa 20										

Fecha: ..... / ..... / .....

Nombre del encuestador: .....

Fuente: SIARS



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

CURSO:		TITULO DEL PROYECTO	
TESISTA:	VIGO RODRIGUEZ ABEL ALDAIR		
ASESORA:			

**RECOLECCION DE DATOS DE LA CAMARA DE CAPTACION**

A. Cantidad de Agua:	RESPUESTA	B. calidad del agua	
¿Cuál es el caudal de la fuente en época de sequía?	0.8	¿Colocan cloro en el agua en forma periódica?	NO
¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema?	156	¿Cómo es el agua que consumen?	CLARA
¿El sistema tiene piletas públicas?	NO	¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses?	NO
¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema?	NO	¿Quién supervisa la calidad del agua	POBLADORES

B	NOMBRE DE LAS FUENTES	DESCRIPCIÓN			Mediciones					CAUDAL
		Permanente	Baja cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses.	1ª	2ª	3a	4a	5a	
continuidad del servicio	F 1 manantial Yuracmarca	x			15 seg	14.6 seg	15.8 seg	16 seg	15.9 seg	1.25
	F 2									
	F 3									
	F 4									
	F 5									

C. ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA	Captación	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la		Datos Geo-referenciales		
		Si tiene		No	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
		En buen estado.	En mal estado.	tiene.					
	Capt. 1			x		x		-7.263371	-78.408636
	Capt. 2								
	Capt. 3								
	Capt. 4								
	:								



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

CURSO:		TITULO DEL PROYECTO	
TESISTA:	VIGO RODRIGUEZ ABEL ALDAIR		
ASESORA:			

IDENTIFICACION DE PELIGROS		Identificación de peligros:							
OBSERVACIONES		No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
se presenta una captacion tipo ladera concentrado	Captación								
	Capt. 1			X					X
	Capt. 2								
	Capt. 3								
	Capt. 4								

Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las cajas o buzones de reunión. Marque con una X	Caja o buzón de Reunión	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la Caja de Reunión		Datos Geo-referenciales		
		Si tiene		No tiene	Concreto	Artisanal	Altitud	X	Y
		En buen estado	En mal estado						
	C 1	.....							
	C 2	.....							
	C 3	.....							
	C 4	.....							

OBSERVACIONES GENERALES (COORDENADAS , NOMBRES DE LA FUENTE)
se observo en la visita en campo que la camara de captacion no cuenta con un sistema de drenaje en caso de lluvias



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

CURSO:		TITULO DEL PROYECTO
TESISTA:	VIGO RODRIGUEZ ABEL ALDAIR	
ASESORA:		

RECOLECCION DE DATOS DE LA LINEA DE CONDUCCION

LINEA DE CONDUCCION	CAMARA ROMPE PRESION							
¿Tiene tubería de conducción? Marque con una X SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	CRP 6	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la CRP6		Datos Geo-referenciales	
		En buen estado.	En mal estado.	No tiene.	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X
<b>Identificación de peligros:</b>								
No presenta	CRP6 1	0						
Crecidas o avenidas	CRP6 2	0						
Inundaciones - Huaycos- Hundimiento de terreno- Deslizamientos	CRP6 3	0						
Desprendimiento de rocas o árboles	CRP6 4	0						
Contaminación de la fuente de agua Especifique:								
¿Cómo está la tubería? Marque con una X Enterrada totalmente <input type="checkbox"/> Enterrada en forma parcial <input type="checkbox"/> Malograda <input type="checkbox"/> Colapsada <input type="checkbox"/>	CRP 6	Identificación de peligros:						
¿Tiene cruces / pases aéreos? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles
¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Colapsado <input type="checkbox"/>	CRP6 1	0						
	CRP6 2	0						
	CRP6 3	0						
	CRP6 4	0						

OBSERVACIONES

LA LINEA DE CONDUCCION TIENE UN TRAMO PEQUEÑO DE 87 ML NO PRESENTA CAMARAS ROMPE PRESION SIN EMBARGO COMO IDENTIFICACION DE PELIGROS SE DETECTO FALLAS POR DESLIZAMIENTOS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE**

CURSO:		TITULO DEL PROYECTO	
TESISTA:	VIGO RODRIGUEZ ABEL ALDAIR		
ASESORA:			

**RECOLECCION DE DATOS DEL RESERVORIO**

¿Tiene reservorio? Marque con una X	SI	NO
	X	

Describe el cerco perimétrico y el material de construcción del reservorio	RESERVORIO	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales		
		Si tiene		No	Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y
		En buen estado.	En mal estado.	tiene.					
	RESERVORIO 1	X			X		3013	-7.262776	-78.40947
	RESERVORIO 2	--							
	RESERVORIO 3	--							
	RESERVORIO 4	--							

Identificación de peligros:	RESERVORIO	Identificación de peligros:							
		No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua
	Reservorio 1	X		X	-	-	-	-	-
	Reservorio 2	--							
	Reservorio 3	--							
	Reservorio 4	--							

SI		NO		Estado de la estructura							
Válvula flotadora				DESCRIPCIÓN	No Tiene	ESTADO ACTUAL			Seguro		
Válvula de entrada						Bueno	Regular	Malo	Si	No	
Válvula de salida									Tiene	tiene	
X				Tapa	De concreto.						
X				sanitaria 1 (T.A)	Metálica.	X	X			X	
					Madera						
				Tapa	De concreto.						
				sanitaria 2 (C.V)	Metálica.						
					Madera.						

**Nota: En el caso de que hubiese más de un reservorio, utilizar un cuadro por cada uno de ellos y adjuntar a la encuesta.**



CURSO:				TITULO DEL PROYECTO							
TESISTA:		VIGO RODRIGUEZ ABEL ALDAIR									
ASESORA:											
<b>RECOLECCION DE DATOS DE LA LINEA DE ADUCCION</b>											
LINEA DE ADUCCION			CAMARA ROMPE PRESION								
¿Tiene tubería de Aducción? Marque con una X SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			Estado del Cerco Perimétrico		Material de construcción de la CRP7	Datos Geo-referenciales					
<b>Identificación de peligros:</b> No presenta Crecidas o avenidas Inundaciones - Huaycos- Hundimiento de terreno- Deslizamientos Desprendimiento de rocas o árboles Contaminación de la fuente de agua Especifique:			Si tiene		Concreto.	Artesanal.	Altitud	X	Y		
			En buen estado.	En mal estado.						No tiene.	
			CRP 7								
			CRP7 1	X			X		3053	-7.257827	-78.407149
			CRP7 2								
CRP7 3											
CRP7 4											
¿Cómo está la tubería? Marque con una X Enterrada totalmente <input type="checkbox"/> Enterrada en forma parcial <input checked="" type="checkbox"/> Malograda <input type="checkbox"/> Colapsada <input type="checkbox"/> ¿Tiene cruces / pases aéreos? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Colapsado <input type="checkbox"/>			Identificación de peligros:								
No presenta CRP7 1 CRP7 2 CRP7 3 CRP7 4			Huayco	Crecidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o árboles	Contaminación de la fuente de agua		
				o							
										X	
<b>RED DE DISTRIBUCION</b>											
¿Cómo está la tubería? Marque con una X Enterrada totalmente <input type="checkbox"/> Enterrada en forma parcial <input checked="" type="checkbox"/> Malograda <input type="checkbox"/> Colapsada <input type="checkbox"/> ¿Tiene cruces / pases aéreos? SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> ¿En qué estado se encuentra el cruce /pase aéreo? Marque con una X Bueno <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Colapsado <input type="checkbox"/>			Observaciones: Se observo que las valvulas se encuentran en buen estado ya que se les proporsiona un mantenimiento constantemente		<b>Valvulas</b>						
DESCRIPCIÓN		SI TIENE			NO TIENE						
		Bueno			Malo	Cantidad	Necesita	No Necesita			
Válvulas de aire		X				1					
Válvulas de purga		X				1					
Válvulas de control		X		2							

## 2.2 Instrumento de Recolección de Datos para Mejoramiento (Diseño)

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CAPTACIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
NOMBRE				
COTA				
TIPO				
CONSUMO PROMEDIO ANUAL				
CAUDAL MÁXIMO DIARIO (diseño)				
MATERIAL				
TIPO DE TUBERÍA DE SALIDA				
DIÁMETRO DE TUBERÍA DE SALIDA				
CLASE DE TUBERÍA				
CASETA DE VÁLVULA				
CERCO PERIMÉTRICO				
DISTANCIA DE AFLORAMIENTO Y LA CÁMARA HÚMEDA				
ANCHO DE LA PANTALLA				
ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA				
DIÁMETRO DEL ORIFICIO DE PANTALLA				
DIÁMETRO DE REBOSE Y LIMPIA				
NÚMERO DE RANURAS				
DIÁMETRO DE LA CANASTILLA				
DADO DE PROTECCIÓN				

Fuente: Elaboración propia.



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TIPO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
CAUDAL DE DISEÑO				
TIPO DE TUBERÍA				
CLASE DE TUBERÍA				
COTA DE INICIO				
COTA FINAL				
TRAMO TOTAL				
DIÁMETRO EN LOS TRAMOS				
VELOCIDAD				
TRAMO: CAPT – CRP6				
PÉRDIDA DE CARGAS				
PRESIONES				
TRAMO: CRP6 – RESERV				
PÉRDIDA DE CARGAS				
PRESIONES				

*Fuente: Elaboración propia.*



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DEL RESERVORIO				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TIPO DE RESERVORIO				
COTA				
FORMA				
VOLUMEN (real)				
VOLUMEN (diseño)				
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN				
ANCHO INTERNO				
LARGO INTERNO				
ALTURA TOTAL DEL AGUA				
CERCO PERIMÉTRICO				
TIEMPO DE DOSIFICACIÓN				
VOLUMEN DE CASETA DE DESINFECCIÓN				
CAUDAL DE GOTEO				

*Fuente: Elaboración propia.*



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TIPO DE LÍNEA DE ADUCCIÓN				
CAUDAL DE DISEÑO				
TIPO DE TUBERÍA				
CLASE DE TUBERÍA				
TRAMO				
COTA DE INICIO				
COTA FINAL				
DESNIVEL				
VELOCIDAD				
DIÁMETRO EN LOS TRAMOS				
PÉRDIDA DE CARGAS				

*Fuente: Elaboración propia.*



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 7				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TUBERÍA DE ENTRADA Y SALIDA				
CAUDAL DE DISEÑO				
VELOCIDAD				
ALTURA TOTAL				
BORDE LIBRE				
CARGA REQUERIDA (ALTURA)				
ALTURA MÍNIMA DE SALIDA				
DIÁMETRO EN LA CANASTILLA				
LONGITUD EN LA CANASTILLA				
ÁREA DE RANURAS				
ÁREA TOTAL DE RANURAS				
ÁREA LATERAL DE LA GRANADA				
NÚMERO DE RANURAS				
DIÁMETRO DEL REBOSE				
DADO DE PROTECCIÓN				

*Fuente: Elaboración propia.*



*Luis Enrique Meléndez Calvo*  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. Coleg. de Ingenieros del Paro 46711  
 C. O. de Ingenieros del Paro N° 05113

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
CAUDAL				
TIPO				
Nº DE VIVIENDAS				
TIPO DE TUBERÍA				
CLASE DE TUBERÍA				
DIÁMETRO EN LOS TRAMOS				
TRAMO TOTAL				

*Fuente: Elaboración propia.*



Handwritten signature in blue ink.

### 2.3 Instrumento de Recolección de Datos de Optimización del sistema (Encuestas)

OPTIMIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA			
¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la cobertura del servicio?			
N°	Datos del encuestado	Si mejorará	No mejorará
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			

Fuente: Elaboración propia (2023).



**OPTIMIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA**

¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la cantidad del servicio?

N°	Datos del encuestado	Si mejorará	No mejorará
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			

Fuente: Elaboración propia (2023).



**OPTIMIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA**

¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la continuidad del servicio?

N°	Datos del encuestado	Si mejorará	No mejorará
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			

Fuente: Elaboración propia (2023).



**OPTIMIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA**

¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la calidad del servicio?

N°	Datos del encuestado	Si mejorará	No mejorará
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			

Fuente: Elaboración propia (2023).



### Anexo 3. Validez de instrumento

#### 4.5.1 Ficha de Identificación del Experto

##### Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos:

LUIS ENRIQUE MELENDEZ CALVO

N° DNI / CE:

18041053

Edad:

mg-lmelendez\_calvo@hotmail.com

Teléfono / celular:

941425353

Email:

65

Título profesional:

INGENIERO CIVIL

Grado académico: Maestría

Doctorado:

Especialidad:

DOCENCIA, CURRÍCULO E INVESTIGACIÓN

Institución que labora:

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

##### Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

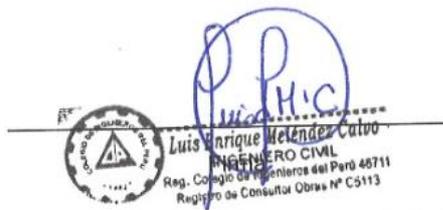
Evaluación y mejoramiento de las estructuras Hidráulicas, Para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable al caserío de Yuracmarca, distrito de Jesús, Provincia de cajamarca, Región de cajamarca - 2023

Autor(es):

Abel Aldair Vigo Rodríguez

Programa académico:

Ingeniería civil



Huella digital

#### 4.5.2 Formato de Carta de Presentación al Experto

##### CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister / Doctor: Luis Enrique Meléndez Calvo

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: Vigo Rodríguez Abel Aldair estudiante / egresado del programa académico de Ingeniería Civil de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

mi proyecto se titula: "Evaluación y Mejoramiento de las estructuras Hidráulicas, Para Coesorio de Yucamañca, distrito de Jesús, Provincia de Cajamarca, Región de Cajamarca - 2023." y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI: 76741091



#### 4.5.1 Ficha de Identificación del Experto

##### Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación

Nombres y Apellidos: Pedro Luis Sebastian Cruz  
N° DNI / CE: 32948649 Edad: 58 años  
Teléfono / celular: 976665721 Email: psebastian@renjoc.edu.pe

Título profesional: Ingeniero Civil e Ing. Mecánica de fluidos  
Grado académico: Maestría  Doctorado:   
Especialidad: Maestría en Gestión Pública  
Institución que labora: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

##### Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título: "Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuramarca, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región de Cajamarca - 2023"  
Autor(es): Autor: Nigo Rodriguez, Abel Aldaic  
Programa académico: Ingeniero Civil



Firma



Huella digital

#### 4.5.2 Formato de Carta de Presentación al Experto

##### CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister / Doctor: Pedro Luis Sebastian Cruz |.....

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: Nigo Rodriguez Abel Aldair..... estudiante / egresado del programa académico de Ingeniero Civil..... de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yanaemarea, distrito de Jesús, provincia de Cajamarca, región de Cajamarca - 2023" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI: 76741091

**Anexo 4. Confiabilidad del instrumento**

**4.5.2 Formato de Ficha de Validación (para ser llenado por el experto)**

FICHA DE VALIDACIÓN*								
TÍTULO: <i>Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable en los caseríos de Yuracmarca, distrito de Jesús y La Unión de su zona de influencia, región de Cuzco, Perú. 2023.</i>								
	Variable 1:	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1:							
1	<i>Evaluación y mejoramiento de las</i>							
2	<i>Estructuras Hidráulicas</i>	X		X		X		
	Dimensión 2:							
1								
2								
	Variable 2:							
	Dimensión 1:							
1	<i>Optimizar el sistema de abastecimiento</i>	X		X		X		
2	<i>de agua potable</i>							
	Dimensión 2:							
1								
2								

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección

Recomendaciones: ..... Opinión de

experto:           Aplicable (X)   Aplicable después de modificar ( )   No aplicable ( )

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg *Luis Enrique Meléndez Calvo* DNI *18041053*

*Luis E. Calvo*  
 Luis Enrique Meléndez Calvo  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros del Perú 46711  
 Registro de Consultor Único N° C5113



4.5.2 Formato de Ficha de Validación (para ser llenado por el experto)

FICHA DE VALIDACIÓN*								
TÍTULO: "Evaluación y mejoramiento de las estructuras hidráulicas, para optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable del Caserio de Yucamaca, distrito de Jesus, provincia de Cajamarca, región de Cajamarca 2023."								
	Variable 1:	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1:							
1	Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable							
2		X		X		X		
1	Dimensión 2: agua potable							
2								
	Variable 2:							
	Dimensión 1:							
1	Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable							
2		X		X		X		
1	Dimensión 2: potable							
2								

\*Aumentar filas según la necesidad del instrumento de recolección

Recomendaciones: ..... Opinión de experto:      Aplicable (X)    Aplicable después de modificar ( )    No aplicable ( )

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg Pedro Luis Sebastian Cruz ..... DNI 32948649 .....

  
Firma



## Anexo 5. Formato de consentimiento informado

### PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS (Ingeniería y Tecnología)

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por Abel Aldair Vigo Rodríguez, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA – 2023

La entrevista durará aproximadamente 2 minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.

- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: [vigorodrigueza@gmail.com](mailto:vigorodrigueza@gmail.com) al número 963578744.

Complete la siguiente información en caso desee participar:



Nicanor Vigo Vasquez.

Firma del: 

D.N.I.: 26710079

Javier Rumay Soldado

Firma del: 

D.N.I.: 42136381



  
Vigo Rodríguez Abel Aldair  
Firma del estudiante

D.N.I.: 76741091

## Anexo 6. Documento de aprobación de institución para la recolección de información

### ACTA DE INVESTIGACIÓN

En el caserío de YURACHARCA, distrito de JESÚS, provincia del COJAMARCA, región Cajamarca, siendo las 9:20:04 horas del día Jueves 09 de mayo del 2022

La autoridad del caserío de Yuracharca se hace presente para constatar que el joven Vigo Rodríguez Abel Aldair visitó dicho caserío ya mencionado, estando presente la autoridad que está a cargo Sr Presidente

señor, Nicanor Vigo Vasquez con D.N.I. 26710079

El estudiante Vigo Rodríguez Abel Aldair explicó que el motivo de su visita fue para realizar un proyecto de investigación científica de una Evaluación del sistema de agua potable, asimismo informó que es un proyecto de investigación para optar por el título de bachiller de la UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL, para mayor constancia de su visita pasa a firmar y sellar dicha autoridad ya mencionada.

Nicanor Vigo Vasquez

Firma del: Nicanor Vigo

D.N.I.: 26710079

Javier Rumay Soldado

Firma del: Javier Rumay

D.N.I.: 42136381



Abel Aldair Vigo  
Firma del estudiante

D.N.I.: 76741091

## Anexo 7. Evidencias de ejecución

### 7.1. Panel fotográfico:



Figura 09: Foto panorámica del caserío de Yuracmarca  
*Fuente: Elaboración propia. (2023)*



Figura 10: Cámara de captación del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca.

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*



Figura 11: Reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca.

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*



Figura 12: Línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca.

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*



Figura 13: Cámara rompe presión en la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío de Yuracmarca.

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*



Figura 14: Aplicación de encuesta a los pobladores del caserío de Yuracmarca.

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*

## Anexo 8. Base de datos

### RESULTADOS DE DISEÑO

PARÁMETROS DE DISEÑO			
N°	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
1	Población actual (Pa)	202	Habitantes
2	Crecimiento anual (r)	35	% 1000 hab.
3	Periodo de diseño (t)	20	Años
4	Población futura (Pf)	343	Habitantes
5	Dotación (Dot)	80	l/hab/día
6	Caudal máximo (Qm)	0.32	l/s
7	Caudal máximo diario (Qmd)	0.50	l/s
8	Caudal máximo horario (Qmh)	0.64	l/s

Fuente: Elaboración propia. (2023)



Handwritten signature in blue ink.

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CÁMARA DE CAPTACIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FORMULA	RESULTADO	UNIDAD
NOMBRE	Nomb.	----	Yuracmarca	---
ALTITUD	Ct	----	3114.00	m.s.n.m.
TIPO DE CAPTACIÓN	TC	Manantial	De ladera concentrado	---
CONSUMO PROMEDIO ANUAL	Qm	$Qm = \frac{Pf * Dot}{86400}$	0.32	L/s
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	Qmd	Qmd= K1 *Qm	0.50	L/s
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	MC	---	Concreto armado (210 Kg/cm <sup>2</sup> )	---
TIPO DE TUBERÍA DE SALIDA	TP	---	PVC (C=150)	---
DIÁMETRO DE TUBERÍA	DT	$D = \left( \frac{Q}{0.2785 * C * S^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	1	Pulg.
CLASE DE TUBERÍA	CT	---	10	---
CASETA DE VÁLVULAS	CV	---	0.80 x 0.70 x 0.60	m.
CERCO PERIMÉTRICO	CP	---	6.00 x 5.65 x 2.40	m.
DISTANCIA DE AFLORAMIENTO LA CÁMARA HÚMEDA	L	L = Hf / 0.30	1.25	m.
ANCHO DE PANTALLA	b	b=2(6D)+N° <sub>orif</sub> (D)+3D(N° <sub>orif</sub> -1)	0.9	m.
ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA	Hf	Ht = A + B + D + H	1	m.
DIÁMETRO DEL ORIFICIO DE PANTALLA	D	$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$	2	Pulg.
DIÁMETRO DE REBOSE Y LIMPIA	Dr	$Dr = \frac{0.71 * Qm^{0.38}}{hf^{0.21}}$	2	Pulg.
NUMERO DE RANURAS	Nr	Nr = At / Ar	115	Unid.
DIÁMETRO DE LA CANASTILLA	D can.	D can. = 2 * Da	2	Pulg.
DADO DE PROTECCIÓN	Dp	Diseño	0.30 x 0.20 x 0.20	m.

Fuente: Elaboración propia. (2023)



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TIPO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	TLC	-	Gravedad	-
CAUDAL DE DISEÑO	Q.md	Por diseño	0.50	l/s
TIPO DE TUBERÍA	Tb	-	PVC	-
CLASE DE TUBERÍA	Ctb	-	10	-
COTA DE INICIO	Ci	CAP 01	3,114.00	m.s.n.m.
COTA FINAL	Cf	RES 01	3,038.00	m.s.n.m.
TRAMO TOTAL	Tr	Obtenido por diseño	80.00	m
DIÁMETRO EN LOS TRAMOS	D	$\left( \frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	2	Pulg
VELOCIDAD	V – TRAMOS	$\frac{4 * Q}{\pi * D^2}$	0.74	m/s
PÉRDIDA DECARGAS	Pc –	$\left( \frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}} \right)^{0.54} - 1$	2.42	m
PRESIONES	Pr – TRAMO F.	Ctpiezofinal - Ctterrefinal	32.81	m

Fuente: Elaboración propia. (2023)



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DEL RESERVORIO				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TIPO DE RESERVORIO	Tresrv.	-	Apoyado	-
COTA	Ct.	-	3,038.00	m.s.n.m.
FORMA	Form.	-	Rectangular	-
VOLUMEN (real)	Vr	$Qm * 0.25$	9.88	m <sup>3</sup>
VOLUMEN (diseño)	Vd	recomendado	10.00	m <sup>3</sup>
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	MC	-	Concreto armado (210 - 280 Kg/ cm <sup>2</sup> )	-
ANCHO INTERNO	b	Dato por diseño	3.00	m
LARGO INTERNO	l	Dato por diseño	3.00	m
ALTURA TOTAL DEL AGUA	ha	Dato por diseño	1.21	m
CERCO PERIMÉTRICO	CP	-	6.00x6.00x2.40	m
TIEMPO DE DOSIFICACIÓN	TD	-	24	Horas/día
VOLUMEN DE CASETA DEDESINFECCIÓN	VCD	-	60	L
CAUDAL DE GOTEÓ	CDG	-	2.78	ml/min

Fuente: Elaboración propia. (2023)



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN					
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FORMULA	RESULTADO	UNIDAD	
TIPO DE LINEA DE ADUCCIÓN	TLA	---	Gravedad		
CAUDAL DE DISEÑO	Qmh	Por diseño	0.64	L/s	
TIPO DE TUBERÍA	TB	---	PVC	---	
CLASE DE TUBERÍA	CT	---	10	---	
TRAMO	Tr		240	m	
COTA DE INICIO	Ci	RESERVORIO	3038.00	m.s.n.m.	
COTA FINAL	Cf	DISTRIBUCION	2769.02	m.s.n.m.	
DESNIVEL	Dn	HALLADO	268.98	m	
VELOCIDAD	VT	$\frac{A * Q}{\pi * D^2}$	0.347	m/s	
DIAMETRO EN LOS TRAMOS	D	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}}\right)^{\frac{1}{2.63}}$	2	Pulg	
PERDIDA DE CARGAS	PC	$\left(\frac{Q}{0.2785 * C * D^{2.63}}\right)^{\frac{1}{0.54}}$	3.01	m	

Fuente: Elaboración propia. (2023)



## DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO 6

DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FÓRMULA	RESULTADO	UNIDAD
TUBERÍA DE ENTRADA Y SALIDA	Te. Ts	Línea de conducción	1	Pulg
CAUDAL DE DISEÑO	Q.md	Por diseño	0.50	l/s
VELOCIDAD	V	$V = \frac{1.973 * Q}{D^2}$	0.63	m/s
ALTURA TOTAL	Ht.	Ht=Bl+A+H	0.90	m
BORDE LIBRE	Bl.	Obtenido por diseño	0.40	m
CARGA REQUERIDA (ALTURA)	A	$H = 1.56 * \frac{V^2}{2g}$	0.40	m
ALTURA MÍNIMA DE SALIDA	Hm.	Obtenido por diseño	0.10	m
DIÁMETRO EN LA CANASTILLA	Dc.	Dc.=2*D. Conducción	2	Pulg
LONGITUD EN LA CANASTILLA	Lcanast.	$3Da < La < 6Da$	0.20	m
ÁREA DE RANURAS	Ar	Obtenido por diseño	0.000035	cm2
ÁREA TOTAL DE RANURAS	Atr.	Obtenido por diseño	15.83	cm2
ÁREA LATERAL DE LA GRANADA	Alg.	Alg=0.5*Dg*L	63.50	cm2
NÚMERO DE RANURAS	Nr.	$Nr = \frac{At \text{ de ranura}}{A \text{ de ranura}}$	45	Unid
DIÁMETRO DEL REBOSE	Dr.	$Dr = \frac{0.71 * Q_{\text{máx}}^{0.38}}{hf^{0.21}}$	2	Pulg
DADO DE PROTECCIÓN	Dp.	Obtenido por diseño	0.30*0.20*0.20	m

*Fuente: Elaboración propia. (2023)*



DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN				
DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA	FORMULA	RESULTADO	UNIDAD
CAUDAL	Qmh	Por diseño	0.64	l/s
TIPO DE RED DE DISTRIBUCION	TRD	Por diseño	Red abierta	--
N DE VIVIENDAS	Viv	Dato obtenido	64	---
TIPO DE TUBERÍA	Tt	---	PVC	---
CLASE DE TUBERÍA	Ctb	---	10	---
DIAMETRO EN LOS TRAMOS	D	$\left( \frac{Q}{0.2785 * C * hf^{0.54}} \right)^{\frac{1}{2.63}}$	1 1/2	Pulg.
TRAMO TOTAL	TT	Obtenido por diseño	2238.63	m

Fuente: Elaboración propia. (2023)



## CALCULOS DEL DISEÑO DE LA CAPTACIÓN

EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA – 2023

### DISEÑO HIDRÁULICO DE CAPTACIÓN DE LADERA (Qdiseño=0.50lps)

Gasto Máximo de la Fuente:  $Q_{max}= 0.75$  l/s  
 Gasto Mínimo de la Fuente:  $Q_{min}= 0.65$  l/s  
 Gasto Máximo Diario:  $Q_{md1}= 0.50$  l/s

#### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

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

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

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max}= 0.75$  l/s

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

Aceleración de la gravedad:  $g= 9.81$  m/s<sup>2</sup>

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

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

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

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

Área requerida para descarga:  $A= 0.002$  m<sup>2</sup>

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

Diámetro Tub. Ingreso (orificios):  $D_c= 0.04$  m

$D_c= 1.76$  pulg

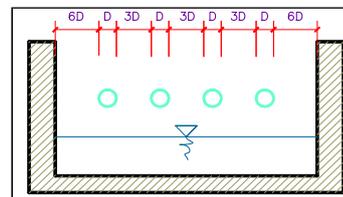
Asumimos un Diámetro comercial:  $D_a= 2.00$  pulg (se recomiendan diámetros < ó = 2")  
 0.05 m

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

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

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

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



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

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

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

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

Sabemos que:  $H_f = H - h_o$

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

Además:  $h_o = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$

Pérdida de carga en el orificio:  $h_o= 0.03$  m

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captación: **Hf= 0.37 m**

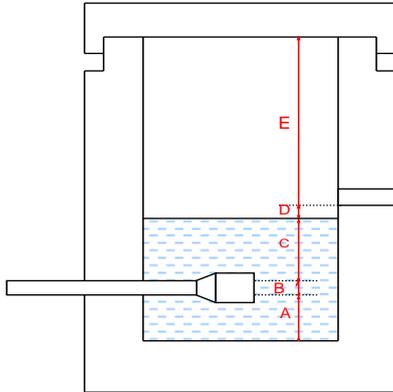
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

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

### 3) Altura de la cámara húmeda:

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



Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas.

Se considera una altura mínima de 10cm

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Q	m <sup>3</sup> /s
A	m <sup>2</sup>
g	m/s <sup>2</sup>

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

Por tanto: Altura calculada:  $C = 0.005 \text{ m}$

Resumen de Datos:

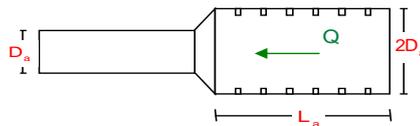
A= 10.00 cm  
 B= 2.50 cm  
 C= 30.00 cm  
 D= 10.00 cm  
 E= 40.00 cm

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

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

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

### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:



#### Diámetro de la Canastilla

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

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

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

#### Longitud de la Canastilla

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

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

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

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

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

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

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

$$A_{TOTAL} = 2A_s$$

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

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

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

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

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

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

**Número de ranuras : 115 ranuras**

#### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

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

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

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

##### Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.75 \text{ l/s}$   
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose:  $D_R = 1.54 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_R = 2 \text{ pulg}$**

##### Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 0.75 \text{ l/s}$   
Pérdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia:  $D_L = 1.54 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial:  **$D_L = 2 \text{ pulg}$**

## Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera

Gasto Máximo de la Fuente:	0.75 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	0.65 l/s
Gasto Máximo Diario:	0.50 l/s

### 1) Determinación del ancho de la pantalla:

Diámetro Tub. Ingreso (orificios):	2.0 pulg
Número de orificios:	2 orificios
Ancho de la pantalla:	0.90 m

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

$$L = 1.25 \text{ m}$$

### 3) Altura de la cámara húmeda:

Ht=	1.00 m
Tubería de salida=	1.00 plg

### 4) Dimensionamiento de la Canastilla:

Diámetro de la Canastilla	2 pulg
Longitud de la Canastilla	15.0 cm
Número de ranuras :	115 ranuras

### 5) Cálculo de Rebose y Limpia:

Tubería de Rebose	2 pulg
Tubería de Limpieza	2 pulg

## CALCULOS DE DISEÑO DEL RESERVORIO

<b>RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO</b>			
EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA – 2023			
<b>DATOS PARA EL CALCULO DEL RESERVORIO</b>			
Población futura	343	Habitantes	
Dotación	80	Lt/hab/día	
Qmd	0.50	Lt/seg.	
<b>Calculo del reservorio</b>			
Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$V_{reg} = 25\% \left( \frac{pf * Dot}{1000} \right) * 1 \text{ día}$	$V_{reg} = 0.25 \left( \frac{343 * 80}{1000} \right) * 1$	6.86	m <sup>3</sup>
según el reglamento se considera el 25% para poblaciones rurales			
$V_r = 7\% * Q_{md}$	$V_r = 0.07 \left( \frac{0.50}{1000} \right) * 86400$	3.02	m <sup>3</sup>
según sedapal se considera el 7 %			
SEGÚN MINSA NO SE CONSIDERA EL $V_i$ EN POBLACIONES RURALES		0	m <sup>3</sup>
$VR = V_{reg} + V_r + V_i$	$VR = 6.86 + 3.02 + 0$	9.88	m <sup>3</sup>
Se considera		10.00	
$T_{II} = \left( \frac{VR * 1000}{Q_{md}} \right)$	$T_{II} = \left( \frac{10 * 1000}{0.50} \right)$	20000.0	seg
se convierte a horas		5.56	horas
se considera		6	horas
donde: Q <sub>md</sub> =Caudal maxima diario V <sub>reg</sub> Volumen de regulación V <sub>r</sub> Volumen de reserva V <sub>i</sub> Volumen contra incendios VR Volumen del reservorio T <sub>II</sub> Tiempo de llenado			
<b>Dimensionamiento del reservorio</b>			
asumimos un H= Altura del agua		1.21	m
Borde Libre		0.45	m
Altura Neta del Reservorio (Altura del agua + Borde Libre)		1.66	m
Formula	despejando formula		
$VR = A * H$			
		$A = \frac{VR}{H}$	
Formula	Reemplazando datos	Resultados	Unidades
$A = \frac{VR}{H}$	$A = \frac{10}{1.21}$	8.26	m <sup>2</sup>
Donde: VR= Volumen de Reservorio 10 m <sup>3</sup> A= Área rectangular del reservorio H= Altura de agua 1.21 m b= Ancho interno 3.00 m, l= Largo interno 3.00 m SE ASUME			



**OPTIMIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA**

¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la cantidad del servicio?

Nº	Datos del encuestado	Si mejorará	No mejorará
1	Crecencia Mendoza Mendo	X	
2	Rosario Arana Saldaña	X	
3	Rosa Quispe Alvarado	X	
4	Isaura Huamán Arana	X	
5	Rogelio Leyva Saucedra.	X	
6	Gilados Arana Quispe	X	
7	Saul Vigo Bardales	X	
8	Reynaldo Azañero Poncal	X	
9	María Sara Quispe Alcantara	X	
10	Hucila Vigo Cerna	X	
11	Victor Azañero Poncal	X	
12	Flor Marina Poncal Perez	X	
13	Miguel R. de los santos	X	
14	Hermeinda Romero de los santos	X	
15	Hilda Romero Vasquez	X	
16	Bautista alcañero Huaccha Zalazar	X	
17	Poncal anselmo Azañero Moreno	X	
18	Saulo Abel Romero Romeros	X	
19	María Nelinda Quito torres	X	
20	Alejandro Romero Arana	X	
21	Alcira Romero Saldaña	X	
22	Amadeo Romero de los santos	X	
23	Jose tortumato Torres Olendo	X	
24	Gilseo Inarroz Solar	X	
25	María Ricardina Saldaña Rumay	X	
26	Ignacio Bardales de la cruz	X	
27	Porfirio saldaña Bardales	X	
28	Flor Tereza Romero Ramirez	X	
29	Jose Manuel Azañero Poncal	X	
30	Rita bardales de la cruz	X	
31	María alfoncina Torres Huaccha	X	
32	Jose Felipe Vosquez saucedo	X	
33	Peregrina Torres de cabanillas	X	
34	María amalia Torres de Saldaña	X	

Fuente: Elaboración propia (2023).

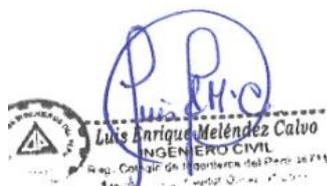


**OPTIMIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA**

¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la continuidad del servicio?

Nº	Datos del encuestado	Si mejorará	No mejorará
1	Crecencia Mendoza Mendo	X	
2	Rosario Arana Saldaña	X	
3	Rosa Quispe Alvarado	X	
4	Isaura Huamán Arana	X	
5	Rogelio Leyva Saucedo	X	
6	Glados Arana Quispe	X	
7	Saul Vigo Bardales	X	
8	Reynaldo Azañero Roncal	X	
9	María Sara Quispe Alcantara	X	
10	Hilda Vigo Cerna	X	
11	Victor Azañero Roncal	X	
12	Flor Marina Roncal Perez	X	
13	Miguel R. de los santos	X	
14	Hermelinda Romero de los santos	X	
15	Hilda Romero Vasquez	X	
16	Bautista alcañero Huaccha Zalazar	X	
17	Roncal anselmo Azañero Moreno	X	
18	Saulo Abel Romero Romeros	X	
19	María Nelinda Quito torres	X	
20	Alejandro Romero Arana	X	
21	Alicia Romero Saldaña	X	
22	Amadeo Romero de los santos	X	
23	Jose tortumato Torres Olendo	X	
24	Gliseo Inares Solar	X	
25	María Ricardina Saldaña Rumay	X	
26	Ignacio Bardales de la cruz	X	
27	Porfirio saldaña Bardales	X	
28	Flor Tereza Romero Ramirez	X	
29	Jose Manuel Azañero Roncal	X	
30	Rita bardales de la cruz	X	
31	María alforquina Torres Huaccha	X	
32	Jose filipe Vasquez saucedo	X	
33	Peregrina Torres de carbonillas	X	
34	María amelia Torres de Saldaña	X	

Fuente: Elaboración propia (2023).



**OPTIMIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERÍO DE YURACMARCA**

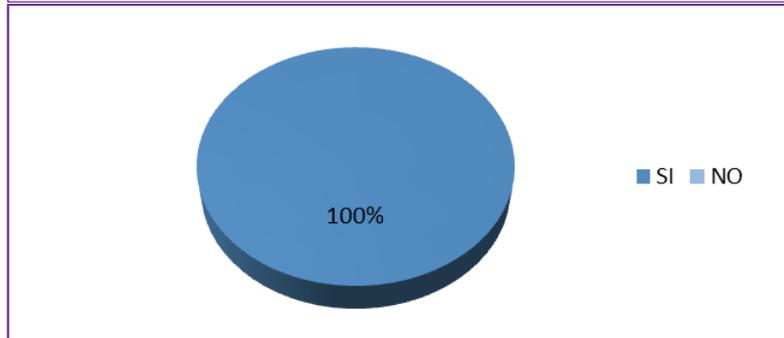
¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la calidad del servicio?

Nº	Datos del encuestado	Si mejorará	No mejorará
1	Crecencia Mendoza Mendo	X	
2	Rosario Arana Saldaña	X	
3	Rosa Quispe Alvarado	X	
4	Isaura Huamán Arana	X	
5	Rogelio Iyua Saucedra.	X	
6	Gilados Arana Quispe	X	
7	Saul Vigo Bardales	X	
8	Reynaldo Azañero Poncal	X	
9	Maria Sara Quispe Alcantara	X	
10	Lucila Vigo Cerna	X	
11	Víctor Azañero Poncal	X	
12	Flor Marina Poncal Perez	X	
13	Miguel R. de los santos	X	
14	Hermelinda Romero de los santos	X	
15	Hilda Romero Vasquez	X	
16	Bautista alcañero Huaccha Zalazar	X	
17	Poncal anselmo Azañero Moreno	X	
18	Saul Abel Romero Romeros	X	
19	Maria Nelinda Quito torres	X	
20	Alejandro Romero Arana	X	
21	Alcira Romero Saldaña	X	
22	Amadeo Romero de los santos	X	
23	Jose tortumato Torres Mendo	X	
24	Gilseo Linaser solar	X	
25	Maria Picardina Saldaña Rumay	X	
26	Ignacio Bardales de la cruz	X	
27	Rafirito saldaña Bardales	X	
28	Flor Tereza Romero Ramirez	X	
29	Jose Manuel Azañero Poncal	X	
30	Rita bardales de la cruz	X	
31	Maria alfoncina Torres Huaccha	X	
32	Jose Felipe Vasquez saucedo	X	
33	Peregrina Torres de cabanillas	X	
34	Maria amalia torres de Saldaña	X	

Fuente: Elaboración propia (2023).

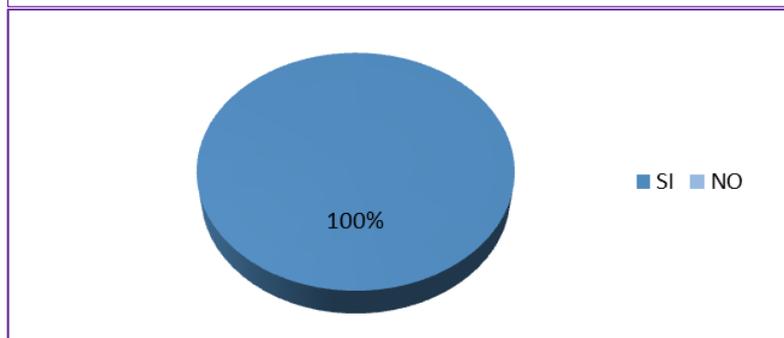


¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la cobertura del servicio?



**Fuente:** Elaboración propia.

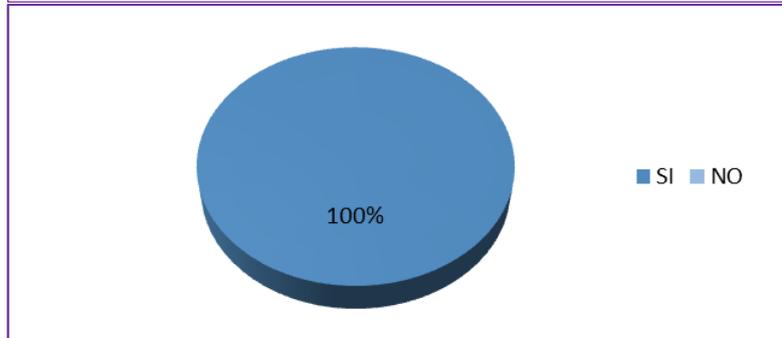
¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la cantidad del servicio??



**Fuente:** Elaboración propia.

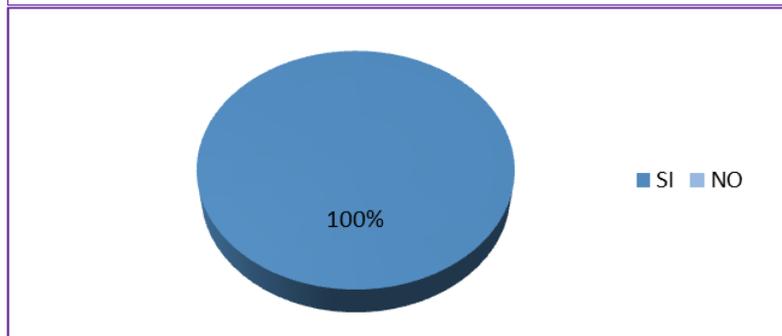


¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la continuidad del servicio?



**Fuente:** Elaboración propia.

¿Cree usted que al realizar el mejoramiento de las estructuras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable se optimizará la calidad del servicio?

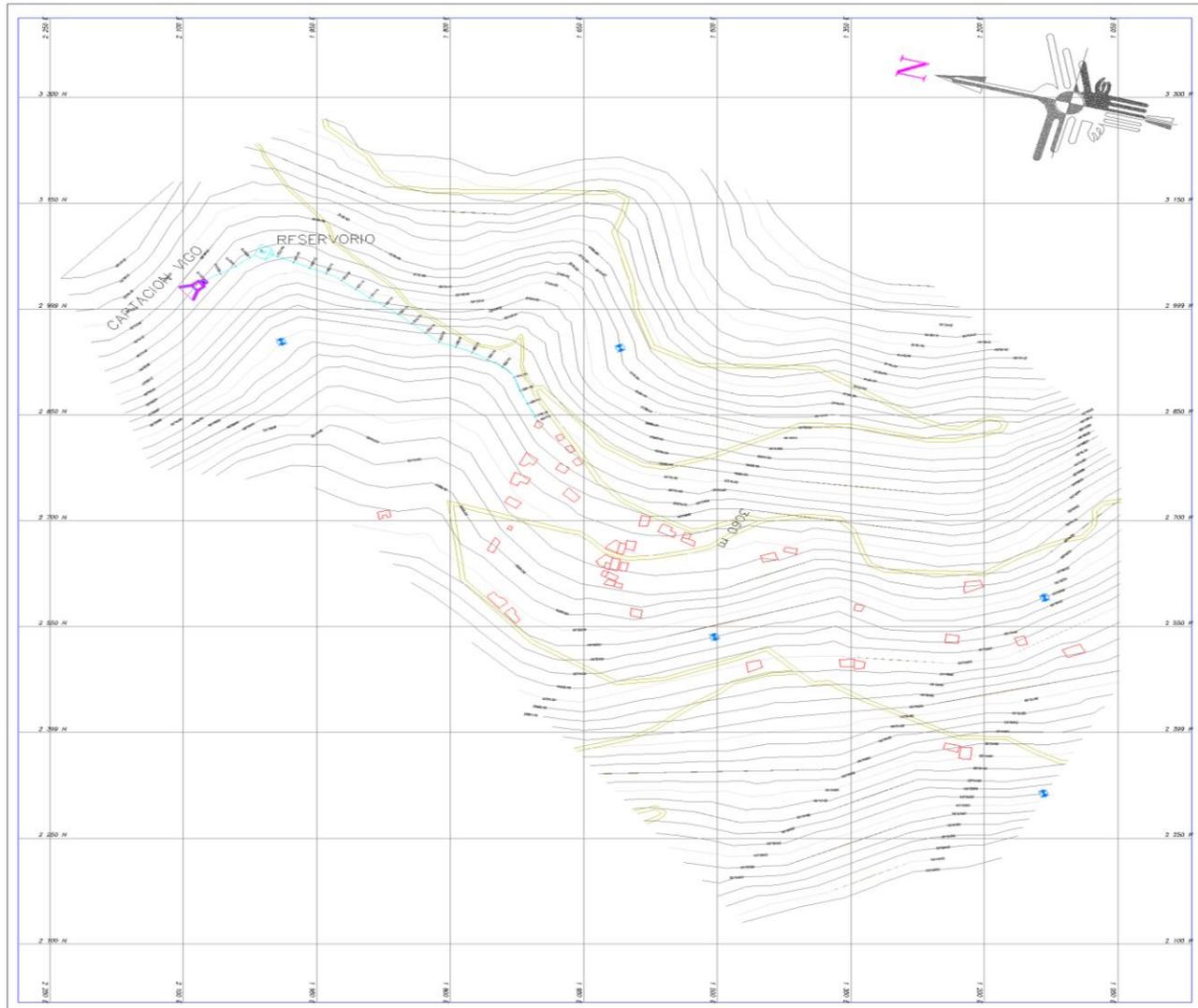


**Fuente:** Elaboración propia.



## Anexo 10. Planos





**TABLA DE PUNTOS DE CONTROL**

DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION	UBICACION
BM1	9108787.81	783025.79	3105.00	HITO DE CONCRETO
BM2	9109009.58	782712.20	3025.00	HITO DE CONCRETO
BM3	9108944.08	782526.76	3285.00	HITO DE CONCRETO
BM4	9108877.89	782212.74	3185.00	HITO DE CONCRETO

**LEYENDA**

	LINEA DE CONDUCCION
	RESERVORIO EXISTENTE
	POSTE DE ALUMBRADO
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CAPTACION
	BANCO DE NIVEL
	CURVA MAYOR
	CURVAMENOR
	CARRETERAS
	CASAS
	NORTE MAGNETICO
	ESTACIONES
	CAMARA DE ROMPE PRESION
	LINEA DE ADUCCION
	CEMENTERIO

UNIVERSIDAD CATOLICA  
LOS ANGELES DE CHIBOTTE

INGENIERIA

INSTITUTO TECNICO DE INGENIERIA EN AGUAS Y SANEAMIENTO

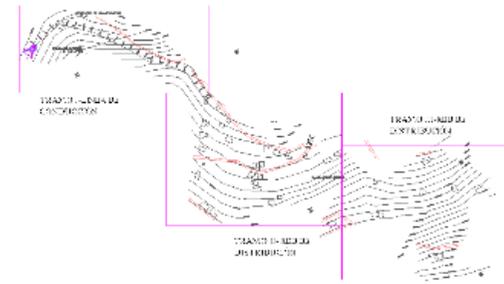
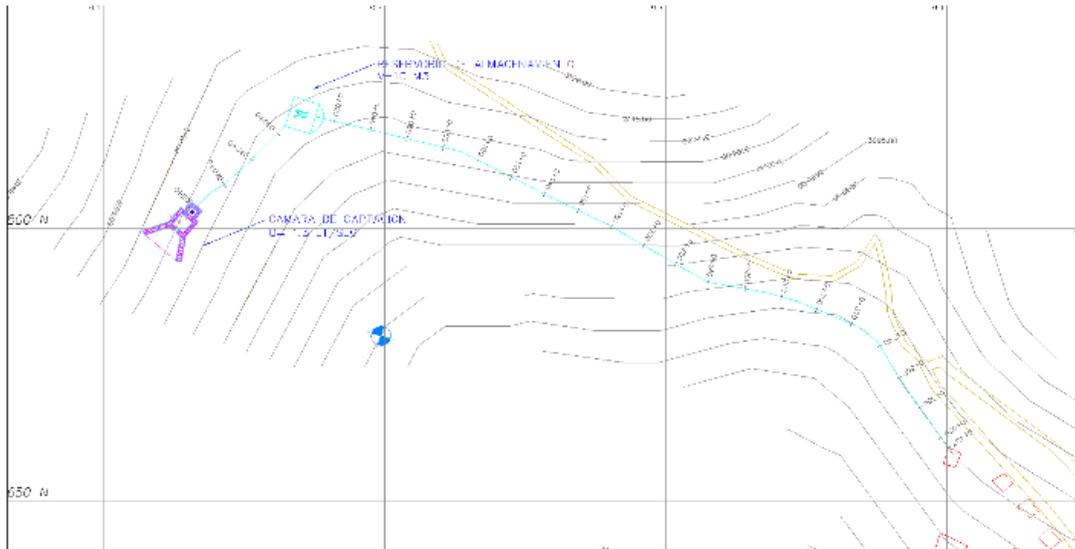
ORIENTACION: REGION: CUSCO DEPARTAMENTO: CUSCO PROVINCIA: YURACMARCA

PLANO: PLANO TOPOGRAFICO

ASISTENTE: ABEL RODRIGUEZ CURSO: VALLER II

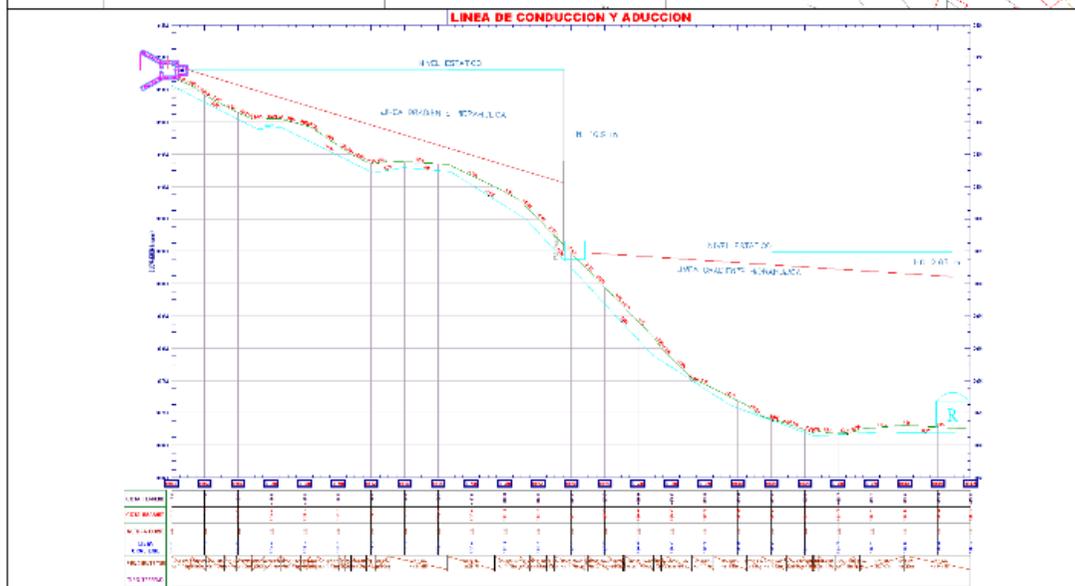
ENCARGA: HERRERA FELIX 01/01/2012

LABOR: PT-01



**TABLA DE PUNTOS DE CONTROL**

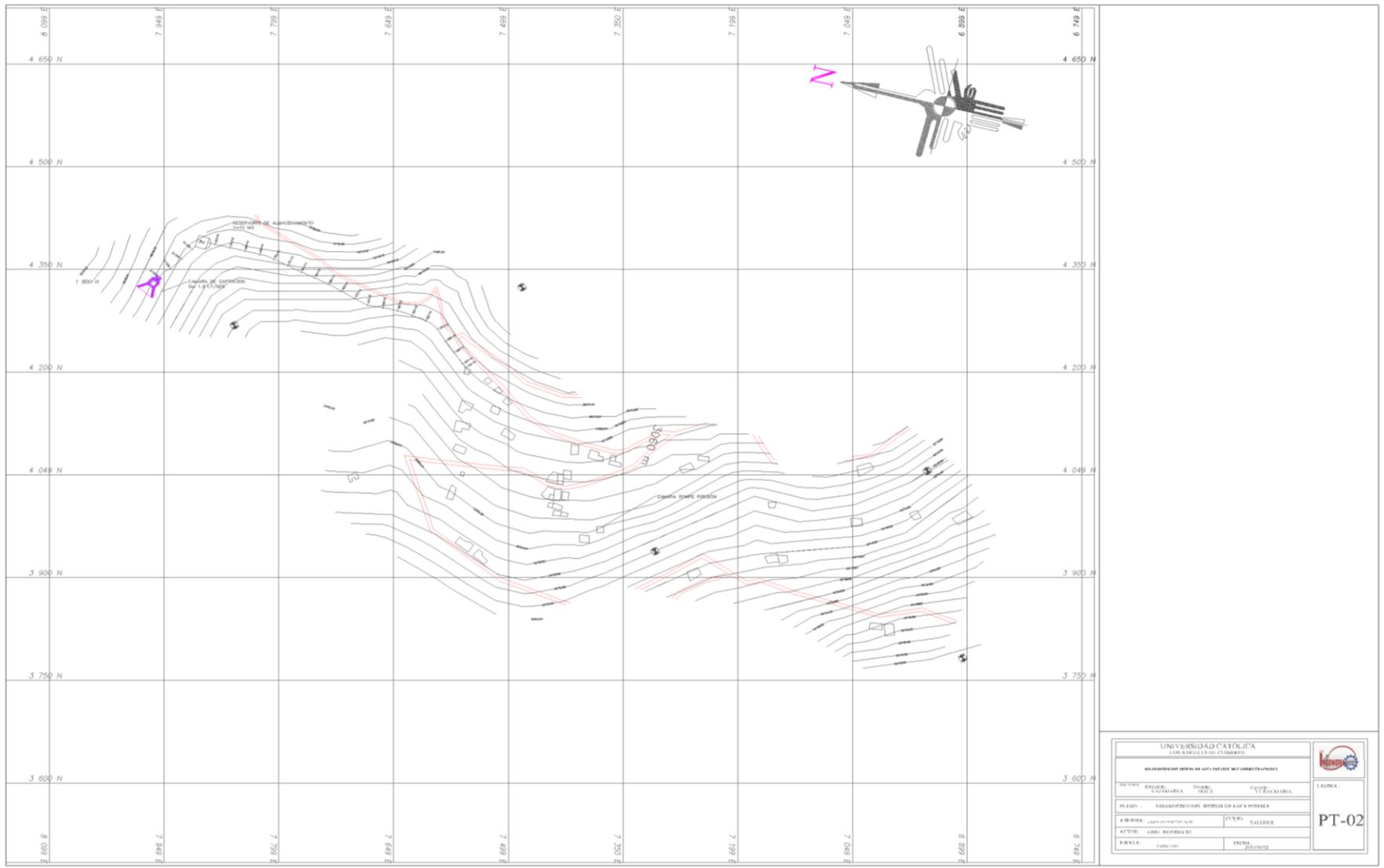
DESCRIPCION	NORTE	ESTE	ELEVACION	UBICACION
BM1	9108780.81	783025.79	5185.00	HIJO DE CONCRETO
BM2	9109089.58	782712.30	5025.00	HIJO DE CONCRETO
BM3	9108944.08	782526.76	5285.00	HIJO DE CONCRETO
BM4	9108877.89	782212.71	5115.00	HIJO DE CONCRETO

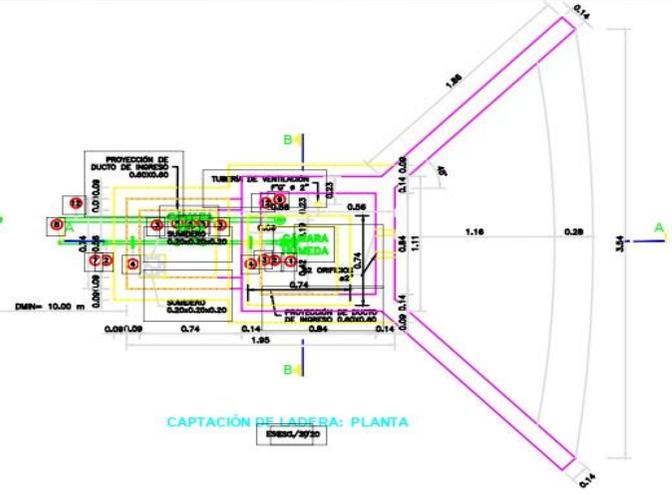
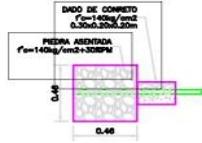


**LEYENDA**

	LINEA DE CONDUCCION
	RESERVOIR EXISTENTE
	LINEA DE DISTRIBUCION
	CAPTACION
	BANCO DE NIVEL
	CURVA MAYOR
	CURVASMENOR
	CARRETERAS
	CASAS
	NORTE MAGNETICO
	ESTACIONES
	CAMARA DE ROMPE PRESION
	LINEA DE ADUCCION
	CEMENTERIO

UNIVERSIDAD TALENTICA LEONARDO RODRIGUEZ		
FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS EXACTAS		
PROFESOR: INGENIERO EN ELECTRICIDAD	ESTUDIANTE: JUAN CARLOS	<b>PT-03</b>
TÍTULO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADUCCION Y DISTRIBUCION DE AGUA		
ASIGNATURA: HIDROLOGIA Y DISEÑO DE OBRAS DE BARRIO	FECHA: 2024-08-15	
PROFESOR: INGENIERO EN ELECTRICIDAD	ESTUDIANTE: JUAN CARLOS	

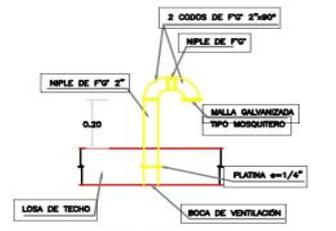




CAPTACIÓN DE LADERA: PLANTA



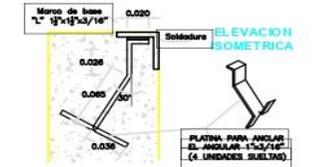
CAPTACIÓN DE LADERA: CORTE B-B



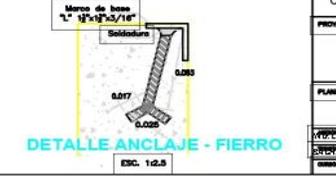
DETALLE DE VENTILACIÓN



DETALLE DE BRIDA ROMPE AGUA - CONDUCCION



DETALLE ANCLAJE - PLATINA



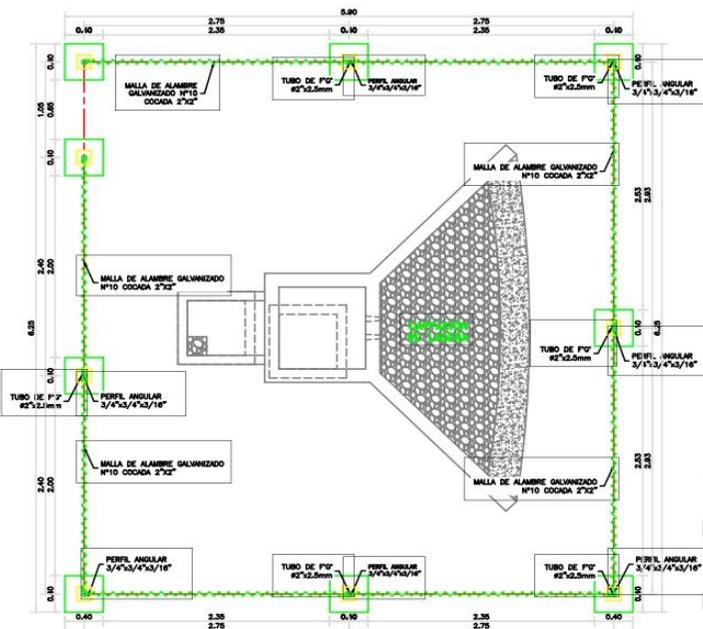
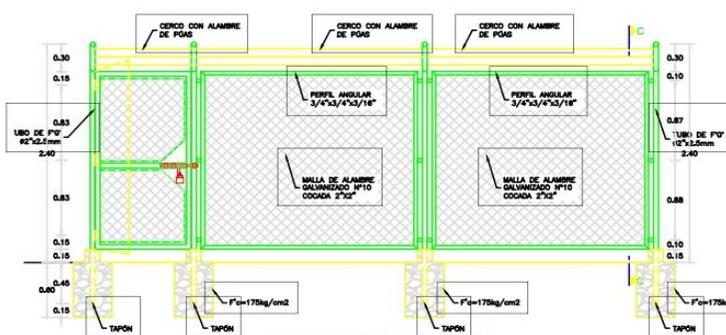
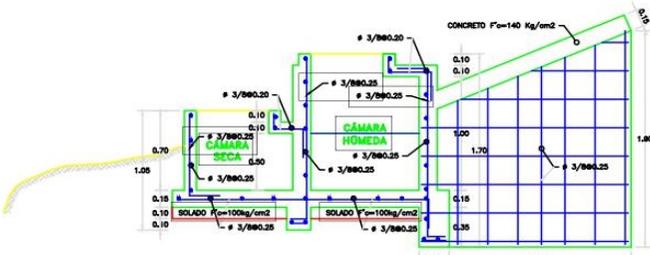
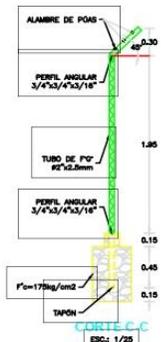
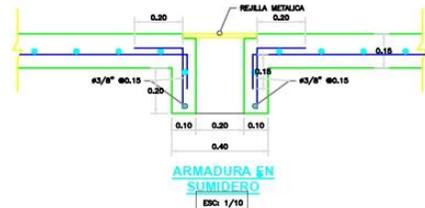
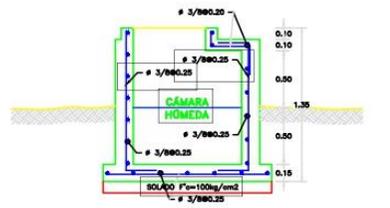
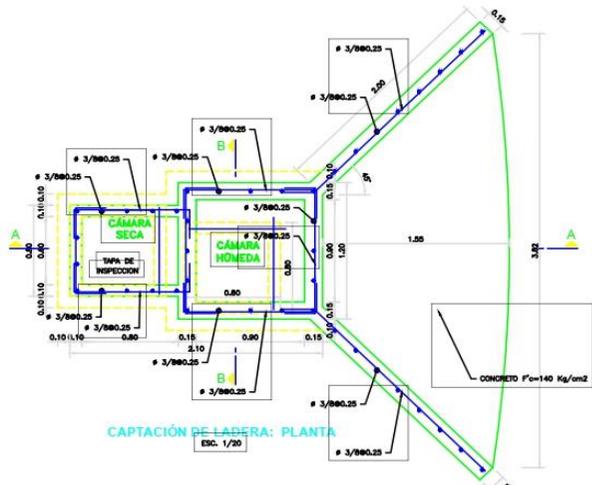
DETALLE ANCLAJE - FIERRO

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	CANASTILLA DE BRONCE # 2"	1
2	UNIÓN ROSCADA DE P" # 1"	2
3	TUBERÍA DE P" # 1"	1,40 m
4	BRIDA ROMPE AGUA # 1"	2
5	UNIÓN UNIVERSAL DE P" # 1"	2
6	MALLA COMPUESTA DE COBRE ESFERICO	1
7	CÁMARA # 1"	1
8	ADAPTADOR ANCHO PVC 1 1/2"	1
9	TUBERÍA PVC # 1"	+

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
10	CÓNO DE REBOSE PVC # 2"	1
11	UNIÓN SP. PVC # 1-1/2"	2
12	DADO SP. PVC # 1-1/2"	1
13	TUBERÍA PVC PH 10 # 1-1/2"	• 2,20 m

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE  
 PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DEL CASERÍO DE YURACAYARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA  
 INGENIERO: DR. EDUARDO ALVARO ALVARO  
 JUNIO 2022

PLANO DE	DESCRIPCIÓN	ESCALA	FECHA	USUARIO
CAPTACIÓN DE LADERA	CONCENTRADA	1:50	10/06/2022	H-CL-01
PROYECTO	EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DEL CASERÍO DE YURACAYARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA			
PROYECTO	EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DEL CASERÍO DE YURACAYARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA			
PROYECTO	EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DEL CASERÍO DE YURACAYARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA			



**EMPALMES POR TRASLAPLE**

#	L
3/8"	5,00 cm
1/2"	8,00 cm
5/8"	7,50 cm
3/4"	6,00 cm

NOTA: NO EMPALMAR MAS DEL Doble EN UNA MISMA SECCION

**DETALLES TÍPICOS DE ESTRIBOS**

#	L	Rmin
8mm	10cm	1,2mm
3/8"	18cm	2,0mm

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE**

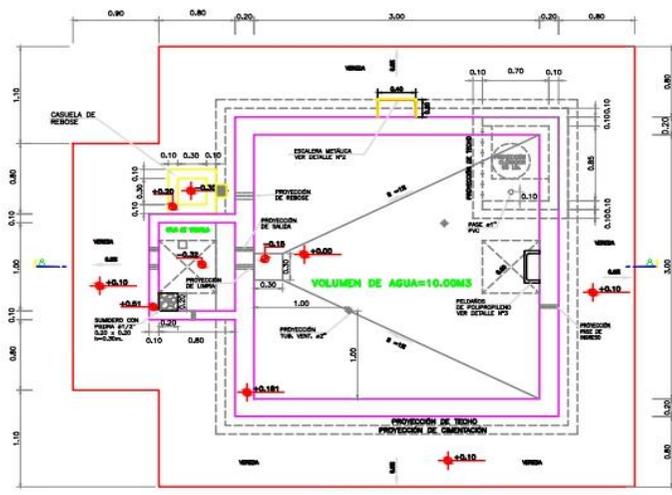
PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DEL CASERÍO DE YURACMARCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA-2023

PLANO DE: CAPTACIÓN DE LADERA CONCENTRADA ESTRUCTURAS

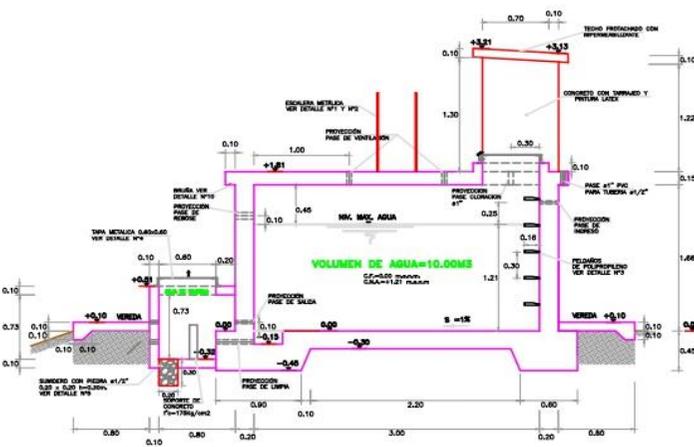
INDICADA: YURACMARCA

FECHA: JUNIO 2022

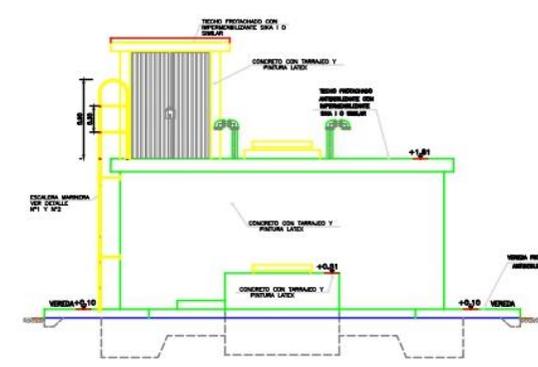
**E-CL-01**



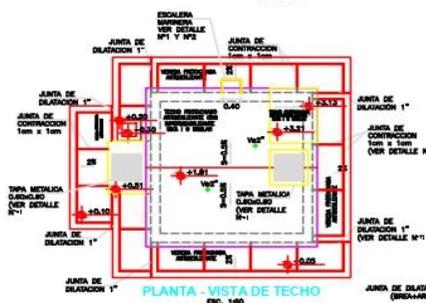
PLANTA (ARQUITECTURA)  
ESC. 1/80



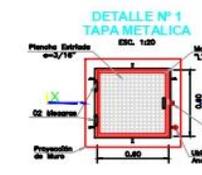
CORTE A-A  
ESC. 1/20



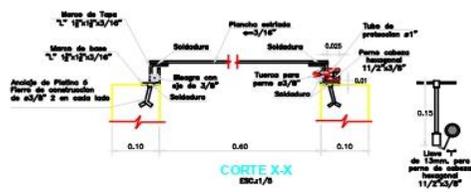
ELEVACION FRONTAL  
ESC. 1/20



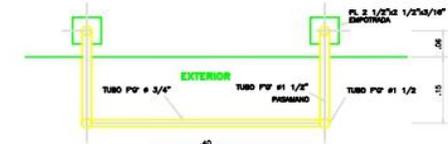
PLANTA - VISTA DE TECHO  
ESC. 1/80



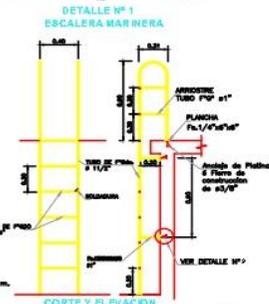
DETALLE N°1 TAPA METALICA  
ESC. 1/20



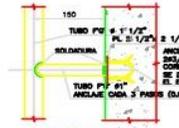
CORTE X-X  
ESC.1/5



DETALLE N°02 ESCALERA MARINERO - PLANTA



CORTE Y ELEVACION  
ESC. 1/20



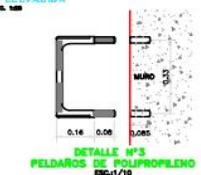
DETALLE N°09 DETALLE 1  
ESC. 1/20



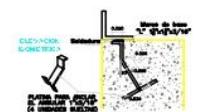
DETALLE N°7 JUNTA DE DILATACION  
ESC.4/E



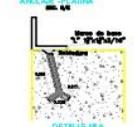
DETALLE N°8 JUNTA DE CONSTRUCCION  
ESC.4/E



DETALLE N°3 PELDAROS DE POLIPROPILENO  
ESC.1/10



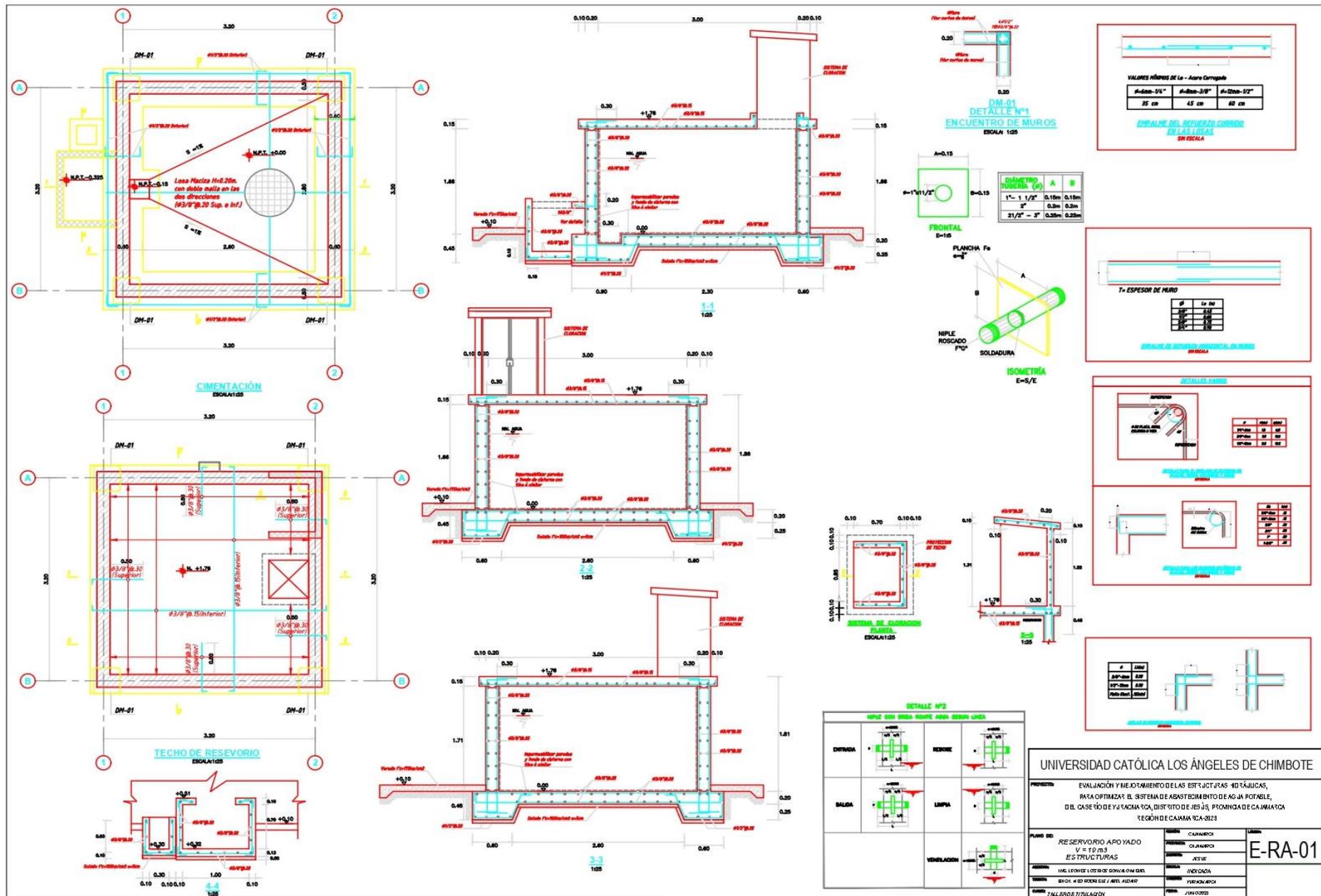
DETALLE N°5 ANCLAJE ALACRILICO  
ESC. 5/E



DETALLE N°6 ANCLAJE FERRO  
ESC. 6/E

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE		
PROYECTO	EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS HERRAJICAS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DEL CASERIO DE YANAMARCA DE TRITO DE JESUS, PROVINCIA DE CAJAMARCA REGION DE CAJAMARCA-2023	
PLANO NO	RESERVORIO APOYADO V=10 m <sup>3</sup> ARQUITECTURA	USO
ESCALA	1/80	INDICACION
FECHA	14/06/2023	ELABORACION
PROYECTISTA	JUAN PABLO	FECHA
PROYECTO	14/06/2023	PROYECTISTA
PROYECTISTA	JUAN PABLO	PROYECTO

A-RA-01



VALORES MÍNIMOS DE LA - ACERA CORRUGADA

#-GAMA-1/4"	#-GAMA-3/8"	#-GAMA-1/2"
35 cm	45 cm	60 cm

EMPALME DEL RESERVOIR CORROSO EN LAS JUNTAS SIN ESCALA

ISOMETRÍA

1"	1 1/2"	2"	3"
0.15m	0.15m	0.30m	0.30m
21/2" - 3"	0.30m	0.30m	0.30m

T= ESPEJOR DE MURO

Ø	Le	Re
Ø10	10	10
Ø12	12	12
Ø14	14	14
Ø16	16	16
Ø18	18	18
Ø20	20	20

RESERVOIR CORROSO EN LAS JUNTAS SIN ESCALA

RESERVOIR CORROSO EN LAS JUNTAS SIN ESCALA

Ø	Le	Re
Ø10	10	10
Ø12	12	12
Ø14	14	14
Ø16	16	16
Ø18	18	18
Ø20	20	20

RESERVOIR CORROSO EN LAS JUNTAS SIN ESCALA

Ø	Le	Re
Ø10	10	10
Ø12	12	12
Ø14	14	14
Ø16	16	16
Ø18	18	18
Ø20	20	20

RESERVOIR CORROSO EN LAS JUNTAS SIN ESCALA

Ø	Le	Re
Ø10	10	10
Ø12	12	12
Ø14	14	14
Ø16	16	16
Ø18	18	18
Ø20	20	20

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE

PROYECTO: EVALUACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS DE CÁLCULOS, PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, D.B. CASE 10 DE YAJAJAMA SCA, DISTRITO DE JESÚS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, REGIÓN DE CAJAMARCA 2023

PLANO NO:	RESERVOIR APOYADO V = 10 m <sup>3</sup> ESTRUCTURAS	CADENAS	CLAMARCO	LEONARDO
ELABORADO:	ING. LEONARDO LEONARDO	REVISADO:	ING. LEONARDO LEONARDO	ING. LEONARDO LEONARDO
ELABORADO:	ING. LEONARDO LEONARDO	REVISADO:	ING. LEONARDO LEONARDO	ING. LEONARDO LEONARDO
ELABORADO:	ING. LEONARDO LEONARDO	REVISADO:	ING. LEONARDO LEONARDO	ING. LEONARDO LEONARDO

E-RA-01

## Anexo 11. Levantamiento topográfico

PUNTO N°	COORDENADAS		COTA
	ESTE	NORTE	
1	7 15.802	78 24.533	3113 m
2	7 15.802	78 24.534	3113 m
3	7 15.802	78 24.536	3113 m
4	7 15.802	78 24.537	3113 m
5	7 15.801	78 24.538	3113 m
6	7 15.801	78 24.540	3112 m
7	7 15.801	78 24.541	3112 m
8	7 15.801	78 24.542	3112 m
9	7 15.801	78 24.543	3112 m
10	7 15.800	78 24.545	3111 m
11	7 15.800	78 24.546	3111 m
12	7 15.799	78 24.548	3111 m
13	7 15.798	78 24.549	3111 m
14	7 15.798	78 24.549	3110 m
15	7 15.796	78 24.550	3110 m
16	7 15.796	78 24.551	3110 m
17	7 15.795	78 24.552	3110 m
18	7 15.793	78 24.552	3110 m
19	7 15.792	78 24.553	3110 m
20	7 15.791	78 24.553	3110 m
21	7 15.790	78 24.554	3110 m
22	7 15.789	78 24.554	3109 m
23	7 15.787	78 24.555	3109 m
24	7 15.786	78 24.555	3109 m
25	7 15.785	78 24.556	3109 m
26	7 15.784	78 24.556	3109 m
27	7 15.782	78 24.556	3109 m
28	7 15.781	78 24.556	3108 m
29	7 15.780	78 24.554	3107 m
30	7 15.779	78 24.553	3107 m
31	7 15.778	78 24.552	3106 m
32	7 15.777	78 24.551	3105 m
33	7 15.777	78 24.550	3104 m
34	7 15.776	78 24.549	3104 m
35	7 15.775	78 24.547	3104 m
36	7 15.775	78 24.546	3103 m
37	7 15.774	78 24.544	3103 m
38	7 15.774	78 24.543	3103 m
39	7 15.773	78 24.541	3102 m
40	7 15.773	78 24.540	3102 m
41	7 15.772	78 24.539	3101 m
42	7 15.771	78 24.537	3101 m
43	7 15.770	78 24.537	3100 m
44	7 15.770	78 24.535	3100 m
45	7 15.769	78 24.534	3099 m
46	7 15.768	78 24.534	3099 m
47	7 15.767	78 24.533	3098 m
48	7 15.766	78 24.533	3098 m
49	7 15.764	78 24.532	3097 m
50	7 15.763	78 24.530	3096 m
51	7 15.761	78 24.530	3095 m
52	7 15.760	78 24.529	3095 m
53	7 15.760	78 24.528	3094 m
54	7 15.760	78 24.526	3094 m
55	7 15.759	78 24.525	3093 m
56	7 15.758	78 24.525	3093 m
57	7 15.758	78 24.524	3092 m
58	7 15.757	78 24.522	3091 m
59	7 15.756	78 24.521	3091 m
60	7 15.756	78 24.520	3090 m
61	7 15.755	78 24.519	3090 m
62	7 15.754	78 24.519	3089 m
63	7 15.753	78 24.517	3088 m
64	7 15.752	78 24.516	3087 m
65	7 15.752	78 24.516	3087 m
66	7 15.750	78 24.515	3086 m
67	7 15.749	78 24.514	3085 m
68	7 15.748	78 24.513	3085 m
69	7 15.747	78 24.512	3084 m
70	7 15.746	78 24.512	3084 m
71	7 15.746	78 24.511	3084 m
72	7 15.745	78 24.510	3083 m
73	7 15.744	78 24.509	3082 m
74	7 15.743	78 24.507	3082 m
75	7 15.743	78 24.507	3081 m
76	7 15.742	78 24.506	3081 m
77	7 15.741	78 24.506	3081 m
78	7 15.740	78 24.505	3080 m
79	7 15.739	78 24.504	3079 m
80	7 15.738	78 24.503	3079 m
81	7 15.736	78 24.503	3078 m
82	7 15.735	78 24.502	3078 m
83	7 15.733	78 24.501	3077 m
84	7 15.732	78 24.501	3076 m
85	7 15.731	78 24.500	3076 m
86	7 15.730	78 24.500	3075 m
87	7 15.729	78 24.499	3075 m
88	7 15.728	78 24.498	3075 m
89	7 15.728	78 24.498	3074 m
90	7 15.726	78 24.497	3074 m
91	7 15.725	78 24.496	3073 m

92	7 15.725	78 24.495	3073 m	139	7 15.665	78 24.455	3053 m
93	7 15.723	78 24.494	3072 m	140	7 15.664	78 24.455	3053 m
94	7 15.723	78 24.493	3072 m	141	7 15.663	78 24.455	3053 m
95	7 15.722	78 24.493	3072 m	142	7 15.661	78 24.454	3053 m
96	7 15.721	78 24.492	3071 m	143	7 15.658	78 24.454	3052 m
97	7 15.720	78 24.491	3071 m	144	7 15.656	78 24.453	3052 m
98	7 15.719	78 24.490	3070 m	145	7 15.654	78 24.452	3052 m
99	7 15.717	78 24.489	3069 m	146	7 15.650	78 24.452	3052 m
100	7 15.716	78 24.488	3069 m	147	7 15.647	78 24.451	3051 m
101	7 15.714	78 24.487	3068 m	148	7 15.645	78 24.451	3051 m
102	7 15.713	78 24.486	3068 m	149	7 15.644	78 24.451	3051 m
103	7 15.712	78 24.486	3067 m	150	7 15.642	78 24.451	3051 m
104	7 15.711	78 24.485	3067 m	151	7 15.642	78 24.451	3051 m
105	7 15.710	78 24.484	3066 m	152	7 15.640	78 24.452	3051 m
106	7 15.708	78 24.483	3065 m	153	7 15.638	78 24.452	3051 m
107	7 15.706	78 24.481	3064 m	154	7 15.636	78 24.453	3051 m
108	7 15.706	78 24.480	3064 m	155	7 15.634	78 24.453	3051 m
109	7 15.705	78 24.479	3063 m	156	7 15.632	78 24.454	3051 m
110	7 15.703	78 24.478	3062 m	157	7 15.629	78 24.454	3050 m
111	7 15.702	78 24.477	3061 m	158	7 15.627	78 24.455	3051 m
112	7 15.701	78 24.476	3061 m	159	7 15.625	78 24.456	3051 m
113	7 15.699	78 24.475	3060 m	160	7 15.624	78 24.456	3051 m
114	7 15.698	78 24.474	3060 m	161	7 15.622	78 24.457	3051 m
115	7 15.697	78 24.474	3059 m	162	7 15.620	78 24.459	3051 m
116	7 15.695	78 24.473	3059 m	163	7 15.618	78 24.460	3052 m
117	7 15.694	78 24.472	3059 m	164	7 15.617	78 24.461	3052 m
118	7 15.693	78 24.471	3059 m	165	7 15.616	78 24.461	3052 m
119	7 15.692	78 24.471	3058 m	166	7 15.615	78 24.462	3052 m
120	7 15.691	78 24.469	3058 m	167	7 15.613	78 24.464	3053 m
121	7 15.690	78 24.468	3058 m	168	7 15.612	78 24.465	3054 m
122	7 15.689	78 24.468	3058 m	169	7 15.611	78 24.467	3054 m
123	7 15.687	78 24.467	3057 m	170	7 15.609	78 24.469	3055 m
124	7 15.686	78 24.466	3057 m	171	7 15.607	78 24.471	3056 m
125	7 15.684	78 24.465	3056 m	172	7 15.606	78 24.472	3056 m
126	7 15.683	78 24.464	3056 m	173	7 15.605	78 24.474	3057 m
127	7 15.683	78 24.463	3056 m	174	7 15.604	78 24.475	3057 m
128	7 15.682	78 24.462	3056 m	175	7 15.603	78 24.476	3058 m
129	7 15.681	78 24.461	3055 m	176	7 15.603	78 24.478	3059 m
130	7 15.679	78 24.460	3055 m	177	7 15.602	78 24.479	3060 m
131	7 15.677	78 24.459	3055 m	178	7 15.601	78 24.481	3060 m
132	7 15.676	78 24.459	3055 m	179	7 15.600	78 24.482	3061 m
133	7 15.675	78 24.458	3054 m	180	7 15.599	78 24.484	3062 m
134	7 15.673	78 24.457	3054 m	181	7 15.599	78 24.485	3062 m
135	7 15.672	78 24.457	3054 m	182	7 15.598	78 24.486	3063 m
136	7 15.671	78 24.457	3054 m	183	7 15.596	78 24.488	3064 m
137	7 15.669	78 24.456	3054 m	184	7 15.595	78 24.488	3064 m
138	7 15.668	78 24.456	3053 m	185	7 15.593	78 24.490	3065 m

186	7 15.592	78 24.491	3066 m
187	7 15.590	78 24.492	3067 m
188	7 15.588	78 24.493	3068 m
189	7 15.586	78 24.494	3069 m
190	7 15.585	78 24.495	3069 m
191	7 15.583	78 24.496	3070 m
192	7 15.582	78 24.497	3071 m
193	7 15.581	78 24.497	3071 m
194	7 15.579	78 24.498	3072 m
195	7 15.579	78 24.498	3072 m
196	7 15.577	78 24.498	3072 m
197	7 15.576	78 24.499	3073 m
198	7 15.574	78 24.499	3073 m
199	7 15.572	78 24.499	3073 m
200	7 15.570	78 24.499	3074 m
201	7 15.568	78 24.498	3074 m
202	7 15.565	78 24.498	3074 m
203	7 15.564	78 24.498	3075 m
204	7 15.562	78 24.498	3075 m
205	7 15.561	78 24.498	3075 m
206	7 15.560	78 24.498	3075 m
207	7 15.559	78 24.498	3076 m
208	7 15.556	78 24.498	3076 m
209	7 15.555	78 24.498	3076 m
210	7 15.553	78 24.498	3077 m
211	7 15.552	78 24.498	3077 m
212	7 15.551	78 24.498	3077 m
213	7 15.550	78 24.498	3077 m
214	7 15.549	78 24.497	3077 m
215	7 15.548	78 24.497	3077 m
216	7 15.547	78 24.496	3076 m
217	7 15.546	78 24.495	3076 m
218	7 15.545	78 24.494	3076 m
219	7 15.544	78 24.493	3076 m
220	7 15.538	78 24.483	3071 m
221	7 15.539	78 24.481	3070 m
222	7 15.540	78 24.481	3070 m
223	7 15.543	78 24.479	3068 m
224	7 15.545	78 24.477	3067 m
225	7 15.546	78 24.476	3066 m
226	7 15.547	78 24.474	3065 m
227	7 15.549	78 24.472	3064 m
228	7 15.550	78 24.470	3062 m
229	7 15.552	78 24.469	3061 m
230	7 15.553	78 24.466	3060 m
231	7 15.554	78 24.464	3059 m
232	7 15.556	78 24.462	3057 m

233	7 15.557	78 24.460	3056 m
234	7 15.559	78 24.457	3054 m
235	7 15.560	78 24.455	3054 m
236	7 15.561	78 24.453	3052 m
237	7 15.562	78 24.451	3051 m
238	7 15.563	78 24.450	3050 m
239	7 15.565	78 24.448	3050 m
240	7 15.567	78 24.446	3048 m
241	7 15.570	78 24.443	3047 m
242	7 15.572	78 24.442	3047 m
243	7 15.575	78 24.441	3046 m
244	7 15.577	78 24.439	3045 m
245	7 15.577	78 24.437	3045 m
246	7 15.577	78 24.436	3044 m
247	7 15.577	78 24.433	3043 m
248	7 15.575	78 24.432	3043 m
249	7 15.574	78 24.430	3043 m
250	7 15.571	78 24.430	3043 m
251	7 15.566	78 24.429	3043 m
252	7 15.563	78 24.429	3043 m
253	7 15.557	78 24.429	3044 m
254	7 15.551	78 24.429	3044 m
255	7 15.546	78 24.430	3045 m
256	7 15.543	78 24.431	3046 m
257	7 15.540	78 24.432	3047 m
258	7 15.538	78 24.432	3047 m
259	7 15.534	78 24.434	3048 m
260	7 15.531	78 24.434	3049 m
261	7 15.528	78 24.435	3050 m
262	7 15.525	78 24.435	3050 m
263	7 15.522	78 24.436	3051 m
264	7 15.520	78 24.436	3051 m
265	7 15.515	78 24.438	3053 m
266	7 15.513	78 24.438	3053 m
267	7 15.510	78 24.439	3054 m
268	7 15.505	78 24.441	3056 m
269	7 15.501	78 24.442	3057 m
270	7 15.497	78 24.444	3057 m
271	7 15.495	78 24.445	3058 m
272	7 15.491	78 24.448	3059 m
273	7 15.489	78 24.450	3060 m
274	7 15.488	78 24.451	3060 m
275	7 15.486	78 24.451	3060 m
276	7 15.481	78 24.451	3061 m
277	7 15.478	78 24.452	3061 m
278	7 15.475	78 24.452	3061 m
279	7 15.473	78 24.452	3061 m

280	7 15.466	78 24.452	3061 m	327	7 15.480	78 24.414	3044 m
281	7 15.463	78 24.452	3061 m	328	7 15.486	78 24.414	3044 m
282	7 15.462	78 24.452	3061 m	329	7 15.489	78 24.414	3044 m
283	7 15.458	78 24.454	3061 m	330	7 15.494	78 24.413	3044 m
284	7 15.456	78 24.454	3061 m	331	7 15.496	78 24.413	3045 m
285	7 15.452	78 24.454	3062 m	332	7 15.498	78 24.413	3045 m
286	7 15.450	78 24.455	3062 m	333	7 15.502	78 24.413	3044 m
287	7 15.447	78 24.455	3060 m	334	7 15.506	78 24.413	3044 m
288	7 15.444	78 24.455	3059 m	335	7 15.508	78 24.413	3044 m
289	7 15.441	78 24.455	3058 m	336	7 15.513	78 24.413	3043 m
290	7 15.438	78 24.456	3057 m	337	7 15.516	78 24.413	3043 m
291	7 15.435	78 24.456	3056 m	338	7 15.520	78 24.413	3042 m
292	7 15.433	78 24.456	3055 m	339	7 15.524	78 24.414	3042 m
293	7 15.429	78 24.455	3053 m	340	7 15.526	78 24.414	3042 m
294	7 15.426	78 24.454	3051 m	341	7 15.528	78 24.414	3041 m
295	7 15.424	78 24.452	3050 m	342	7 15.530	78 24.413	3041 m
296	7 15.422	78 24.451	3049 m	343	7 15.533	78 24.412	3040 m
297	7 15.420	78 24.450	3047 m	344	7 15.534	78 24.412	3040 m
298	7 15.417	78 24.449	3046 m	345	7 15.538	78 24.411	3039 m
299	7 15.415	78 24.449	3045 m	346	7 15.539	78 24.410	3039 m
300	7 15.411	78 24.448	3043 m	347	7 15.542	78 24.409	3038 m
301	7 15.409	78 24.447	3042 m	348	7 15.545	78 24.407	3037 m
302	7 15.406	78 24.446	3040 m	349	7 15.547	78 24.406	3037 m
303	7 15.405	78 24.445	3039 m	350	7 15.548	78 24.405	3036 m
304	7 15.404	78 24.444	3038 m	351	7 15.550	78 24.402	3035 m
305	7 15.405	78 24.441	3037 m	352	7 15.551	78 24.398	3033 m
306	7 15.406	78 24.439	3037 m	353	7 15.551	78 24.397	3033 m
307	7 15.409	78 24.435	3037 m	354	7 15.551	78 24.393	3031 m
308	7 15.411	78 24.433	3037 m	355	7 15.550	78 24.392	3030 m
309	7 15.413	78 24.432	3038 m	356	7 15.548	78 24.389	3030 m
310	7 15.417	78 24.430	3038 m	357	7 15.546	78 24.388	3029 m
311	7 15.420	78 24.428	3038 m	358	7 15.543	78 24.387	3029 m
312	7 15.423	78 24.426	3039 m	359	7 15.541	78 24.386	3029 m
313	7 15.426	78 24.425	3040 m	360	7 15.538	78 24.385	3029 m
314	7 15.428	78 24.425	3040 m	361	7 15.534	78 24.384	3029 m
315	7 15.431	78 24.423	3040 m	362	7 15.530	78 24.383	3029 m
316	7 15.433	78 24.423	3041 m	363	7 15.528	78 24.382	3029 m
317	7 15.436	78 24.421	3042 m	364	7 15.525	78 24.382	3029 m
318	7 15.440	78 24.420	3043 m	365	7 15.523	78 24.381	3029 m
319	7 15.444	78 24.419	3043 m	366	7 15.521	78 24.381	3029 m
320	7 15.449	78 24.418	3045 m	367	7 15.516	78 24.380	3029 m
321	7 15.456	78 24.417	3045 m	368	7 15.513	78 24.380	3029 m
322	7 15.460	78 24.416	3045 m	369	7 15.510	78 24.380	3029 m
323	7 15.463	78 24.415	3044 m	370	7 15.506	78 24.380	3030 m
324	7 15.468	78 24.414	3044 m	371	7 15.504	78 24.380	3030 m
325	7 15.473	78 24.414	3044 m	372	7 15.499	78 24.380	3031 m
326	7 15.475	78 24.414	3044 m	373	7 15.497	78 24.380	3031 m

374	7 15.493	78 24.380	3030 m	421	7 15.372	78 24.402	3009 m
375	7 15.492	78 24.380	3030 m	422	7 15.372	78 24.400	3008 m
376	7 15.490	78 24.380	3030 m	423	7 15.372	78 24.397	3007 m
377	7 15.487	78 24.380	3030 m	424	7 15.373	78 24.394	3006 m
378	7 15.485	78 24.380	3030 m	425	7 15.375	78 24.391	3006 m
379	7 15.483	78 24.380	3030 m	426	7 15.377	78 24.388	3006 m
380	7 15.479	78 24.380	3030 m	427	7 15.381	78 24.384	3005 m
381	7 15.476	78 24.381	3030 m	428	7 15.383	78 24.383	3006 m
382	7 15.474	78 24.381	3030 m	429	7 15.385	78 24.382	3006 m
383	7 15.471	78 24.381	3030 m	430	7 15.387	78 24.379	3007 m
384	7 15.467	78 24.381	3030 m	431	7 15.390	78 24.378	3007 m
385	7 15.465	78 24.381	3030 m	432	7 15.393	78 24.378	3008 m
386	7 15.462	78 24.381	3030 m	433	7 15.396	78 24.376	3009 m
387	7 15.459	78 24.382	3030 m	434	7 15.400	78 24.375	3011 m
388	7 15.456	78 24.382	3030 m	435	7 15.404	78 24.374	3011 m
389	7 15.453	78 24.382	3030 m	436	7 15.407	78 24.372	3012 m
390	7 15.450	78 24.382	3029 m	437	7 15.411	78 24.372	3013 m
391	7 15.448	78 24.382	3029 m	438	7 15.415	78 24.371	3014 m
392	7 15.444	78 24.382	3028 m	439	7 15.420	78 24.370	3015 m
393	7 15.441	78 24.383	3027 m	440	7 15.423	78 24.368	3015 m
394	7 15.438	78 24.385	3027 m	441	7 15.428	78 24.367	3016 m
395	7 15.436	78 24.386	3026 m	442	7 15.433	78 24.366	3017 m
396	7 15.434	78 24.386	3026 m	443	7 15.437	78 24.365	3018 m
397	7 15.431	78 24.388	3026 m	444	7 15.440	78 24.364	3019 m
398	7 15.429	78 24.388	3025 m	445	7 15.443	78 24.363	3019 m
399	7 15.426	78 24.389	3025 m	446	7 15.444	78 24.363	3020 m
400	7 15.424	78 24.391	3025 m	447	7 15.447	78 24.363	3020 m
401	7 15.421	78 24.393	3025 m	448	7 15.450	78 24.363	3021 m
402	7 15.418	78 24.394	3024 m	449	7 15.456	78 24.362	3021 m
403	7 15.416	78 24.395	3024 m	450	7 15.458	78 24.362	3021 m
404	7 15.414	78 24.396	3024 m	451	7 15.461	78 24.362	3021 m
405	7 15.412	78 24.397	3023 m	452	7 15.464	78 24.362	3022 m
406	7 15.407	78 24.399	3023 m	453	7 15.471	78 24.361	3022 m
407	7 15.405	78 24.402	3023 m	454	7 15.475	78 24.361	3022 m
408	7 15.403	78 24.403	3023 m	455	7 15.477	78 24.362	3022 m
409	7 15.401	78 24.404	3023 m	456	7 15.483	78 24.365	3023 m
410	7 15.397	78 24.406	3022 m	457	7 15.486	78 24.366	3024 m
411	7 15.396	78 24.407	3022 m	458	7 15.490	78 24.367	3025 m
412	7 15.393	78 24.408	3021 m	459	7 15.493	78 24.368	3025 m
413	7 15.389	78 24.409	3019 m	460	7 15.496	78 24.369	3026 m
414	7 15.386	78 24.410	3019 m	461	7 15.499	78 24.371	3027 m
415	7 15.383	78 24.410	3017 m	462	7 15.501	78 24.371	3027 m
416	7 15.379	78 24.411	3016 m	463	7 15.504	78 24.372	3027 m
417	7 15.377	78 24.409	3015 m	464	7 15.505	78 24.372	3027 m
418	7 15.376	78 24.408	3014 m	465	7 15.509	78 24.373	3027 m
419	7 15.374	78 24.405	3012 m	466	7 15.510	78 24.373	3026 m
420	7 15.374	78 24.403	3011 m	467	7 15.513	78 24.373	3026 m

468	7 15.516	78 24.374	3026 m
469	7 15.520	78 24.374	3026 m
470	7 15.521	78 24.375	3026 m
471	7 15.525	78 24.375	3026 m
472	7 15.526	78 24.375	3026 m
473	7 15.527	78 24.371	3024 m
474	7 15.527	78 24.368	3023 m
475	7 15.527	78 24.366	3022 m
476	7 15.527	78 24.364	3021 m
477	7 15.527	78 24.362	3020 m
478	7 15.527	78 24.360	3019 m
479	7 15.526	78 24.354	3017 m
480	7 15.523	78 24.352	3016 m
481	7 15.521	78 24.350	3015 m
482	7 15.520	78 24.348	3015 m
483	7 15.516	78 24.346	3014 m
484	7 15.515	78 24.345	3014 m
485	7 15.511	78 24.344	3014 m
486	7 15.508	78 24.344	3014 m
487	7 15.503	78 24.342	3014 m
488	7 15.501	78 24.342	3014 m
489	7 15.499	78 24.342	3014 m
490	7 15.495	78 24.341	3013 m
491	7 15.494	78 24.341	3013 m
492	7 15.491	78 24.340	3012 m
493	7 15.488	78 24.339	3012 m
494	7 15.486	78 24.339	3012 m
495	7 15.483	78 24.338	3011 m
496	7 15.479	78 24.337	3011 m
497	7 15.477	78 24.336	3010 m
498	7 15.474	78 24.336	3010 m
499	7 15.471	78 24.335	3009 m
500	7 15.469	78 24.334	3009 m
501	7 15.460	78 24.334	3008 m
502	7 15.458	78 24.334	3008 m
503	7 15.456	78 24.335	3008 m
504	7 15.453	78 24.335	3008 m
505	7 15.452	78 24.335	3008 m
506	7 15.449	78 24.334	3007 m
507	7 15.446	78 24.334	3006 m
508	7 15.444	78 24.334	3005 m
509	7 15.441	78 24.333	3004 m
510	7 15.438	78 24.332	3002 m
511	7 15.436	78 24.332	3001 m
512	7 15.435	78 24.332	3001 m
513	7 15.432	78 24.332	3000 m
514	7 15.430	78 24.331	2999 m
515	7 15.428	78 24.331	2998 m

## Anexo 12. Normas del Reglamento Nacional de Edificaciones.

### a. RM N° 192 – 2018 - VIVIENDA

  
*Resolución Ministerial*

**N° 192-2018-VIVIENDA**

Lima, **16 MAYO 2018**

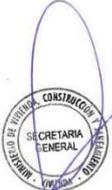
**VISTOS:** El Memorándum N° 238-2018/VIVIENDA/VMCS/PNSR/DE de la Dirección Ejecutiva del Programa Nacional de Saneamiento Rural; el Informe N° 088-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DS de la Dirección de Saneamiento; el Memorándum N° 326-2018-VMCS/VIVIENDA-DGPRCS de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento; el Informe N° 424-2018-VIVIENDA/OGAJ de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

**CONSIDERANDO:**

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, concordante con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento (Ley Marco), establece que este Ministerio es el órgano rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;

Que, el artículo 2 de la Ley Marco establece que los servicios de saneamiento están conformados por sistemas y procesos que comprenden la prestación regular de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso y disposición sanitaria de excretas, en los ámbitos urbano y rural; declarando en el párrafo 3.1 del artículo 3 de la citada Ley, de necesidad pública y de preferente interés nacional la gestión y la prestación de los servicios de saneamiento con el propósito de promover el acceso universal de la población a los servicios de saneamiento sostenibles y de calidad, proteger su salud y el ambiente, la cual comprende a todos los sistemas y procesos que integran los servicios de saneamiento, a la prestación de los mismos y la ejecución de obras para su realización;

Que, mediante el Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA, se aprueba la Política Nacional de Saneamiento, como instrumento de desarrollo del sector saneamiento, la cual tiene como objetivo principal alcanzar el acceso y la cobertura universal a los servicios de saneamiento de manera sostenible y con calidad, orientado al cierre de brechas y, como consecuencia de ello, alcanzar la cobertura universal y sostenible de los servicios de saneamiento en los ámbitos urbano y rural, teniendo como uno de sus Ejes de Política la optimización de las soluciones técnicas;




**PERÚ**

Ministerio de  
Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y  
SANEAMIENTO  
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN EN  
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES  
TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE  
SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL**

**Abril de 2018**

**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	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	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.
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Balsa Flotante			
4	Caisson			
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " 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	$Q_{md}$ (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.
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	Pase Aéreo		X	
10	PTAP Integral	Dependiendo de la calidad del agua de la fuente		Diseñada con todos sus componentes, los que se desarrollan a continuación
10.1	Desarenador	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	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.
10.2	Sedimentador			
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	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.
10.5	Filtro Lento de Arena		Población final y dotación	
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " 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>	$V_{cist}$ (m <sup>3</sup> ) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 20)	Población final y dotación	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 tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
	Cerco Perimétrico Cisterna		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m <sup>3</sup>	$V_{res}$ (m <sup>3</sup> ) = (menor a 5) o (>5 - 10) o (>10 - 15) o (>15 - 20) o (>35 - 40)	Población final y dotación	
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m <sup>3</sup>	$V_{res}$ (m <sup>3</sup> ) = (>5 - 10) o (>10 - 15)	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			Típicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño
14.2	Sistema de Desinfección			Sistema de desinfección para todos los reservorios
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			Para la protección y seguridad de la infraestructura
15	Línea de Aducción			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	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)		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	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
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

# REGLAMENTO NACIONAL NORMA OS.010, 0.30, 0.50

OS.010 CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

## OS.010

### CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

#### 1 OBJETIVO

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

#### 2 ALCANCES

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

#### 3 FUENTE

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

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

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

#### 4. CAPTACIÓN

El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones generales:

##### 4.1 AGUAS SUPERFICIALES

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

**OS.030**

**ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**ÍNDICE**

	<b>PÁG.</b>
<b>1. ALCANCE</b>	<b>2</b>
<b>2. FINALIDAD</b>	<b>2</b>
<b>3. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>2</b>
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
<b>4. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>3</b>
4.1 Volumen de Regulación	3
4.2 Volumen Contra Incendio	3
4.3 Volumen de Reserva	3
<b>5. RESERVORIOS: CARACTERÍSTICAS E INSTALACIONES</b>	<b>3</b>
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



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

## II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

### NORMA 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

- 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.
- 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.
- La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación.

###### 4.2. AGUAS SUBTERRÁNEAS

El uso de las aguas subterráneas se determinará mediante un estudio a través del cual se evaluará la disponibilidad del recurso de agua en cantidad, calidad y oportunidad para el fin requerido.

###### 4.2.1. Pozos Profundos

- Los pozos deberán ser perforados previa autorización de los organismos competentes del Ministerio de Agricultura, en concordancia con la Ley General de Aguas vigente. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- La ubicación de los pozos y su diseño preliminar serán determinados como resultado del correspondiente estudio hidrogeológico específico a nivel de diseño de obra. En la ubicación no sólo se considerará las mejores condiciones hidrogeológicas del acuífero sino también el suficiente distanciamiento que debe existir con relación a otros pozos vecinos existentes y/ o proyectados para evitar problemas de interferencias.
- El menor diámetro del forro de los pozos deberá ser por lo menos de 8 cm mayor que el diámetro exterior de los impulsores de la bomba por instalarse.
- Durante la perforación del pozo se determinará su diseño definitivo, sobre la base de los resultados del estudio de las muestras del terreno extraído durante la perforación y los correspondientes registros geofísicos. El ajuste del diseño se refiere sobre todo a la profundidad final de la perforación, localización y longitud de los filtros.
- Los filtros serán diseñados considerando el caudal de bombeo; la granulometría y espesor de los estratos; velocidad de entrada, así como la calidad de las aguas.
- La construcción de los pozos se hará en forma tal que se evite el arenamiento de ellos, y se obtenga un óptimo rendimiento a una alta eficiencia hidráulica, lo que se conseguirá con uno o varios métodos de desarrollo.
- Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento a caudal variable durante 72 horas continuas como mínimo, con la finalidad de determinar el caudal explotable y las condiciones para su equipamiento. Los resultados de la prueba deberán ser expresados en gráficos que relacionen la depresión con los caudales, indicándose el tiempo de bombeo.
- Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones OS.010



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

#### 4.2.2. Pozos Excavados

- a) Salvo el caso de pozos excavados para uso doméstico unifamiliar, todos los demás deben perforarse previa autorización del Ministerio de Agricultura. Así mismo, concluida la construcción y equipamiento del pozo se deberá solicitar licencia de uso de agua al mismo organismo.
- b) El diámetro de excavación será aquel que permita realizar las operaciones de excavación y revestimiento del pozo, señalándose a manera de referencia 1.50 m.
- c) La profundidad del pozo excavado se determinará en base a la profundidad del nivel estático de la napa y de la máxima profundidad que técnicamente se pueda excavar por debajo del nivel estático.
- d) El revestimiento del pozo excavado deberá ser con anillos ciego de concreto del tipo deslizante o fijo, hasta el nivel estático y con aberturas por debajo de él.
- e) En la construcción del pozo se deberá considerar una escalera de acceso hasta el fondo para permitir la limpieza y mantenimiento, así como para la posible profundización en el futuro.
- f) El motor de la bomba puede estar instalado en la superficie del terreno o en una plataforma en el interior del pozo, debiéndose considerar en este último caso las medidas de seguridad para evitar la contaminación del agua.
- g) Los pozos deberán contar con sellos sanitarios, cerrándose la boca con una tapa hermética para evitar la contaminación del acuífero, así como accidentes personales. La cubierta del pozo deberá sobresalir 0.50 m como mínimo, con relación al nivel de inundación.
- h) Todo pozo, una vez terminada su construcción, deberá ser sometido a una prueba de rendimiento, para determinar su caudal de explotación y las características técnicas de su equipamiento.
- i) Durante la construcción del pozo y pruebas de rendimiento se deberá tomar muestras de agua a fin de determinar su calidad y conveniencia de utilización.

#### 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.



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Saneamiento

### 5.1.2. Tuberías

- 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.
- La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/s
- 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.
- 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.
- Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 1. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado.

**TABLA N°1  
COEFICIENTES DE FRICCIÓN «C» EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS**

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

### 5.1.3. Accesorios

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

### 5.2. CONDUCCIÓN POR BOMBEO

- 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.
- 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

- En el caso de suelos agresivos o condiciones severas de clima, deberá considerarse tuberías de material adecuado y debidamente protegido.
- Los cruces con carreteras, vías férreas y obras de arte, deberán diseñarse en coordinación con el organismo competente.
- 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.
- En el diseño de toda línea de conducción se deberá tener en cuenta el golpe de ariete.



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

## NORMA 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 3,000 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.

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones OS.030



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Saneamiento

## 5. RESERVIOS: 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.

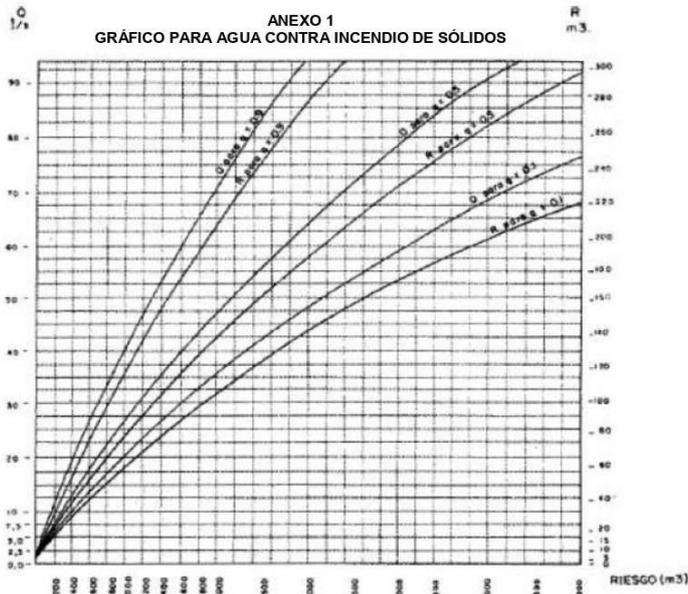
Todo reservorio deberá contar con los dispositivos que permitan conocer los caudales de ingreso y de salida, y el nivel del agua en cualquier instante.

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.



REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

32

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones OS.030



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

Q : Caudal de agua en l/s para extinguir el fuego  
R : Volumen de agua en m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones OS.030



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

## NORMA OS.050 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

### 1. OBJETIVO

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

### 2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de redes de distribución de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes.

### 3. DEFINICIONES

**Conexión predial simple.** Aquella que sirve a un solo usuario

**Conexión predial múltiple.** Es aquella que sirve a varios usuarios

**Elementos de control.** Dispositivos que permiten controlar el flujo de agua.

**Hidrante.** Grifo contra incendio.

**Redes de distribución.** Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.

**Ramal distribuidor.** Es la red que es alimentada por una tubería principal, se ubica en la vereda de los lotes y abastece a una o más viviendas.

**Tubería Principal.** Es la tubería que forma un circuito de abastecimiento de agua cerrado y/o abierto y que puede o no abastecer a un ramal distribuidor.

**Caja Portamedidor.** Es la cámara en donde se ubicará e instalará el medidor

**Profundidad.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz inferior interna de la tubería (clave de la tubería).

**Recubrimiento.** Diferencia de nivel entre la superficie de terreno y la generatriz superior externa de la tubería (clave de la tubería).

**Conexión Domiciliaria de Agua Potable.** Conjunto de elementos sanitarios incorporados al sistema con la finalidad de abastecer de agua a cada lote.

**Medidor.** Elemento que registra el volumen de agua que pasa a través de él.

### 4. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS PARA DISEÑO

#### 4.1. Levantamiento Topográfico

La información topográfica para la elaboración de proyectos incluirá:

- Plano de lotización con curvas de nivel cada 1 m. indicando la ubicación y detalles de los servicios existentes y/o cualquier referencia importante.
- Perfil longitudinal a nivel del eje del trazo de las tuberías principales y/o ramales distribuidores en todas las calles del área de estudio y en el eje de la vía donde técnicamente sea necesario.
- Secciones transversales de todas las calles. Cuando se utilicen ramales distribuidores, mínimo 3 cada 100 metros en terrenos planos y mínimo 6 por cuadra donde exista desnivel pronunciado entre ambos frentes de calle y donde exista cambio de pendiente. En Todos los casos deben incluirse nivel de lotes.
- Perfil longitudinal de los tramos que sean necesarios para el diseño de los empalmes con la red de agua existente.
- Se ubicará en cada habilitación un BM auxiliar como mínimo y dependiendo del tamaño de la habilitación se ubicarán dos o más, en puntos estratégicamente distribuidos para verificar las cotas de cajas a instalar.

#### 4.2. Suelos

Se deberá realizar el reconocimiento general del terreno y el estudio de evaluación de sus características, considerando los siguientes aspectos:

- Determinación de la agresividad del suelo con indicadores de pH, sulfatos, cloruros y sales solubles totales.
- Otros estudios necesarios en función de la naturaleza del terreno, a criterio del consultor.

#### 4.3. Población

Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento distrital y/o provincial establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

#### 4.4. Caudal de diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio.

#### 4.5. Análisis hidráulico

Las redes de distribución se proyectarán, en principio y siempre que sea posible en circuito cerrado formando malla. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones OS.050



PERÚ

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Viceministerio de Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de Saneamiento

y presión adecuada en cualquier punto de la red debiendo garantizar en lo posible una mesa de presiones paralela al terreno.

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

Para el cálculo hidráulico de las tuberías, 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 contempladas, se deberá justificar técnicamente el valor utilizado del coeficiente de fricción. Las tuberías y accesorios a utilizar deberán cumplir con las normas técnicas peruanas vigentes y aprobadas por el ente respectivo.

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 dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Poliétileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

4.6. Diámetro mínimo

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente.

En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

4.7. Velocidad

La velocidad máxima será de 3 m/s.

En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

4.8. Presiones

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m.

En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3.50 m a la salida de la pileta.

4.9. Ubicación y recubrimiento de tuberías

Se fijarán las secciones transversales de las calles del proyecto, siendo necesario analizar el trazo de las tuberías nuevas con respecto a otros servicios existentes y/o proyectos.

- En todos los casos las tuberías de agua potable se ubicarán, respecto a las redes eléctricas, de telefonía, conductos de gas u otros, en forma tal que garantice una instalación segura.

- En las calles de 20 m de ancho o menos, las tuberías principales se proyectarán a un lado de la calzada como mínimo a 1.20 m del límite de propiedad y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de 2 líneas paralelas.

En las calles y avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará una línea a cada lado de la calzada cuando no se consideren ramales de distribución.

- El ramal distribuidor de agua se ubicará en la vereda, paralelo al frente del lote, a una distancia máxima de 1.20 m. desde el límite de propiedad hasta el eje del ramal distribuidor.

- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes más próximos de una tubería principal de agua potable y una tubería principal de aguas residuales, instaladas paralelamente, será de 2 m, medido horizontalmente.

En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre tuberías principales y entre éstas y el límite de propiedad, así como los recubrimientos siempre y cuando:

- Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.
- Si las vías peatonales presentan elementos (bancas, jardines, etc.) que impidan el paso de vehículos.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones OS.050



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

Viceministerio  
de Construcción  
y Saneamiento

Dirección  
Nacional de Saneamiento

- La mínima distancia libre horizontal medida entre ramales distribuidores y ramales colectores, entre ramal distribuidor y tubería principal de agua o alcantarillado, entre ramal colector y tubería principal de agua o alcantarillado, ubicados paralelamente, será de 0.20 m. Dicha distancia debe medirse entre los planos tangentes más próximos de las tuberías.
- En vías vehiculares, las tuberías principales de agua potable deben proyectarse con un recubrimiento mínimo de 1 m sobre la clave del tubo. Recubrimientos menores, se deben justificar. En zonas sin acceso vehicular el recubrimiento mínimo será de 0.30 m.
- El recubrimiento mínimo medido a partir de la clave del tubo para un ramal distribuidor de agua será de 0.30 m.
- 4.10. Válvulas
- La red de distribución estará provista de válvulas de interrupción que permitan aislar sectores de redes no mayores de 500 m de longitud.
- Se proyectarán válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones.
- Las válvulas deberán ubicarse, en principio, a 4 m de la esquina o su proyección entre los límites de la calzada y la vereda.
- Las válvulas utilizadas tipo reductoras de presión, aire y otras, deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.
- Toda válvula de interrupción deberá ser instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección y operación.
- Deberá evitarse los "puntos muertos" en la red, de no ser posible, en aquellos de cotas más bajas de la red de distribución, se deberá considerar un sistema de purga.
- El ramal distribuidor de agua deberá contar con válvula de interrupción después del empalme a la tubería principal.
- 4.11. Hidrantes contra incendio
- Los hidrantes contra incendio se ubicarán en tal forma que la distancia entre dos de ellos no sea mayor de 300 m.
- Los hidrantes se proyectarán en derivaciones de las tuberías de 100 mm de diámetro o mayores y llevarán una válvula de compuerta.
- 4.12. Anclajes y Empalmes
- Deberá diseñarse anclajes de concreto simple, concreto armado o de otro tipo en todo accesorio de tubería, válvula e hidrante contra incendio, considerando el diámetro, la presión de prueba y el tipo de terreno donde se instalarán.
- El empalme del ramal distribuidor de agua con la tubería principal se realizará con tubería de diámetro mínimo igual a 63 mm.
- 5. CONEXIÓN PREDIAL**
- 5.1. Diseño
- Deberán proyectarse conexiones prediales simples o múltiples de tal manera que cada unidad de uso cuente con un elemento de medición y control.
- 5.2. Elementos de la conexión
- Deberá considerarse:
- Elemento de medición y control: Caja de medición
  - Elemento de conducción: Tuberías
  - Elemento de empalme
- 5.3. Ubicación
- El elemento de medición y control se ubicará a una distancia no menor de 0.30 m del límite de propiedad izquierdo o derecho, en área pública o común de fácil y permanente acceso a la entidad prestadora de servicio, (excepto en los casos de lectura remota en los que podrá ubicarse inclusive en el interior del predio).
- 5.4. Diámetro mínimo
- El diámetro mínimo de la conexión predial será de 12.50 mm.



Reglamento de la Calidad del Agua para  
Consumo Humano

DS N° 031-2010-SA.

Dirección General de Salud Ambiental  
Ministerio de Salud  
Lima – Perú  
2011

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

1. Ministerio de Salud;
2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
3. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;
4. Gobiernos Regionales;
5. Gobiernos Locales Provinciales y Distritales;
6. Proveedores del agua para consumo humano; y
7. Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.

### **TÍTULO III DE LA AUTORIDAD COMPETENTE PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

#### **Artículo 9º.- Ministerio de Salud**

La Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda. Sus competencias son las siguientes:

#### DIGESA:

Establece la política nacional de calidad del agua que comprende las siguientes funciones:

1. Diseñar la política nacional de calidad del agua para consumo humano;
2. Normar la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano;
3. Normar los procedimientos técnicos administrativos para la autorización sanitaria de los sistemas de tratamiento del agua para consumo humano previsto en el Reglamento;
4. Elaborar las guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
5. Normar los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;
6. Normar el procedimiento para la declaración de emergencia sanitaria por las Direcciones Regionales de Salud respecto de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Supervisar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en los programas de vigilancia de la calidad de agua para consumo humano en las regiones;
8. Otorgar autorización sanitaria a los sistemas de tratamiento de agua para consumo humano de acuerdo a lo señalado en la décima disposición complementaria, transitoria y final del presente reglamento; el proceso de la autorización será realizado luego que el expediente técnico sea aprobado por el ente sectorial o regional competente antes de su construcción;

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

9. Normar los registros señalados en el presente Reglamento y administrar aquellos que establece el artículo 35°, 36° y 38° del presente Reglamento;
10. Normar el plan de control de calidad del agua a cargo del proveedor, para su respectiva aprobación por la Autoridad de Salud de la jurisdicción correspondiente;
11. Consolidar y publicar la información de la vigilancia sanitaria del agua para consumo humano en el país;
12. Realizar estudios de investigación del riesgo de daño a la salud por agua para consumo humano en coordinación con la Dirección General de Epidemiología;
13. Si como resultado de la vigilancia epidemiológica se identifica que alguno de los parámetros a pesar que cumple con el valor establecido en el presente reglamento significa un factor de riesgo al existir otras fuentes de exposición, la Autoridad de Salud podrá exigir valores menores; y
14. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

DIRESA, GRS o DISA:

1. Vigilar la calidad del agua en su jurisdicción;
2. Elaborar y aprobar los planes operativos anuales de las actividades del programa de vigilancia de la calidad del agua en el ámbito de su competencia y en el marco de la política nacional de Salud establecida por el MINSA - DIGESA;
3. Fiscalizar el cumplimiento de las normas señaladas en el presente Reglamento en su jurisdicción y de ser el caso aplicar las sanciones que correspondan;
4. Otorgar y administrar los registros señalados en el presente Reglamento, sobre los sistemas de abastecimiento del agua para consumo humano en su jurisdicción;
5. Consolidar y reportar la información de vigilancia a entidades del Gobierno Nacional, Regional y Local;
6. Otorgar registro de las fuentes de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
7. Aprobar el plan de control de calidad del agua;
8. Declarar la emergencia sanitaria el sistema de abastecimiento del agua para consumo humano cuando se requiera prevenir y controlar todo riesgo a la salud, en sujeción a las normas establecidas por la Autoridad de Salud de nivel nacional;
9. Establecer las medidas preventivas, correctivas y de seguridad, ésta última señalada en el artículo 130° de la Ley N° 26842, Ley General de Salud, a fin de evitar que las operaciones y procesos empleados en el sistema de abastecimiento de agua generen riesgos a la salud de los consumidores; y
10. Otras responsabilidades establecidas en el presente Reglamento.

**Artículo 10°.- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en sujeción a sus competencias de ley, está facultado para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, a:

1. Prever en las normas de su sector la aplicación de las disposiciones y de los requisitos sanitarios establecidos en el presente Reglamento;
2. Establecer en los planes, programas y proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano la aplicación de las normas sanitarias señalados en el presente Reglamento;

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

3. Disponer las medidas que sean necesarias en su sector, a consecuencia de la declaratoria de emergencia sanitaria del abastecimiento del agua por parte de la autoridad de salud de la jurisdicción, para revertir las causas que la generaron; y
4. Generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos.

**Artículo 11°.- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento**

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) está facultada para la gestión de la calidad del agua para consumo, en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Formular o adecuar las directivas, herramientas e instrumentos de supervisión de su competencia a las normas sanitarias establecidas en este Reglamento para su aplicación por los proveedores de su ámbito de competencia;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en el servicio de agua para consumo humano de su competencia; y
3. Informar a la Autoridad de Salud de su jurisdicción, los incumplimientos en los que incurran los proveedores de su ámbito de competencia, a los requisitos de calidad sanitaria de agua normados en el presente reglamento.

**Artículo 12°.- Gobiernos Locales Provinciales y Distritales**

Los gobiernos locales provinciales y distritales están facultados para la gestión de la calidad del agua para consumo humano en sujeción a sus competencias de ley, que se detallan a continuación:

1. Velar por la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
2. Supervisar el cumplimiento de las disposiciones del presente Reglamento en los servicios de agua para consumo humano de su competencia;
3. Informar a la autoridad de salud de la jurisdicción y tomar las medidas que la ley les faculta cuando los proveedores de su ámbito de competencia no estén cumpliendo los requisitos de calidad sanitaria normados en el presente Reglamento; y
4. Cooperar con los proveedores del ámbito de su competencia la implementación de las disposiciones sanitarias normadas en el presente Reglamento.

Lo señalado en los numerales 2 y 3 del presente artículo es aplicable para los gobiernos locales provinciales en el ámbito urbano y periurbano; y por los gobiernos locales distritales en el ámbito rural. Cuando se trate de entidades prestadoras de régimen privado el Gobierno Local deberá comunicar a la SUNASS para la acción de ley que corresponda.

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

**TÍTULO IX**  
**REQUISITOS DE CALIDAD**  
**DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**Artículo 59°.- Agua apta para el consumo humano**

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento.

**Artículo 60°.- Parámetros microbiológicos y otros organismos**

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*;
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

**Artículo 61°.- Parámetros de calidad organoléptica**

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en el Anexo II del presente Reglamento. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente Reglamento.

**Artículo 62°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos**

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en la Anexo III del presente Reglamento.

**Artículo 63°.- Parámetros de control obligatorio (PCO)**

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales;
2. Coliformes termotolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

**Artículo 64°.- Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO)**

De comprobarse en los resultados de la caracterización del agua la presencia de los parámetros señalados en los numerales del presente artículo, en los diferentes puntos críticos de control o muestreo del plan de control de calidad (PCC) que exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el presente Reglamento, o a través de la acción de vigilancia y supervisión y de las actividades de la cuenca, se incorporarán éstos como parámetros adicionales de control (PACO) obligatorio a los indicados en el artículo precedente.

1. Parámetros microbiológicos  
Bacterias heterotróficas; virus; huevos y larvas de helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos; y organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos.
2. Parámetros organolépticos  
Sólidos totales disueltos, amoníaco, cloruros, sulfatos, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, sodio y zinc, conductividad;
3. Parámetros inorgánicos  
Plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo total, antimonio, níquel, selenio, bario, fluor y cianuros, nitratos, boro, clorito clorato, molibdeno y uranio.
4. Parámetros radiactivos

Esta condición permanecerá hasta que el proveedor demuestre que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos en la presente norma, en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.

En caso tengan que hacerse análisis de los parámetros orgánicos del Anexo III y que no haya capacidad técnica para su determinación en el país, el proveedor de servicios se hará responsable de cumplir con esta caracterización, las veces que la autoridad de salud determine.

En caso que el proveedor excediera los plazos que la autoridad ha dispuesto para cumplir con los LMP para el parámetro adicional de control, la Autoridad de Salud aplicará medidas preventivas y correctivas que correspondan de acuerdo a ley sobre el proveedor, y deberá efectuar las coordinaciones necesarias con las autoridades previstas en los artículos 10°, 11° y 12° del presente Reglamento, para tomar medidas que protejan la salud y prevengan todo brote de enfermedades causado por el consumo de dicha agua.

**Artículo 65°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos adicionales de control**

Si en la vigilancia sanitaria o en la acción de supervisión del agua para consumo humano de acuerdo al plan de control de calidad (PCC) se comprobare la presencia de cualquiera de los parámetros que exceden los LMP señalados en el Anexo III del presente Reglamento, la Autoridad de Salud y los proveedores de agua procederán de acuerdo a las disposiciones señaladas en el artículo precedente.

**Artículo 66°.- Control de desinfectante**

Antes de la distribución del agua para consumo humano, el proveedor realizará la desinfección con un desinfectante eficaz para eliminar todo microorganismo y dejar un residual a fin de proteger el agua de posible contaminación microbiológica en la distribución. En caso de usar cloro o solución clorada como desinfectante, las muestras tomadas en cualquier punto de la red de distribución, no deberán contener menos de 0,5 mgL<sup>-1</sup> de cloro residual libre en el noventa por ciento (90%) del total de muestras tomadas durante un mes. Del diez por ciento (10%) restante, ninguna debe contener menos de 0,3 mgL<sup>-1</sup> y la turbiedad deberá ser menor de 5 unidad nefelométrica de turbiedad (UNT).

**Artículo 67°.- Control por contaminación microbiológica**

Si en una muestra tomada en la red de distribución se detecta la presencia de bacterias totales y/o coliformes termotolerantes, el proveedor investigará inmediatamente las causas para adoptar las medidas correctivas, a fin de eliminar todo riesgo sanitario, y garantizar que el agua en ese punto tenga no menos de 0.5 mgL<sup>-1</sup> de cloro residual libre. Complementariamente se debe recolectar muestras diarias en el punto donde se detectó el problema, hasta que por lo menos en dos muestras consecutivas no se presenten bacterias coliformes totales ni termotolerantes.

**Artículo 68°.- Control de parámetros químicos**

Cuando se detecte la presencia de uno o más parámetros químicos que supere el límite máximo permisible, en una muestra tomada en la salida de la planta de tratamiento, fuentes subterráneas, reservorios o en la red de distribución, el proveedor efectuará un nuevo muestreo y de corroborarse el resultado del primer muestreo investigará las causas para adoptar las medidas correctivas, e inmediatamente comunicará a la Autoridad de Salud de la jurisdicción, bajo responsabilidad, a fin de establecer medidas sanitarias para proteger la salud de los consumidores y otras que se requieran en coordinación con otras instituciones del sector.

**Artículo 69°.- Tratamiento del agua cruda**

El proveedor suministrará agua para consumo humano previo tratamiento del agua cruda. El tratamiento se realizará de acuerdo a la calidad del agua cruda, en caso que ésta provenga de una fuente subterránea y cumpla los límites máximos permisibles (LMP) señalados en los Anexos del presente Reglamento, deberá ser desinfectada previo al suministro a los consumidores.

**Artículo 70°.- Sistema de tratamiento de agua**

El Ministerio de Salud a través de la DIGESA emitirá la norma sanitaria que regula las condiciones que debe presentar un sistema de tratamiento de agua para consumo humano en concordancia con las normas técnicas de diseño del MVCS, tanto para el ámbito urbano como para el ámbito rural.

**Artículo 71.- Muestreo, frecuencia y análisis de parámetros**

La frecuencia de muestreo, el número de muestras y los métodos analíticos correspondientes para cada parámetro normado en el presente Reglamento, serán establecidos mediante Resolución Ministerial del Ministerio de Salud, la misma que deberá estar sustentada en un informe técnico emitido por DIGESA.

**Artículo 72°.- Pruebas analíticas confiables**

Las pruebas analíticas deben realizarse en laboratorios que tengan como responsables de los análisis a profesionales colegiados habilitados de ciencias e ingeniería, además deben contar con métodos, procedimientos y técnicas debidamente confiables y basados en métodos normalizados para el análisis de agua para consumo humano de reconocimiento internacional, en donde aseguren que los límites de detección del método para cada parámetro a analizar estén por debajo de los límites máximos permisibles señalados en el presente Reglamento.

Las indicaciones señaladas en el párrafo anterior son aplicables para el caso de los parámetros orgánicos del Anexo III y radioactivos del Anexo IV que tengan que ser determinados en laboratorios del exterior.

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

**Artículo 73°.- Excepción por desastres naturales**

En caso de emergencias por desastres naturales, la DIRESA o GRS o la DISA podrán conceder excepciones a los proveedores en cuanto al cumplimiento de las concentraciones de los parámetros establecidos en el Anexo II del presente Reglamento siempre y cuando no cause daño a la salud, por el periodo que dure la emergencia, la misma que comunicará a la Autoridad de Salud de nivel nacional.

**Artículo 74°.- Revisión de los requisitos de calidad del agua**

Los requisitos de calidad del agua para consumo humano establecidos por el presente Reglamento se someterán a revisión por la Autoridad de Salud del nivel nacional, cada cinco (05) años.

**Artículo 75°.- Excepción para LMP de parámetros químicos asociados a la calidad estética y organoléptica**

Los proveedores podrán solicitar temporalmente a la Autoridad de Salud la excepción del cumplimiento de los valores límites máximos permisibles de parámetros químicos asociados a la calidad estética y organoléptica, señalados en la Anexo II. Dicha solicitud deberá estar acompañada de un estudio técnico que sustente que la salud de la población no está en riesgo por el consumo del agua suministrada y que la característica organoléptica es de aceptación por el consumidor.

**TÍTULO X**

**MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SANCIONES**

**Artículo 76°.- De las medidas de seguridad**

Las medidas de seguridad que podrán disponerse cuando la calidad de agua de consumo humano represente riesgo significativo a la salud de las personas son las siguientes:

1. Comunicación, a través de los medios masivos de difusión que se tenga a disposición en la localidad afectada, sobre el peligro de daño a la salud de la población;
2. Incremento de la cobertura y frecuencia del control o de la vigilancia sanitaria;
3. Suspensión temporal del servicio;
4. Cierre parcial del sistema de tratamiento o de distribución de agua; y
5. Otras medidas que la Autoridad de Salud disponga para evitar que se cause daño a la salud de la población.

Las medidas de seguridad son adoptadas por las entidades responsables y/o que participan en la gestión de la calidad de agua de consumo humano.

**Artículo 77°.- De las infracciones**

Sin perjuicio de las acciones constitucionales, civiles o penales a que hubiere lugar, se considera infracción, toda acción u omisión de los proveedores de agua o entidades que administran sistemas de agua para consumo humano, así como de los consumidores que incumplieren o infringieren las disposiciones contenidas en el

**ANEXO I**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS**  
**MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

**ANEXO II**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

**ANEXO III**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE**  
**PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015
Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacoloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrín y dieldrín	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,001
10. Endrín	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL <sup>-1</sup>	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
14. Metoxicloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL <sup>-1</sup>	0,009
16. 2,4-D	mgL <sup>-1</sup>	0,030
17. Acrilamida	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
18. Epiclorhidrina	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL <sup>-1</sup>	0,0003
20. Benzopireno	mgL <sup>-1</sup>	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
22. Tetracloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,04

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgL <sup>-1</sup>	3
24. Tricloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgL <sup>-1</sup>	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgL <sup>-1</sup>	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgL <sup>-1</sup>	0,05
31. Diclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgL <sup>-1</sup>	0,6
33. Etilbenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
35. Ácido Nitrilotriacético	mgL <sup>-1</sup>	0,2
36. Estireno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
37. Tolueno	mgL <sup>-1</sup>	0,7
38. Xileno	mgL <sup>-1</sup>	0,5
39. Atrazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
40. Carbofurano	mgL <sup>-1</sup>	0,007
41. Clorotoluron	mgL <sup>-1</sup>	0,03
42. Cianazina	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
43. 2,4- DB	mgL <sup>-1</sup>	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgL <sup>-1</sup>	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgL <sup>-1</sup>	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgL <sup>-1</sup>	0,02
48. Dicloroprop	mgL <sup>-1</sup>	0,1
49. Dimetato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
50. Fenoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,009
51. Isoprotufuron	mgL <sup>-1</sup>	0,009
52. MCPA	mgL <sup>-1</sup>	0,002
53. Mecoprop	mgL <sup>-1</sup>	0,01
54. Metolaclo	mgL <sup>-1</sup>	0,01
55. Molinato	mgL <sup>-1</sup>	0,006
56. Pendimetalina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
57. Simazina	mgL <sup>-1</sup>	0,002
58. 2,4,5- T	mgL <sup>-1</sup>	0,009
59. Terbutilazina	mgL <sup>-1</sup>	0,007
60. Trifluralina	mgL <sup>-1</sup>	0,02
61. Cloropirifos	mgL <sup>-1</sup>	0,03
62. Piriproxifeno	mgL <sup>-1</sup>	0,3
63. Microcistin-LR	mgL <sup>-1</sup>	0,001

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL <sup>-1</sup>	0,01
65. Bromodichlorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,06
66. Bromoformo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL <sup>-1</sup>	0,01
68. Cloroformo	mgL <sup>-1</sup>	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL <sup>-1</sup>	0,07
70. Dibromoacetnitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,05
72. Dicloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,02
73. Dicloroacetnitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,9
74. Formaldehído	mgL <sup>-1</sup>	0,02
75. Monocloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
76. Tricloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 3:** La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{LMP_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

**ANEXO IV**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE**  
**PARÁMETROS RADIATIVOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Dosis de referencia total (nota 1)	mSv/año	0,1
2. Actividad global $\alpha$	Bq/L	0,5
3. Actividad global $\beta$	Bq/L	1,0

**Nota 1:** Si la actividad global  $\alpha$  de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global  $\beta$  es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

**Fuente:** Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano



**MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y  
SANEAMIENTO  
DIRECCIÓN DE SANEAMIENTO**

**DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y REGULACIÓN EN  
CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO: OPCIONES  
TECNOLÓGICAS PARA SISTEMAS DE  
SANEAMIENTO EN EL ÁMBITO RURAL**

**Abril de 2018**

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

### CAPITULO III. ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

#### 1. CRITERIOS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

##### 1.1. Parámetros de diseño

###### a. Período de diseño

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria
- Crecimiento poblacional.
- Economía de escala

Como año cero del proyecto se considera la fecha de inicio de la recolección de información e inicio del proyecto, los períodos de diseño máximos para los sistemas de saneamiento deben ser los siguientes:

**Tabla N° 03.01.** Periodos de diseño de infraestructura sanitaria

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
✓ Fuente de abastecimiento	20 años
✓ Obra de captación	20 años
✓ Pozos	20 años
✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)	20 años
✓ Reservorio	20 años
✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
✓ Estación de bombeo	20 años
✓ Equipos de bombeo	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastré hidráulico, compostera y para zona inundable)	10 años
✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)	5 años

Fuente: Elaboración propia

###### b. Población de diseño

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

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

Donde:

- $P_i$  : Población inicial (habitantes)
- $P_d$  : Población futura o de diseño (habitantes)
- $r$  : Tasa de crecimiento anual (%)
- $t$  : Período de diseño (años)

Es importante indicar:

- ✓ La tasa de crecimiento anual debe corresponder a los períodos intercensales, de la localidad específica.
- ✓ En caso de no existir, se debe adoptar la tasa de otra población con características similares, o en su defecto, la tasa de crecimiento distrital rural.
- ✓ En caso, la tasa de crecimiento anual presente un valor negativo, se debe adoptar una población de diseño, similar a la actual ( $r = 0$ ), caso contrario, se debe solicitar opinión al INEI.

Para fines de estimación de la proyección poblacional, es necesario que se consideren todos los datos censales del INEI; además, de contar con un padrón de usuarios de la localidad. Este documento debe estar debidamente legalizado, para su validez.

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

c. Dotación

La dotación es la cantidad de agua que satisface las necesidades diarias de consumo de cada integrante de una vivienda, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas sea seleccionada y aprobada bajo los criterios establecidos en el **Capítulo IV** del presente documento, las dotaciones de agua según la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implemente son:

**Tabla N° 03.02.** Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)

REGIÓN	DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRÁULICO (COMPOSTERA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRÁULICO (TANQUE SÉPTICO MEJORADO)
<b>COSTA</b>	60	90
<b>SIERRA</b>	50	80
<b>SELVA</b>	70	100

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de piletas públicas se asume 30 l/hab.d. Para las instituciones educativas en zona rural debe emplearse la siguiente dotación:

**Tabla N° 03.03.** Dotación de agua para centros educativos

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno.d)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente: Elaboración propia

Dotación de agua para viviendas con fuente de agua de origen pluvial

Se asume una dotación de 30 l/hab.d. Esta dotación se destina en prioridad para el consumo de agua de bebida y preparación de alimentos, sin embargo, también se debe incluir un área de aseo personal y en todos los casos la opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas debe ser del tipo seco.

d. Variaciones de consumo

d.1. Consumo máximo diario (Q<sub>md</sub>)

Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, Q<sub>p</sub> de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

Q<sub>p</sub> : Caudal promedio diario anual en l/s

Q<sub>md</sub> : Caudal máximo diario en l/s

Dot : Dotación en l/hab.d

P<sub>d</sub> : Población de diseño en habitantes (hab)

d.2. Consumo máximo horario (Q<sub>mh</sub>)

Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Q<sub>p</sub> de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

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.

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

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	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	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.
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Balsa Flotante			
4	Caisson			
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			
8	Pozo Tubular	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " 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	$Q_{md}$ (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.
9.4	Tubo Rompe Carga		X	
9.5	Válvula de Aire		X	
9.6	Válvula de Purga		X	
9.7	Pase Aéreo		X	
10	PTAP Integral	Dependiendo de la calidad del agua de la fuente		Diseñada con todos sus componentes, los que se desarrollan a continuación
10.1	Desarenador	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	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.
10.2	Sedimentador			
10.3	Sistema de Aireación			
10.4	Prefiltro	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 0,50) o (>0,50 - 1,00) o (> 1,00 - 1,50)	Población final y dotación	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.
10.5	Filtro Lento de Arena		Población final y dotación	
10.6	Lecho de Secado	1,50 l/s		
10.7	Cerco Perimétrico de PTAP		X	
11	Estaciones de Bombeo	$Q_{md}$ (l/s) = (menor a 1,00) o (>1,00 - 2,00) o (> 3,00 - 4,00)	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario "Q <sub>md</sub> " menor o igual a 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s, para un "Q <sub>md</sub> " 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>	$V_{cist} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 20)$	Población final y dotación	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 tenerse en cuenta lo siguiente: i) debe diseñarse estructuras con un volumen múltiplo de 5, ii) debe considerarse los diseños propuestos como referencia para nuevas estructuras
	Cerco Perimétrico Cisterna		X	
13	Reservorio Apoyado de 5, 10, 15, 20 y 40 m <sup>3</sup>	$V_{res} (m^3) = (\text{menor a } 5) \text{ o } (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15) \text{ o } (>15 - 20) \text{ o } (>35 - 40)$	Población final y dotación	Tipicos para modelos pequeños y de pared curva para un reservorio de gran tamaño Sistema de desinfección para todos los reservorios Para la protección y seguridad de la infraestructura
14	Reservorio Elevado de 10 y 15 m <sup>3</sup>	$V_{res} (m^3) = (>5 - 10) \text{ o } (>10 - 15)$	Población final y dotación	
14.1	Caseta de Válvulas de Reservorio			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.
14.2	Sistema de Desinfección			
14.3	Cerco Perimétrico para Reservorio			
15	Línea de Aducción			
16	Red de Distribución y Conexión Domiciliaria			
16.1	CRP para Redes	$Q_{md} (l/s) = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$		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	
17	Lavaderos	Depende si se implementa en vivienda, institución pública o institución educativa inicial y primaria		Para distintos tipos de conexión domiciliaria
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 $\leq 20 \text{ m}^3$	$20 \text{ m}^3$

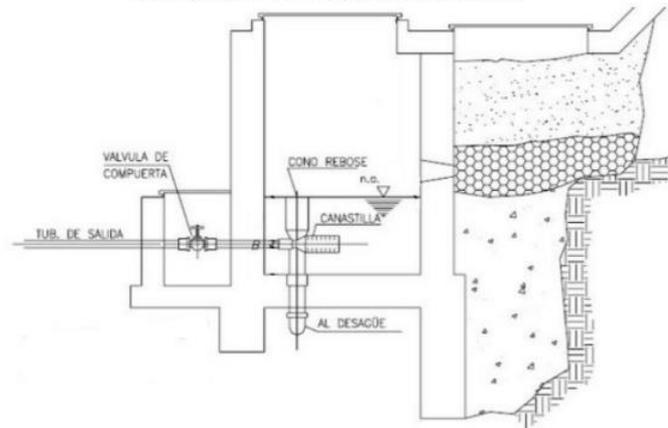
De resultar un volumen de almacenamiento fuera del rango, el proyectista debe realizar el cálculo de este para un volumen múltiplo de 5 siguiendo el mismo criterio de la Tabla N° 03.06.

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

## 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:

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

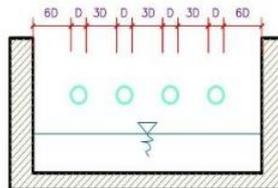
Donde:  
 $D$  : diámetro de la tubería de ingreso (m)

- Cálculo del número de orificios en la pantalla:

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

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

**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:

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

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

$$H_f = H - h_o$$

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

Donde:

H : carga sobre el centro del orificio (m)

$h_o$  : pérdida de carga en el orificio (m)

$H_f$  : pérdida de carga afloramiento en la captación (m)

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

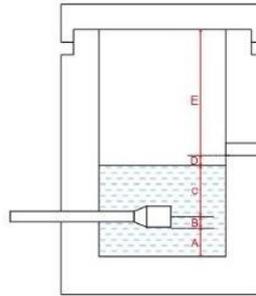
Donde:

L : distancia afloramiento – captación (m)

- Cálculo de la altura de la cámara

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

**Ilustración N° 03.22.** Cálculo de la cámara húmeda



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

Donde:

A : altura mínima para permitir la sedimentación de arenas, se considera una altura mínima de 10 cm

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

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

E : borde libre (se recomienda mínimo 30 cm).

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

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

Donde:

$Q_{md}$  : caudal máximo diario ( $m^3/s$ )

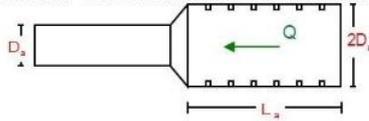
A : área de la tubería de salida ( $m^2$ )

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 ( $A_r$ ) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC.

$$H_f = H - h_o$$

Ilustración N° 03.23. Dimensionamiento de canastilla



**Diámetro de la Canastilla**

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

**Longitud de la Canastilla**

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

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

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

$$A_{TOTAL} = 2A$$

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

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

Determinar el número de ranuras:

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

**Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia**

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

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

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

Tubería de rebose

Donde:

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

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

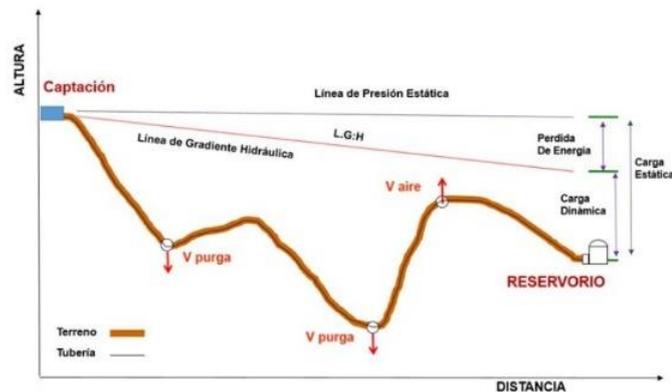
$D_r$  : diámetro de la tubería de rebose (pulg)

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

## 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

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

$R_h$  : radio hidráulico  
 $I$  : pendiente en tanto por uno

- Cálculo de diámetro de la tubería:

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

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

Donde:

$H_f$  : pérdida de carga continua, en m.

$Q$  : Caudal en  $m^3/s$

$D$  : diámetro interior en m

$C$  : Coeficiente de Hazen Williams (adimensional)

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

$L$  : Longitud del tramo, en m.

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

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

Donde:

$H_f$  : pérdida de carga continua, en m.

$Q$  : Caudal en l/min

$D$  : diámetro interior en mm

Salvo casos fortuitos debe cumplirse lo siguiente:

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

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

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

Donde:

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

$P/\gamma$  : 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.

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

Se deben calcular 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, en m.
- $K_i$  : Coeficiente que depende del tipo de pieza especial o válvula (ver Tabla N° 03.14)
- $V$  : Máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula en m/s
- $g$  : aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

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

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

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

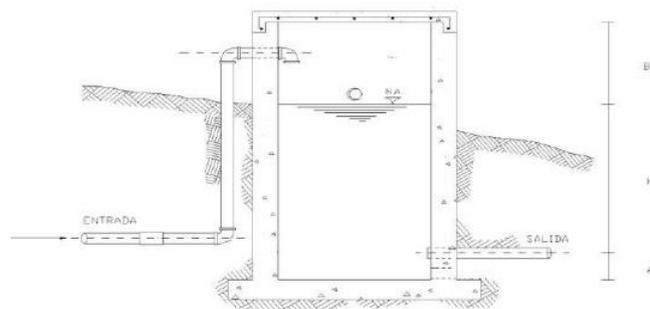
### 2.9.3. CÁMARA ROMPE PRESIÓN PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

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

Para ello, se recomienda:

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

Ilustración N° 03.36. Cámara rompe presión



- ✓ Cálculo de la Cámara Rompe Presión

Del gráfico:

A : altura mínima (0.10 m)

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

BL : borde libre (0.40 m)

H<sub>t</sub> : altura total de la Cámara Rompe Presión

$$H_t = A + H + B_L$$

- ✓ Para el cálculo de carga requerida (H)

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

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

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

✓ **Cálculo de la Canastilla**

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida.

$$D_c = 2D$$

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

$$3D < L < 6D$$

Área de ranuras:

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

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

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

El número de ranuras resulta:

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

✓ **Rebose**

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

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

Donde:

D : diámetro (pulg)

$Q_{md}$  : caudal máximo diario (l/s)

S : pérdida de carga unitaria (m/m)

#### 2.9.4. TUBO ROMPE CARGA

Se recomienda:

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

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

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

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

#### 2.9.5. VÁLVULA DE AIRE

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

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

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

- ✓ **Válvula de aire manual**

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

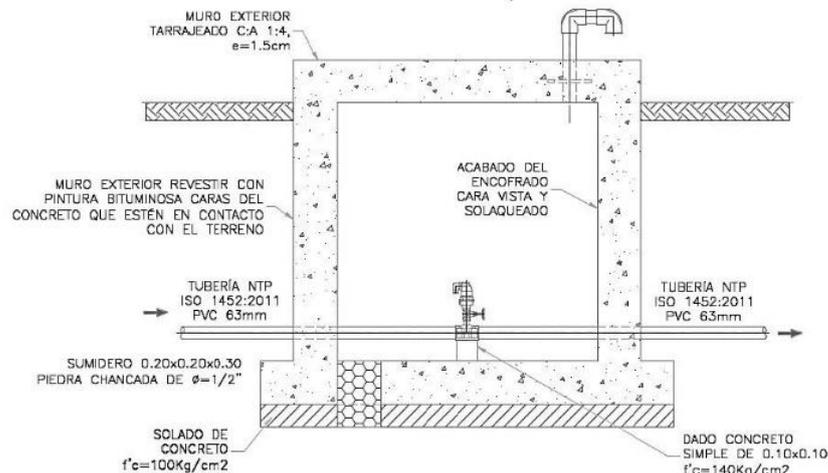
El cierre de la cámara será estanco y removible, para facilitar las operaciones de mantenimiento.

- ✓ **Válvula de aire automática**

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

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

**Ilustración N° 03.38. Válvula de aire para alto tránsito**



- ✓ **Memoria de cálculo hidráulico**

- ✓ **Válvula de aire manual**

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

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

- ✓ **Válvula de aire automática**

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

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





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

#### Recomendaciones

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

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

#### 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

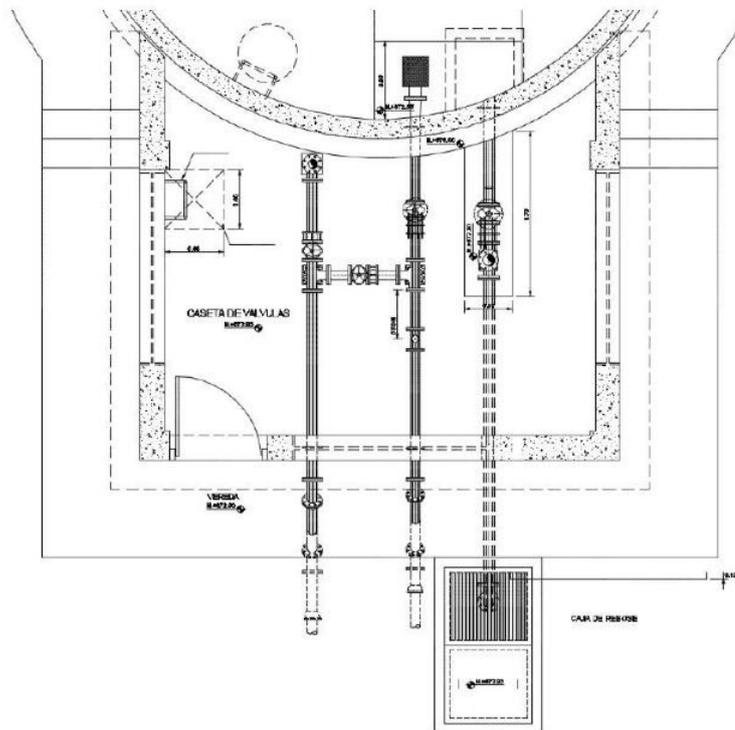
**Fuente:** Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural

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.

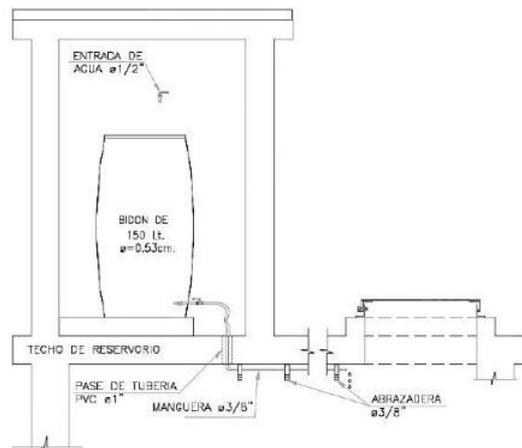
#### Desinfectantes empleados

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

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

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

$$P_c = P * 100/r$$

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

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

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 (%)

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

$$V_s = q_s * t$$

Donde:

V<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



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

- ✓ 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 rellenado de tabletas dependerán de la instalación específica, de la dosificación de cloro y del volumen de agua tratada. Debido a la sencillez de operación del equipo, el personal se puede capacitar rápidamente

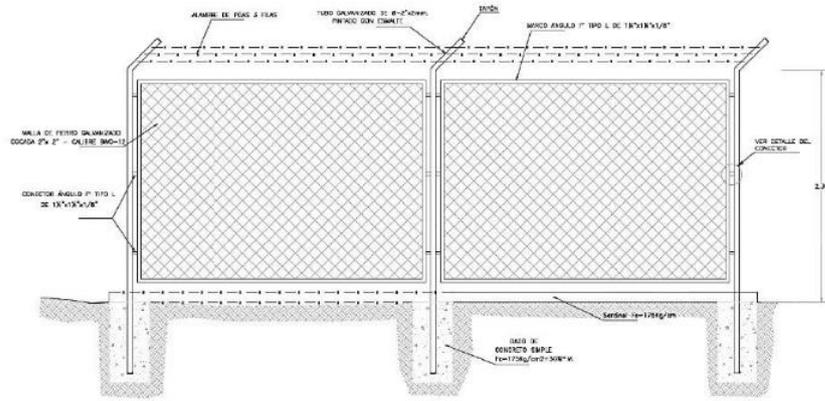
### 2.14.3. CERCO PERIMÉTRICO PARA RESERVORIO

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

- Con una altura de 2,30 m dividido en paños con separación entre postes metálicos de 3,00 m y de tubo de 2" F°G°.
- Postes asentados en un dado de concreto simple  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2 + 30\%$  de P.M.
- Malla de F°G° con cocada de 2" x 2" calibre BWG = 12, soldadas al poste metálico con un conector de Angulo F tipo L de 1 1/4" x 1 1/4" x 1/8".
- Los paños están coronados en la parte superior con tres hileras de alambres de púas y en la parte inferior estarán sobre un sardinel de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .

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

Ilustración N° 03.59. Cerco perimétrico de reservorio



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

## 2.15. LÍNEA DE ADUCCIÓN

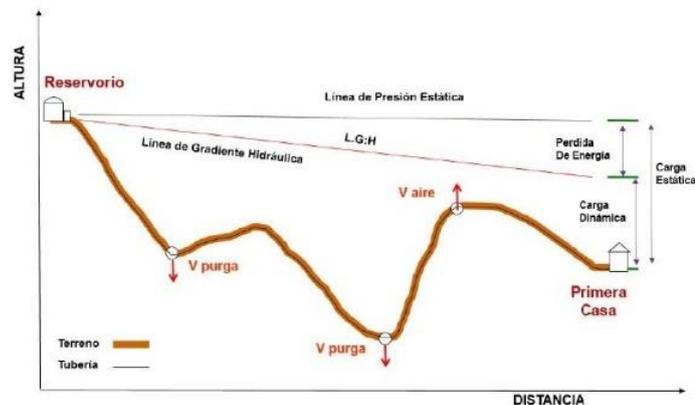
Para el trazado de la línea debe tenerse en cuenta lo siguiente:

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

### Diseño de la línea de aducción

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

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



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

- **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.

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

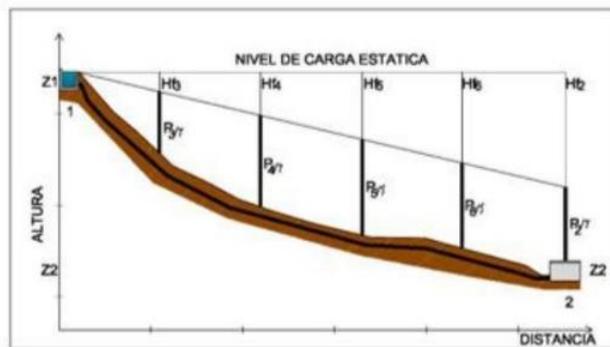
✓ Presión

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

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

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

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



Donde:

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

$\frac{P}{\gamma}$  : 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 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:

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

Dónde:

$\Delta H_i$  : 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).

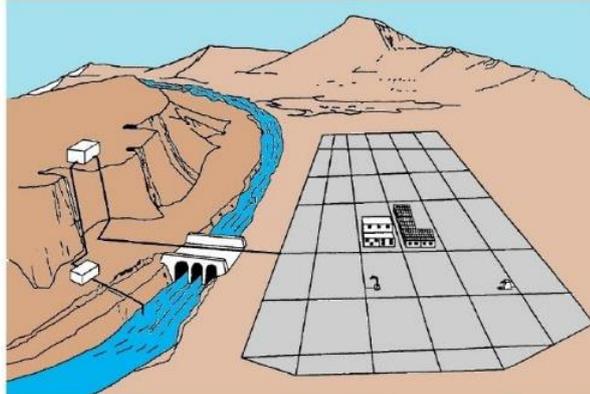
V : máxima velocidad de paso del agua a través de la pieza especial o de la válvula (m/s)

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:

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

- 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.

#### Crterios de Diseo

Existen dos tipos de redes:

##### a. Redes malladas

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

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

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

El caudal en el nudo es:

$$Q_i = Q_p * P_i$$

Donde:

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

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

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

Donde:

$Q_t$  : Caudal máximo horario en l/s.

$P_t$  : Población total del proyecto en hab.

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

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

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

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

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

En sistemas anillados se deben admitir errores máximos de cierre:

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

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

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

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

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

b. Redes ramificadas

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

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

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

Donde:

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- 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<sub>mh</sub> : caudal máximo horario (l/s)

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

Donde:

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

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

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

$$H_t = A + H$$

Donde:

A : altura de la canastilla (cm)

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

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

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

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

Donde:

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

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

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

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

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

$$A_b = a \times b$$

Donde:

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

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

- Cálculo del volumen

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

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

- Dimensionamiento de la canastilla

Debe considerarse lo siguiente:

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

$$3D_c < L_{diseño} < 6D_c$$

Donde:

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

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

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

$$A_t = 2 \times A_c$$

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

Donde:

$A_t$  : área total de las ranuras ( $m^2$ )

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

$$A_r = AR \times LR$$

Donde:

AR : área de la ranura ( $mm^2$ )

AR : ancho de la ranura (mm)

LR : largo de la ranura (mm)

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

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

Donde:

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

NR : número de ranuras de la canastilla (und)

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

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

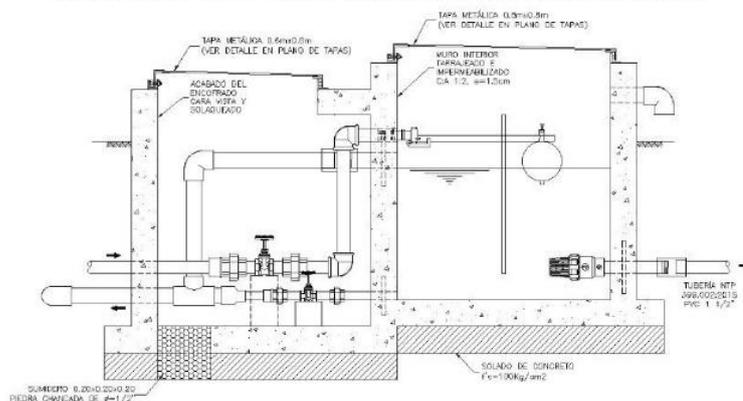
Donde:

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

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

$h_f$  : pérdida de carga unitaria (m/m)

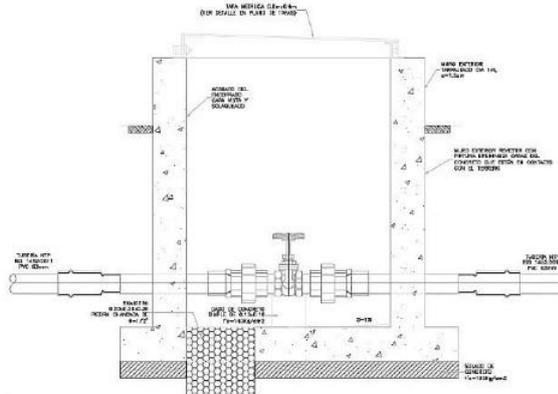
Ilustración N° 03.63. Cámara Rompe Presión para red de distribución



### 2.16.2. VÁLVULA DE CONTROL

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

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



#### Tipos de válvulas de interrupción

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

##### a. Válvulas de compuerta

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

##### b. Válvulas de mariposa

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

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

- 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 apertura y la curva característica de la válvula (variación de Kv en función de la apertura 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.

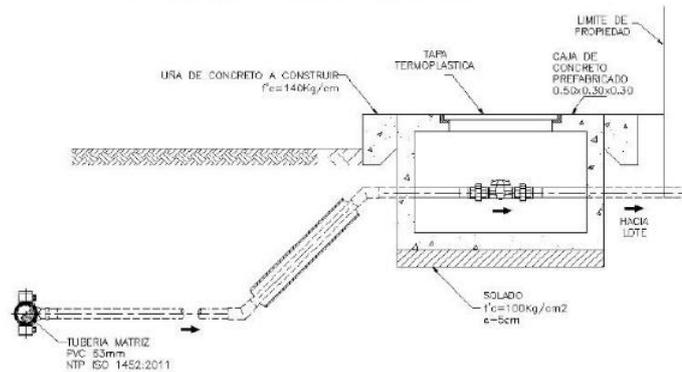
### 2.16.3. CONEXIÓN DOMICILIARIA

- 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°.

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

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

Ilustración N° 03.65. Conexión domiciliar



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