



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**MODELO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA  
POTABLE PARA EL SECTOR SAN ANTONIO –  
LURIGANCHO**



**PRESENTADA POR  
DANTE JAUREGUI QUISPE**

**ASESOR  
FERNANDO PAZ ZAGACETA**

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

**LIMA – PERÚ  
2023**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**MODELO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE  
PARA EL SECTOR SAN ANTONIO – LURIGANCHO**

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

**PRESENTADO POR:  
BACHILLER JAUREGUI QUISPE, DANTE**

**ASESOR  
ING. FERNANDO PAZ ZAGACETA**

**LIMA – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

Muestro un grato agradecimiento a nuestra “Universidad San Martín de Porres”, al Ingeniero Fernando Paz Zagaceta quien me asesoró en mi tesis siendo un apoyo constante, a su vez quien me ha motivado a que siga creciendo como profesional, mi familia y por estar cada momento preocupándose.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis dedico a mis progenitores que fueron mi fortaleza y mi inspiración para progresar, también agradezco a Dios pues noches de sacrificio fue mi consuelo y apoyo y también dedicar a todo estudiante que la perseverancia es el paso para el éxito.

Dante Jauregui Quispe

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1. Problemas específicos.	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general.	4
1.3.2. Objetivos específicos.	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. LIMITACIONES	5

1.6. VIABILIDAD	6
II. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES	7
2.2. SISTEMA DE AGUA POTABLE	11
2.2.1. Bombeo con tratamiento (BCT)	11
2.2.2. Por bombeo sin tratamiento (BST).	13
2.2.3. Por gravedad con tratamiento (GCT)	13
2.2.4. Por gravedad sin tratamiento (GST).	14
2.3. Criterios de diseño	14
2.3.1. Información básica o preliminar	14
2.3.2. Planeamiento	20
2.3.3. Componentes del sistema	24
2.4. PLANTA DE TRATAMIENTO	44
2.5. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO	44
2.5.1. Consideraciones básicas	45
2.5.2. Cálculo de capacidad del reservorio	49
2.6. LÍNEA DE ADUCCIÓN	51
2.7. RED DE DISTRIBUCIÓN	51
2.7.1. Consideraciones de diseño	52
2.7.2. Tipos de redes	53
2.8. PILETAS PÚBLICAS	57
2.9. PERIODOS DE DISEÑO	57
2.10. SISTEMA A ADOPTARSE Y JUSTIFICACIÓN	58
2.11. PRESIONES EN LA RED DE TUBERÍAS	59
2.11.1. Combinación de Tuberías	60

2.12.	HIPÓTESIS.	62
2.13.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.	62
III.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	63
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO	63
3.1.1.	Enfoque	63
3.1.2.	Tipo	63
3.1.3.	Nivel	63
3.1.4.	Diseño	64
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	64
3.2.1.	Población	64
3.2.2.	Muestra	65
3.3.	Definiciones de variables	65
3.3.1.	Definición conceptual	65
3.3.2.	Definición operacional	65
3.4.	Operacionalización de variables	66
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	67
3.5.1.	Técnicas	67
3.5.2.	Instrumentos	67
3.6.	Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos	68
IV.	CAPÍTULO IV. DESARROLLO Y RESULTADOS	69
4.1.	Nombre del proyecto	69
4.2.	Diagnóstico actual	70
4.2.1.	Antecedentes	70
4.2.2.	Área de estudio	72
4.2.3.	Área de influencia	72

4.3.	SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	82
4.3.1.	Descripción de la Red	82
4.3.2.	Cálculo de la Población Futura	82
4.3.3.	Dotación	84
4.3.4.	Variaciones De Consumo	85
4.3.5.	Coeficiente De Variación Diaria (K1)	86
4.3.6.	Coeficiente de variación horaria (K2)	87
4.3.7.	Diseño de captación	88
4.3.8.	Diseño de la red de conducción	94
4.3.9.	Diseño de la red de aducción	97
4.3.10.	Diseño de la red de distribución	100
4.3.12.	Cálculo de la red mediante software WaterCad	101
4.5.	DISEÑO DE VÁLVULA DE PURGA DE AIRE	106
4.6.	DISEÑO DE CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO – 07	107
4.7.	PLANTA DE TRATAMIENTO	111
4.7.1.	CÁMARA DE DISIPACIÓN.	112
4.7.2.	DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO.	113
4.7.3.	MANTENIMIENTO DE PLANTA	113
	PRESUPUESTO DE OBRA	115
	CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	120
	CONCLUSIONES	121
	RECOMENDACIONES	122
	V. FUENTES DE INFORMACIÓN	123
	ANEXOS	129
	NORMATIVA DE MINISTERIO DE VIVIENDA- ÁMBITO RURAL	134

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Calidad de agua por salinidad	22
Tabla 2 Requerimientos de calidad	23
Tabla 3 Parámetros de calidad y límites máximos	23
Tabla 4 Parámetros de calidad en Perú	24
Tabla 5 Tipos y caudal del agua	25
Tabla 6 Clase de tuberías de PVC y presión de trabajo	41
Tabla 7 Tasa de crecimiento poblacional en Lima, según INEI	64
Tabla 8 Tasa de crecimiento poblacional en San Antonio, según INEI	64
Tabla 9 Operacionalización de variables	66
Tabla 10 Población total y densidad	72
Tabla 11 Tasa de crecimiento poblacional en Lima, según INEI	77
Tabla 12 Tasa de crecimiento poblacional en San Antonio, según INEI	77
Tabla 13 PEA por actividad económica	78
Tabla 14 Ingresos económicos mensual promedio por familia	79
Tabla 15 Instituciones Educativas	81
Tabla 16 Dotación Ámbito Rural	84
Tabla 17 Coeficiente de variación diaria	86
Tabla 18 Coeficiente De Variación Horaria	87
Tabla 19 Gasto Por Tramo	101
Tabla 20 Red de Distribución	102

Tabla 21 Pérdida de Carga	97
Tabla 22 Cotas y Presión	97
Tabla 23 Gastos en nodos en tramo de línea de distribución	98
Tabla 24 Gastos en nodos en tramo – reducción de 2"- 1.5"	99
Tabla 25 Gasto en nodos en tramo reservorio 1	100
Tabla 26 Gastos en nodos en el tramo de aforo – reservorio 1	100
Tabla 27 Memoria de cálculo	111
Tabla 28 Velocidad de Flujo	111

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 Cámara de aforo de un manantial de ladera y concentrado.	27
Figura 2 Cámara seca y húmeda	28
Figura 3 Manantiales cercanos.	29
Figura 4 Flujo de agua en un orificio	30
Figura 5 Carga disponible y pérdida	30
Figura 6 Distribución de orificios – pantalla frontal	32
Figura 7 Altura total de la cámara húmeda	33
Figura 8 Canastilla de salida	34
Figura 9 Altura total de la cámara húmeda	36
Figura 10 Carga disponible en línea de conducción	40
Figura 11 Presión de trabajo	42
Figura 12 Tipos de reservorio: apoyado y elevado (1)	46
Figura 13 Caseta de válvulas del reservorio (2)	47
Figura 14 Caseta de válvulas del reservorio	50
Figura 15 Tipos de redes de distribución.	53
Figura 16 Seccionamiento de una red	55
Figura 17 Perdida de carga en circuito método Hardy Cross	56
Figura 18 Distribución de Hardy Cross en una malla.	56
Figura 19 Componentes de red de dotación de agua	58
Figura 20 Línea de gradiente hidráulica	60
Figura 21 Equilibrio de presiones dinámicas	60
Figura 22 Perfil de la combinación de tuberías	61
Figura 23 San Antonio	70

Figura 24 Geomorfología	74
Figura 25 Topografía de San Antonio	75
Figura 26 Ganado vacuno, porcino y actividad agrícola	80
Figura 27 Puesto de Salud en San Antonio	81
Figura 28 Variación del consumo	85
Figura 29 Canastilla	92
Figura 30 Ranura	93
Figura 31 Inicio De Programa	101
Figura 32 Creación De Proyecto	102
Figura 33 Definir el sistema a utilizar	102
Figura 34 Ingreso De Diámetros, Longitud	103
Figura 35 Corrida Exitosa De Watercad	103
Figura 36 Proyecto de Red de Distribución	104
Figura 37 Red Existente	105
Figura 38 Cámara Rompe Presión	108
Figura 39 Planta de Tratamiento.	110
Figura 40 Válvula de captación para San Antonio	111

## RESUMEN

Esta tesis propone Diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable de San Antonio-Lurigancho mediante el sistema por gravedad con un caudal promedio diario de 30.77 l/s y una velocidad de 1.91m/s, dotación suficiente para los 350 habitantes, teniendo en cuenta que el OMS de 50 a 100 litros diario por persona.

La problemática se examinó fundamentándose en la experiencia y a corrientes teóricas, como los antecedentes, los tipos de sistemas de bombeo y los criterios de diseño según normativas vigentes. Asimismo, el objetivo es diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable como red de conducción y abastecimiento, asimismo empleando todas las normas técnicas.

A través del estudio topográfico se obtuvo la longitud de conducción, aducción y de distribución a su vez se obtuvo las curvas de nivel para poder hallar la pendiente y colocar las cámaras rompepresión. La red de conducción y aducción se diseñó con un diámetro de 2" y longitud total de distribución de 365 ml, incluyendo válvulas de purga de barro y aire, junto con 2 cámaras rompe presión tipo -07. La simulación del diseño con WaterCad mostró resultados concordantes con el método manual, respaldando la utilidad del software para las municipalidades en sistemas de suministro de agua.

**Palabras clave:** Tratamiento de agua potable por gravedad. Red de conducción, aducción, distribución. Cámaras rompepresión. Válvulas de purga de barro y aire

## **ABSTRACT**

This thesis proposes to design the drinking water distribution system of San Antonio-Lurigancho through the gravity system with an average daily flow of 30.77 l/s and a speed of 1.91m/s, sufficient supply for the 350 inhabitants, taking into account According to the WHO, 50 to 100 liters per day per person.

The problems of this project were analyzed based on experience and theoretical currents, such as the background, the types of pumping systems and the design criteria according to current regulations. Likewise, the objective of this project is to design the distribution system for the provision of drinking water as a conduction and supply network, also using all technical standards.

Through the topographic study, the length of the conduction, adduction and distribution was obtained. In turn, the contour lines were obtained to be able to find the slope and place the pressure-breaking chambers. The conduction and adduction network was designed with a diameter of 2" and a total distribution length of 365 ml, including mud and air purge valves, along with 2 type -07 pressure breaker chambers. The design simulation with WaterCad showed results consistent with the manual method, supporting the usefulness of the software for municipalities in water supply systems.

**Keywords:** Gravity drinking water treatment. Conduction, adduction, distribution network. Pressure breaking chambers. Mud and air purge valves

NOMBRE DEL TRABAJO

**MODELO DE PLANTA DE TRATAMIENTO  
DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SA  
N ANTONIO – LURIGANCHO**

AUTOR

**DANTE JAUREGUI QUISPE**

RECUENTO DE PALABRAS

**22583 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**118371 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**157 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.7MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 13, 2024 12:01 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 13, 2024 12:04 PM GMT-5****● 17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## **INTRODUCCIÓN**

Como antecedentes de este proyecto las investigaciones internacionales abordan la eficacia del suministro de agua potable mediante métodos hidráulicos y estructurales. La implementación de redes de distribución mejora la presión hidráulica y contribuye significativamente al rendimiento del sistema. A nivel nacional, se proponen mejoras en plantas de tratamiento, considerando parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, y diseñando sistemas de abastecimiento con enfoque en la participación comunitaria. Además, se destaca la importancia de la viabilidad económica y ambiental en los diseños propuestos.

Esta tesis promueve una distribución de agua potable, originada por una instalación supervisada por profesionales y bajo las circunstancias necesarias para para el consumo humano en el AAHH San Antonio, distrito de Lurigancho Chosica. Esta planta, a través de cámaras y procesos específicos, garantizará la obtención de agua de calidad para su adecuada distribución.

La problemática de este proyecto plantea que la Asociación San Antonio en Lurigancho Chosica enfrenta una carencia crítica de agua potable de calidad, afectando la salud y condiciones de vida de las familias. Se justifica diseñarse una línea nueva de distribución de agua de acuerdo con los rangos, criterios y metodología determinadas por las normas pertinentes. Por lo que es fundamental que se diseñe, pues permitirá un mayor progreso y la atracción de nuevas inversiones; además,

permitirá una disminución de la ocurrencia de enfermedades infecciosas causadas por el consumo del agua que actualmente tienen disponible para ellos

Asimismo, es pertinente señalar que el objetivo general implica diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable de San Antonio, del distrito de Lurigancho, empleando el método del sistema por gravedad. Mientras que, entre los objetivos específicos está: Diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable, como red de conducción y abastecimiento. Formular el diseño de aforo, empleando todas las normas técnicas. Establecer la cámara de purga de aire y rompe presión. Realizar un levantamiento topográfico, con curvas de nivel para ver la pendiente de la zona del proyecto. Mediante la planta de tratamiento cumpliendo los parámetros permitidos, disminuirían los índices de enfermedades gastrointestinales, infecciones y enfermedades epidérmicas. Establecer la red del diseño de dotación de agua potable usando el programa WaterCad mediante un modelamiento para la red de distribución de agua potable

Respecto a la hipótesis se establece que el nuevo sistema de diseño de la red de distribución de agua potable que será tratada mediante una planta de tratamiento de cámaras que estamos planteando, a través de una captación por una línea de conducción al reservorio mediante gravedad a los domicilios por líneas aducción que abarcará a los 70 lotes empadronados es óptimo y de eficiente funcionamiento, que abarca y cumple los parámetros hidráulicos.

Seguidamente, se tuvieron limitaciones como: el sector se encuentra en la quebrada Pedregal zona declara no mitigable, pero se presentaron documentos ante el ANA (Autoridad Nacional del Agua), para que emita resolución para continuar con el proyecto, es un proceso regular para una habilitación urbana y la presentación del proyecto, a su vez la Municipalidad de Lurigancho ya emitió las constancias de posesión para servicios básicos. Un alcance acerca de esta investigación está en el hecho que es viable, pues hay acceso al campo de investigación y en coordinación con el comité de la población, a lo cual brindaron la información y documentación correspondiente solicitada, a su vez se tuvo el apoyo de la población a disposición para colaborar en este proyecto, así mismo contamos con un equipo de topografía-

teodolito, y la información brindada por sedapal en sus oficinas ubicada en el distrito El Agustino Autopista Ramiro Prialé 15008.

En definitiva, la estructura de la tesis “Modelo de planta de tratamiento de agua potable para el Sector San Antonio - Lurigancho”, se presenta a continuación: En el Capítulo I, se establece el contexto del problema, proporcionando una descripción detallada de la situación en el AAHH San Antonio, Lurigancho Chosica. Se formulan el problema general y específicos, seguidos de los objetivos, justificación, limitaciones y viabilidad del proyecto. El Capítulo II, denominado Marco Teórico, contiene antecedentes relevantes y conceptos clave relacionados con sistemas de agua potable, criterios de diseño, plantas de tratamiento, reservorios, líneas de aducción, redes de distribución y otros aspectos fundamentales. El Capítulo III desglosa la metodología, incluyendo el enfoque, tipo, diseño, población y muestra, definiciones de variables y técnicas de recolección y procesamiento de datos. En el Capítulo IV, se presenta el desarrollo del proyecto, abordando el diagnóstico actual, la descripción de la red de distribución, el diseño de captación y las diferentes etapas del sistema propuesto. El Capítulo V se dedica a la discusión de resultados, seguido de conclusiones y recomendaciones en los Capítulos VI y VII, respectivamente. La tesis culmina con una sección de Fuentes de Información en el Capítulo VII.

## **CAPÍTULO I.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.**

Una gran problemática a nivel nacional es la carencia de agua potable y además alcance los criterios de calidad para que así puedan distribuirla la Asociación San Antonio que pertenece al distrito de Lurigancho Chosica, en consecuencia, el proyecto se propone para cubrir las necesidades esenciales de cada individuo en el campo del suministro de agua, al tiempo que se tienen en consideración los problemas que se relacionan con la salud y el progreso de las condiciones en las que las familias viven.

Es fundamental que la Asociación San Antonio tenga un sistema de suministro de agua bien diseñado, esto provocará una reducción de enfermedades gastrointestinales, infecciones parasíticas y enfermedades epidérmicas.

El agua se convirtió en una necesidad insalvable para gran parte de la población en el mundo, en los últimos años, ya que los recursos de agua del mundo se están agotando como resultado del mal uso del agua y de la contaminación que se produce a diario.

El sector San Antonio presenta este problema, pues en gran parte de la red de agua presenta distintas filtraciones, por lo que su captación se halla en un estado no apto con sedimentación.

En consecuencia, es imperativo diseñar un sistema nuevo para distribuir agua potable utilizando métodos, criterios, cálculos y reglamentos que cumplan con los códigos de construcción nacionales. Por lo que se prevé que el diseño del suministro conduzca el agua de una captación, la instale mediante la red de tuberías a pozos donde el agua se almacenará y será clorada y luego la distribuya a cada una de las unidades residenciales del sector.

El objetivo es formular el sistema de dotación de agua potable de San Antonio, Lurigancho, empleando el método del sistema por gravedad y sirven de guía para los diversos diseños que se ejecutarán en el futuro.

En 1985, los residentes de San Antonio con los mismos ingresos económicos instalaron su sistema de agua; más tarde, en 2008, gracias al Plan Global de Agua de la ONG, Manos Unidas (2009) se cambiaron varias redes, incluidas las redes de distribución; y finalmente, en 2011, la municipalidad del distrito de Lurigancho construyó dos embalses de agua con capacidades de 10 y 25 m<sup>3</sup>.

En este estudio, descubriremos una solución viable, porque las personas no tienen acceso al agua de diversas maneras, a pesar de que el agua es primordial para una calidad de vida adecuada y una salud óptima.

Sin embargo, para apoyar el desarrollo de San Antonio y conseguir inversiones, será necesario optimizar la calidad del servicio que suministra el agua; pues provocará mejoras en la frecuencia de enfermedades producidas por el agua.

Obtener una red nueva de suministro de agua para San Antonio pondría fin a una calidad del agua deficiente, que actualmente tienen, lo que daría lugar a un estándar más alto de vida.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Se tiene un sistema deficiente de distribución de agua potable por haber sido instalada de manera empírica sin supervisión profesional por los habitantes de San Antonio, Distrito de Lurigancho, a ello entonces ¿De qué manera

un modelo de planta de tratamiento de agua potable mejora el abastecimiento en el sector San Antonio – Lurigancho?

### **1.2.1. Problemas específicos.**

- ¿Las conexiones empíricas existentes sin supervisión profesional fue lo que generó una distribución no óptima?
- ¿Al no haber un aforo en la captación de agua entonces no tuvieron un promedio para poder tener una estadística para su distribución?
- ¿Al no existir cámaras estas generarían el continuo rompimiento de tuberías?
- ¿Al no haber un estudio topográfico haría deficiente la llegada del agua a los usuarios?
- ¿El agua no tratada genera enfermedades gastrointestinales, infecciones y enfermedades epidérmicas?
- ¿Establecer la red del diseño de dotación de agua potable usando el programa WaterCad?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general.**

Diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable de San Antonio, del distrito de Lurigancho, empleando el método del sistema por gravedad, mediante métodos puntuales captación, clorificación, serpentín sedimentación filtración y reservorio.

#### **1.3.2. Objetivos específicos.**

- Diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable, como red de conducción y abastecimiento.
- Formular el diseño de captación, empleando todas las normas técnicas.
- Establecer mediante el plano topográfico la longitud conducción, aducción y distribución.
- Realizar un levantamiento topográfico, con curvas de nivel para ver la pendiente de la zona del proyecto y colocación de cámaras de rompe presión.
- Mediante la planta de tratamiento cumpliendo los parámetros permitidos, disminuirían los índices de enfermedades gastrointestinales, infecciones y enfermedades epidérmicas.
- Establecer la red del diseño de dotación de agua potable usando el programa WaterCad mediante un modelamiento para la red de distribución de agua potable.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

El agua ha ascendido indiscutiblemente a la cabeza de la lista de recursos esenciales para todos los habitantes del mundo recientemente, ya que el suministro mundial de agua es cada vez más escaso como resultado de la mala gestión o la contaminación que está provocando que el suministro de agua se deteriore.

Debido a su edad, San Antonio Lurigancho presenta una serie de fisuras y filtraciones en toda la red de agua, así como una captación que ha sido mal mantenida a lo largo de los años, creando estos problemas. Una gran cantidad de contaminación y agua se pierden como resultado de toda esta secuencia de acontecimientos.

En consecuencia, es fundamental que pueda diseñarse una línea nueva de distribución de agua de acuerdo con los rangos, criterios y metodología determinadas por las normas pertinentes. Por lo que es fundamental que se diseñe, pues permitirá un mayor progreso y la atracción de nuevas inversiones; además, permitirá una descenso de la tasa de enfermedades infecciosas causadas por el consumo del agua que actualmente tienen disponible para ellos.

Entre la información contenida en esta tesis se encuentra la información técnica actualizada que puede utilizarse por el Estado, las entidades privadas, los estudiantes y otros que están realizando una investigación sobre la misma problemática en la zona de San Antonio.

¿Cuántas personas se benefician? .Los beneficiarios son 70 lotes con un promedio de 5 personas por predio en consecuencia son aproximadamente 350 personas.

## **1.5. LIMITACIONES**

Se encuentra en la quebrada Pedregal zona declara no mitigable, pero se presentaron documentos ante el ANA (Autoridad Nacional del Agua), para que emita resolución para continuar con el proyecto, es un proceso regular

para una habilitación urbana y la presentación del proyecto, a su vez la Municipalidad de Lurigancho ya emitió las constancias de posesión para servicios básicos.

### **1.6. VIABILIDAD**

Esta tesis es viable pues hay acceso al campo de investigación y en coordinación con el comité de la población, a lo cual brindaron la información y documentación correspondiente solicitada, a su vez se tuvo el apoyo de la población a disposición para colaborar en este proyecto, así mismo contamos con un equipo de topografía-teodolito, y la información brindada por sedapal en sus oficinas ubicada en el distrito El Agustino Autopista Ramiro Prialé 15008.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES**

A nivel internacional, Quiroa (2018) aborda la problemática del diseño del sistema de suministro de agua en el Distrito 2, posicionado en el centro de San Marcos Cibinal, Guatemala, con el propósito fundamental de establecer un eficiente abastecimiento de agua potable en la región. Su investigación concluye que la implementación de una red de distribución hidráulica, utilizando el método de Hardy Cross considerando la pendiente de la ubicación de la vivienda, logra una red con presión hidráulica uniforme. Tras evaluar la red en diversos puntos, se determina que la altura del terreno es de 45,96 m y la fluctuación de la presión barométrica es de 6,69 m.c.a., contribuyendo de manera significativa a mejorar el rendimiento del sistema de drenaje.

En el estudio de Escobar y Rivera (2015) titulado “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Cantón San José Primero, Municipio de San Martín utilizando el programa Epanet 2.0 VE en El Salvador”, la finalidad principal consiste en diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de San Martín, específicamente la provincia de San José. Buscaron aumentar el bienestar de los ciudadanos al resolver el problema de abastecimiento en

la región mediante la aplicación de métodos específicos en el estado de San José. Las pruebas hidráulicas realizadas confirman la eficacia del software, demostrando mejoras notables para los ciudadanos con discapacidad a lo largo de más de dos décadas. Los cálculos realizados conforme a los reglamentos técnicos de la Asociación Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) revelan resultados en línea con los parámetros técnicos especificados, incluyendo presión, caudal y velocidad. La memoria de cálculo resalta la usabilidad y comodidad del programa durante el proceso de diseño, evidenciando su eficacia para la mejora de las infraestructuras de suministro de agua potable.

Vásquez (2016) en su estudio denominado “Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad rural de Guantopolo Tiglán Parroquia Zumbahua Cantón Pujilí en Cotopaxi”, tiene como finalidad realizar un análisis del estado actual de la comunidad. La conclusión extraída es que los servicios básicos proporcionados por los gobiernos locales no pueden garantizar una calidad de vida adecuada para sus ciudadanos, particularmente en lo que concierne al suministro de agua potable. El plan propuesto se enfoca en diseñar un sistema de agua potable destinado a beneficiar a los 70 residentes de la ciudad. El diseño hidráulico se respalda en el análisis de requisitos, consideraciones hidrológicas y topográficas, así como en evaluaciones económicas y ecológicas. Con una comunidad de aproximadamente 337 residentes, se presume que el sistema obtendrá una vida útil de 25 años, anticipando una población futura de 437 personas.

García y Correa (2018) en el proyecto de “Propuesta para el Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Bituima, Cundinamarca”, la finalidad primordial fue proponer mejoras en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Bituima mediante un diagnóstico, diseño de alternativas y su posterior evaluación, buscando elevar la calidad de vida, abordando fases de diagnóstico, diseño de alternativas y evaluación, revelando resultados como caudales constantes de 333 L/s en invierno y 299 L/s en verano. Se identificaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos críticos, excediendo los valores permisibles en fosfatos y coliformes totales. La Planta de Tratamiento presentó

deficiencias operativas y técnicas, destacando la falta de monitoreo constante del caudal y problemas en la formación de flocs. Se propuso como alternativa viable la implementación de un tanque de contacto de cloro para mejorar la eficiencia de la planta y calidad de vida, considerando criterios económicos y ambientales.

Fandiño y Camargo (2013) en la indagación titulada “Evaluación y Optimización de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Purificación en el Departamento de Tolima, Colombia”, la finalidad central fue proponer una alternativa de diseño viable y eficiente para la actual Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). La metodología comprendió la visita y análisis de la PTAP, recopilación de datos y dimensionamientos del sistema, evaluación del diseño existente y la propuesta de una nueva PTAP optimizada. Los resultados revelaron un diseño sobredimensionado de la PTAP, manejando un caudal de 90 L/s, donde el 50% es empleado por la población; el canal Parshall, filtros, sedimentador y floculador, no cumplían con los parámetros normativos. La conclusión señala la necesidad de que la PTAP trate solo 45 L/s, aplicando la mitad de los químicos utilizados, alternando las cámaras en el proceso de floculación, aumentando el número y dimensiones de sedimentadores, así como incrementando los filtros para asegurar una mayor eliminación del agua a un costo inferior.

A nivel nacional, la investigación de Roman (2019) abordó cuestionamientos clave en el estudio llamado “Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el sector Nueva Esperanza – 2019”. El propósito principal es presentar un diseño para el abastecimiento de agua potable en este sector, con objetivos específicos, incluyendo una propuesta de diseño que garantice dicho abastecimiento a través de elementos estructurales e hidráulicos. La metodología es descriptiva y el diseño es no experimental. Esta investigación utiliza estrategias diversas para revelar las características del terreno que son útiles en la gestión de recursos hídricos y la identificación de pendientes.

Alvarez (2021) efectuó la investigación “Diseño y Construcción del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Centro Poblado Alto Capiro, Distrito de Satipo en el año 2020”. La finalidad fue proponer un diseño

mejorado para el suministro de agua potable a los residentes de Alto Capiro. La metodología aplicada fue cuantitativa y descriptiva, creando un diseño con miras a una población dentro de 20 años, considerando la actual de 314 individuos. Se propuso la construcción de un reservorio de 15 m<sup>3</sup>, tubería de PVC Clase 10 de 1 pulgada para la línea de conducción, cámara rompepresión y caja de válvulas. En conclusión, esta investigación aporta significativamente a la actualidad de Alto Capiro.

Los estándares mencionados se utilizaron como referencia en la investigación de Santi (2016) sobre el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable con alternativas tecnológicas adecuadas para el sector de análisis. Esta investigación propuso parámetros de diseño aplicables a sistemas similares en áreas rurales. Se observó un sistema colector en forma de varilla de 6 m de longitud con una caja de válvulas, utilizando concreto proyectado con valores de  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ . Se propuso un tanque prefabricado de 20 m<sup>3</sup> con protección reforzada. Además, se sugirió una planta de tratamiento de agua potable de baja velocidad con filtros y capas de arena y piedra para facilitar el mantenimiento. Se enfatiza la del compromiso cívico en la gestión y conservación del suministro de agua para garantizar la validez y legitimidad del estudio.

Romero (2021) cuyo objetivo fue proponer mejoras a la planta potabilizadora de Puno Melgar Ayaviri en el año 2018. Se realizaron diagnósticos para evaluar el estado actual del proceso. Se encontró que el caudal total en el sistema era de 68 l/h. s supera la capacidad óptima de 58,85 l/s, lo que afecta a la eficiencia operativa. Además, el tratamiento del agua cruda resulta ineficiente debido a una infraestructura antigua y una gestión inadecuada de las emisiones químicas. Para superar esta deficiencia, se propone un tamaño adecuado para cada unidad generadora considerando un caudal de 82,05 l/s. La unidad diseñada incluye sistema de almacenamiento, inyección, mezcla de coagulantes, floculación vertical, vertido, filtración, desinfección y cloración de emergencia con hipoclorito de calcio. Los resultados del análisis de viabilidad, una tasa interna de retorno del 20,78% y un valor actual neto positivo sustentan la factibilidad de la iniciativa.

Barboza y Rivera (2019) cuya finalidad fue diseñar un sistema de agua potable mediante simulación hidráulica utilizando Watercad e integrando un sistema de alcantarillado sanitario adaptado a la resistencia hidráulica. La implementación de este proyecto permitirá la gestión de los servicios por parte del Consejo de Servicios Sanitarios (JASS). Las metodologías que utilizan enfoques cuantitativos y diseños cuasiexperimentales incluyen investigación bibliométrica, recopilación de datos e investigación básica y de ingeniería. Se han realizado estudios volumétricos, levantamientos topográficos, análisis edáficos y bacteriológicos, así como estudios técnicos finales. El diseño del sistema incluye dos cámaras de recolección de agua, una red de tubería a tubería, un tanque de concreto armado y una red de distribución. De los resultados de los análisis bacteriológicos y físicos del agua del grifo se sabe que la incidencia de bacterias es alta, por lo que se proyecta construir una PTAP. Además de la cloración, se aplican filtros lentos para garantizar la potabilidad. El propósito es brindar agua potable a todos los hogares pertenecientes a las pequeñas aldeas mencionadas anteriormente, aumentando así el acceso de la comunidad a este importante recurso.

## **2.2. SISTEMA DE AGUA POTABLE**

Aunque hay diferencias entre los autores sobre las clasificaciones de los sistemas de agua, donde gran partes están de acuerdo en que hay dos clases de sistemas de agua: el convencional y el no convencional. Los tradicionales se clasifican en sistemas de abastecimiento (Barboza & Rivera, 2019).

### **2.2.1. Bombeo con tratamiento (BCT)**

La planta de tratamiento debe ajustar las particularidades para cumplir los requerimientos de potabilidad, y debe instalarse un sistema de bombeo, que ayudará impulsando el agua al usuario final (Barboza & Rivera, 2019). BCT se emplean en una variedad de aplicaciones. Por otro lado, se compone por:

- Línea de aducción.
- Reservorio Conexiones domiciliarias.

- Línea de impulsión.
- Captación.
- Estación de bombeo de agua.
- Línea de conducción.
- Planta de tratamiento de agua.

Además, las alternativas están basadas en soluciones multifamiliares o individuales, que se fragmentan en las siguientes:

#### **2.2.1.1. Captación de agua de lluvia**

Puede recogerse y almacenarse en pozos, lo que hará que se pueda usar en un futuro. Estos contaminantes se recogen de manera directa en los techos de edificios y se depositan en los tanques de almacenamiento, que es otro método de recogida. Además, es necesario desinfectar el agua antes de poder utilizarse para beber.

#### **2.2.1.2. Pozos con bombas manuales.**

Hacen referencia a las soluciones formadas por pozos excavados o perforados que tienen la posibilidad de utilizarse para una sola familia o un grupo de familias.

Debido al tipo de protección proporcionado por la presencia de puntos de contaminación en el entorno y el pozo; el agua predestinada al consumo humano directo, debe desinfectarse antes de poder utilizarse.

#### **2.2.1.3. Manantiales con protección de vertiente.**

Se construyen como sistemas de suministro de agua que capturan seguros las aguas subterráneas de fuentes pequeñas de agua subterránea situadas cerca de una o un conjunto de viviendas.

Consiste en la captura y la suministro, ya sea en la ubicación donde se encuentra la fuente con la conducción a habitantes, a través de tuberías de diámetro menor, en ambos casos.

### **2.2.2. Por bombeo sin tratamiento (BST).**

En este sistema se proveen con agua de alta calidad, pues no necesita ser tratada antes de poder utilizarse para consumo. Sin embargo, para que el agua se distribuya al usuario final, debe bombearse (Barboza & Rivera, 2019). Asimismo, está compuesto por:

- Conexiones domiciliarias
- Reservorio.
- Estación de bombeo de agua.
- Red de distribución.
- Línea de aducción.
- Conexiones domiciliarias
- Línea de conducción o impulsión.

### **2.2.3. Por gravedad con tratamiento (GCT)**

Se maneja como fuente de suministro el agua recogida de canales, ríos y otros cuerpos de agua, que han sido desinfectados previamente de su distribución. Son GCT, cuando no se presenta la necesidad de bombear el agua. La calidad bacteriológica, química y física del agua cruda debe de considerarse al momento de diseñar las instalaciones de tratamiento del agua. Además, se constituye por:

- Línea de conducción o impulsión.
- Conexiones piletas públicas y/o domiciliarias .
- Reservorio.
- Planta de tratamiento de agua.
- Red de distribución.
- Captación.

- Línea de aducción.

#### **2.2.4. Por gravedad sin tratamiento (GST).**

Un sistema donde el agua de origen es de alta calidad y no solicita ningún tratamiento adicional antes de la distribución; además, no pretenden algún tipo de bombeo para garantizar que el agua arribe a sus destinatarios. Las aguas subterráneas y las superficiales como canales ríos, son las fuentes principales de suministro de agua en la mayoría de las zonas. La primera se lleva a la superficie en forma de grifos, mientras que la segunda se captura filtrando el vidrio que está en la superficie del agua. Además, está compuesto por:

- Reservorio.
- Línea de distribución.
- Conexiones de piletas públicas y/o domiciliarias.
- Línea de aducción.
- Línea de conducción o impulsión.
- Captación.

### **2.3. Criterios de diseño**

Un gran número de autores están de acuerdo en que se debe de considerar algunos criterios al momento de diseñar el sistema de distribución (Leigh & Lee, 2019). Pues se cuenta con una RM N:173-2016-vivienda; donde se ubican los diversos criterios y pasos para el pertinente diseño. Los parámetros que deben cumplirse son:

#### **2.3.1. Información básica o preliminar**

##### ***2.3.1.1. Población actual***

Se encuentra determinada por los resultados del censo nacional más reciente realizado en el país, así como de cualquier otro censo realizado por organizaciones sanitarias. Si este es el caso, algunos autores sugieren analizar los dos censos más recientes.

### **2.3.1.2. Población futura**

Según las particularidades de la ciudad, su tendencia a desarrollarse y sus factores socioeconómicos; la predicción del incremento de los habitantes debe ser debidamente aceptada en términos de precisión (Vierendel, 2009).

Según Rodríguez (2001) se basa en el desarrollo histórico y en los datos estadísticos, la forma más beneficiosa de estimar la cantidad de habitantes futuros de un proyecto o de una comunidad es mirar el desarrollo anterior del área. Los datos obtenidos en un censo de residentes pueden transformarse en un modelo matemático.

El mismo autor, menciona algunos modelos a continuación:

#### **2.3.1.2.1. Aritmético**

Se basa en el examen del crecimiento absoluto de la población, así como en la determinación de la tasa media de crecimiento anual para un periodo fijo y su aplicación a los años futuros. Para empezar, hay que determinarla utilizando la siguiente fórmula:

$$I = Pa - Pi/n$$

Donde:

- I = Crecimiento anual promedio.
- N = Años transcurrido entre el primer y último censo.
- Pi = Población del primer censo.
- Pa = Población actual (último censo)

A continuación, se calculará la población futura utilizando la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa + IN$$

Considerando que:

N = Periodo económico

Pa = Población actual.

Pf = Población futura.

#### 2.3.1.2.2. *Geométrico por porcentaje.*

Se trata de calcular el porcentaje anual de aumento comparando con el de años previos y aplicar esa cifra en el futuro, es el objetivo. Es decir, se calcularán 5 decenales de incremento, y luego el porcentaje anual promedio.

$$\% \text{ anual promedio} = \%Pr = \sum\%/n$$

Considerando que:

N = Número de años entre el primer y último censo.

$\sum\%$  = Suma de porcentajes decenales

La siguiente fórmula ayudará a establecer la población:

$$Pf = Pa + Pa(\%Pr)N/100$$

Donde:

N = Periodo económico

Pa = Población actual del último censo

Pf = Población futura.

#### 2.3.1.2.3. *Método geométrico por incremento medio total.*

Se basa en la suposición de que los habitantes aumentarán de manera similar a la que experimenta un capital primitivo

sometido a intereses compuestos, donde el crédito sirve como componente de crecimiento.

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

Para ejecutar el cálculo del logaritmo, debemos hacer lo siguiente:

$$LOG (1 + r) = \frac{\log Pf - \log Pa}{n}$$

Cuando volvemos al logaritmo de la población futura, encontramos que la siguiente fórmula es correcta:

$$\log pf = \log pa + n \log(1 + r)$$

Considerando que:

- r = Factor o tasa de crecimiento.
- n = Periodo de diseño (económico).
- Pa = Población del último censo.
- Pf = Población futura.

#### 2.3.1.2.4. Extensión gráfica.

La siguiente es la metodología que se utilizó a la hora de aplicar este método:

Basándose en los datos censales, se crea un gráfico en el que cada valor del censo está representado por un sistema de ejes rectangulares, con las ordenadas (y) representando el nº de habitantes, y las abscisas (x) representando los años del censo. La siguiente es una curva media entre

los pts. que se han determinado, prolongándose hasta el año, para conocer el nº de habitantes.

#### 2.3.1.2.5. *Formula de Malthus.*

Por lo tanto, corresponde la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa(1 + \Delta)x$$

Considerando que:

Pa = Población actual

X = nº de periodos decenales desde el periodo económico que se fije.

$\Delta$  = Es el incremento anual.

Pf = Población futura.

El ( $\Delta$ ), se podrá obtener, si dividimos el X, entre el nº de veces que se fueron restados.

#### 2.3.1.2.6. *Método parabólico.*

Es posible utilizar una función polinómica en situaciones en las que hay estimaciones de los habitantes para tres o más fechas anteriores y la predisposición observada no da respuesta a una curva exponencial o geométrica, ni a una línea recta. Las funciones polinómicas de segundo o tercer grado son las más utilizadas en estas situaciones. De los resultados de tres encuestas o estimaciones, es posible calcular una parábola de segundo grado. Este tipo de curva es sensible no sólo a los cambios en la tasa media de crecimiento, sino también a los cambios en la velocidad a la que esa tasa de crecimiento aumenta o disminuye (Miranda, 2014). A continuación, para las funciones polinómicas de 2º grado, se calcula a continuación:

$$Nt = a + bt + ct^2$$

Donde:

a,b,c = Constantes que se calculan solucionando la ecuación para cada fechas estimaciones pasadas o censales.

t = Intervalo cronológico en años, que se midieron la primera fecha estimada.

Nt = Volumen poblacional estimado t año posterior a la fecha de inicio.

La aplicación de una curva parabólica, como la aplicación de una curva geométrica o aritmética, puede causar problemas si la población se extrapola durante un periodo de tiempo extremadamente largo, ya que los puntos empiezan a movilizarse cada vez más rápido, ya sea en una dirección hacia arriba o hacia abajo. Esto puede dar lugar a valores de población extremadamente grandes en un periodo lejano o a valores muy cercanos a cero (Miranda, 2014).

#### 2.3.1.2.7. Método aritmético simplificado.

Para este método, según el MVCS (2016), la fórmula se encuentra a continuación:

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

Donde:

Pd (habitantes) = Población de diseño.

Pi (habitantes) = Población inicial.

T (años) = Periodo de diseño.

r (%) = Índice crecimiento poblacional anual.

Referido con la tasa de crecimiento de la población (r):

- Se considerará el específico de la población.
- Si no existiera, se podrá adoptar el relativo a otra población similar y cercana, o si fuera el caso, la tasa de crecimiento rural.
- Si el valor fuera negativo se considerará una población futura semejante.

### ***2.3.1.3. Aspectos de organización***

El cual hace referencia al componente organizativo de la junta de las JASS, que se encuentra conformado por vocales, tesorero, secretario y presidente. Son los encargados de mantener la red de abastecimiento de agua, recaudar el importe establecido y realizar cualquier otra operación relacionada.

### ***2.3.1.4. Dispersión de la población***

Al decidir si una población debe clasificarse como dispersa o concentrada, el ingeniero del proyecto utilizará el criterio de densidad de población (MVCS, 2016).

## **2.3.2. Planeamiento**

### ***2.3.2.1. Demanda de agua***

Según la definición, es la cantidad de agua que los habitantes procuran utilizar de un sistema de suministro de agua, en función de los usos y el consumo específicos.

### ***2.3.2.2. Oferta de agua***

Las fuentes frecuentemente utilizadas son las siguientes:

#### 2.3.2.2.1. *Manantiales.*

Según García (2009), la demanda de agua potable en pequeñas ciudades suele ser inferior a 5 litros por segundo, siendo frecuentemente utilizada para las instalaciones.

Además de ser agua limpia sin sedimentos, poseen la disposición de captación porque sólo requieren una caja que les impide contaminar el medio ambiente antes de entrar en la línea de conductos. La desventaja se produce ocasionalmente como resultado de fluctuaciones en el caudal, con casos que se producen incluso en arroyos de bajo caudal que acaban desapareciendo. Como resultado, se recomienda que el proyectista ejerza extrema cautela a la hora de considerar el flujo previsto de manera puntual (una vez al año), como valedero, sin primero investigar a fondo sus fluctuaciones a lo largo del año y entre años con la población local.

#### 2.3.2.2.2. *Canales de riego o Agua de ríos*

Se acude a la captación directa o indirecta del algún río, por medio de un canal construido previamente, si es que no se cuenta con manantiales de agua (García, 2009).

Una debilidad de captar agua de canales y ríos, es que necesitan de plantas de tratamiento para lograr potenciar la calidad, aparte requieren obras más costosas y complejas. Debido a la posibilidad de servicios estacionales como el riego, es necesario verificar si está disponible el agua durante el año en el caso de la captación de canales; además, hay que tener en cuenta el corte de agua para el mantenimiento.

#### 2.3.2.2.3. *Aguas subterráneas.*

Según García (2009) las aguas subterráneas suelen ser la única fuente de agua disponible, especialmente a lo largo de la costa. La detección de acuíferos explotables se llevará a cabo a través de

estudios geofísicos, y su explotación se realizará a través de la construcción de pozos artesanales o tubulares.

### **2.3.2.3. Calidad de agua**

Los parámetros bacteriológicos, químicos y físicos del agua son todos los factores que influyen en su calidad. Los aspectos químicos no pueden modificarse, por lo que deben tratarse con la mayor atención; por otro lado, los aspectos bacteriológicos y físicos tienen la posibilidad de mejorarse mediante el uso de filtros y procesos de desinfección, respectivamente.

**Tabla 1**

*Calidad de agua por salinidad*

<b>Tipo de agua</b>	<b>CE (micromhos / cm)</b>
Excelente a buena	Hasta 1000
Regular a perjudicial	1000 – 3000
Perjudicial a dañina	Mayor a 3000

*Fuente:* García (2009)

**Tabla**

Requerimientos de calidad

Físico	Químico	Bacteriológico
Turbiedad	Ph	Contaje total de bacterias
Sólidos totales	Alcalinidad	NMP de coli/100 ml de muestra
Color	Dureza	
Sabor	Hierro	
Olor	Manganeso	
	Sulfatos	
	Cloruros	
	Amoniaco	
	Nitritos	
	Nitratos	
	Oxígeno disuelto	

*Fuente:* García (2009)**Tabla 3***Parámetros de calidad y límites máximos*

Parámetro	LMP
Coliformes totales UFC/100 ml	0 (ausencia)
Coniformes termotolerantes, UFC/100 ml	0 (ausencia)
Bacterias heterotróficas, UFC/ml	500
Ph	6.5 – 8.5
Turbiedad UNT	5
Conductividad 25° C – micromhos/cm	1500
Color, UCV Pt-Co	20
Cloruros, mg/l	250
Sulfatos, mg/l	250
Dureza, mg/l	500
Nitratos, mg NO <sub>3</sub>	50
Hierro, mg/l	0.3
Manganeso, mg/l	0.2
Aluminio, mg/l	0.2
Cobre, mg/l	3
Plomo, mg/l	0.1
Cadmio, mg/l	0.003
Arsénico, mg/l	0.1
Mercurio, mg/l	0.001
Cromo, mg/l	0.05
Fluor, mg/l	2
Selenio, mg/l	0.05

*Fuente:* García (2009)

**Tabla 4***Parámetros de calidad en Perú*

Item	Elementos / sustancias	Símbolo / fórmula	Directriz (mg/l)
1	Aluminio	AL	0.2
2	Antimonio	Sb	0.005
3	Arsénico	As	0.01
4	Bario	Ba	0.30
5	Boro	B	0.30
6	Cadmio	Cd	0.003
7	Cloro	Cl	250.00
8	Cromo	Cr	0.05
9	Cobre	Cu	2.00
10	Cianuro	CN	0.07
11	Fluor	F	1.50
12	Plomo	Pb	0.01
13	Manganeso	Mn	0.50
14	Mercurio	Hg	0.001
15	Molibdeno	Mo	0.07
16	Niquel	Ni	0.02
17	Nitrato y nitritos	NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub>	50.00 (nitrógeno total)
18	Selenio	Se	0.01
19	Sodio	Na	200.00
20	Sulfato	SO <sub>4</sub>	500.00

Fuente: García (2009)

### 2.3.3. Componentes del sistema

Podemos ver que los aspectos de los sistemas de dotación de agua potable ya sean alimentados por bombeo o gravedad, son muy similares, independientemente del tipo de sistema. Estos componentes se describen en mayor detalle a continuación.

#### 2.3.3.1. Captación

Según García (2009) cuando se selecciona la fuente de agua y se identifica como punto de partida del sistema, puede edificarse una estructura de aforo para la recolección el agua, que después se conduce por medio de las tuberías de conducción hasta llegar al reservorio.

Es fundamental incorporar las características del diseño en el desarrollo de una estructura de captación considerando la facilidad de inspección y funcionamiento, la prevención de la contaminación futura, la oportunidad de sedimentación, la estabilidad estructural, el control conveniente del

agua, entre otras consideraciones. Asimismo, Agüero (1997) expone tres tipos diferentes de captaciones.

#### 2.3.3.1.1. Captación de manantiales.

Un manantial puede definirse como un lugar en el que las aguas subterráneas se acumulan naturalmente como resultado de procesos naturales. El agua suele fluir mediante una formación de estratos que contiene roca fisurada, arena o grava, pero también puede fluir a través de otros tipos de estratos. Cuando hay estratos impermeables, actúan como barrera para el flujo de aguas subterráneas, permitiendo aflorar a la superficie (Agüero, 1997).

Los manantiales poseen una clasificación en función a la ubicación en donde crecen y de su afloramiento. Debido a su localización de fondo o ladera, y por su afloramiento son concentrados o difusos.

El agua aflora horizontalmente en los manantiales de ladera, a diferencia del agua de fondo, que fluye hacia la superficie. Ambos casos se clasifican como manantiales concentrados cuando el agua desborda desde un solo punto y cubre una pequeña zona, mientras que los manantiales difusos se clasifican como cuando el agua desborda desde varios puntos sobre una zona mayor.

García (2009) expone que el diagrama de flujo de captación, las bolsas de captación se clasifican por DIGESA, en tres tipos, cada uno con un tamaño diferente en función del caudal.

**Tabla 5**

*Tipos y caudal del agua*

Tipo	Caudal (l/seg.)
C – 1	< 2.5
C – 2	0.7 – 0.8
C – 3	6 <

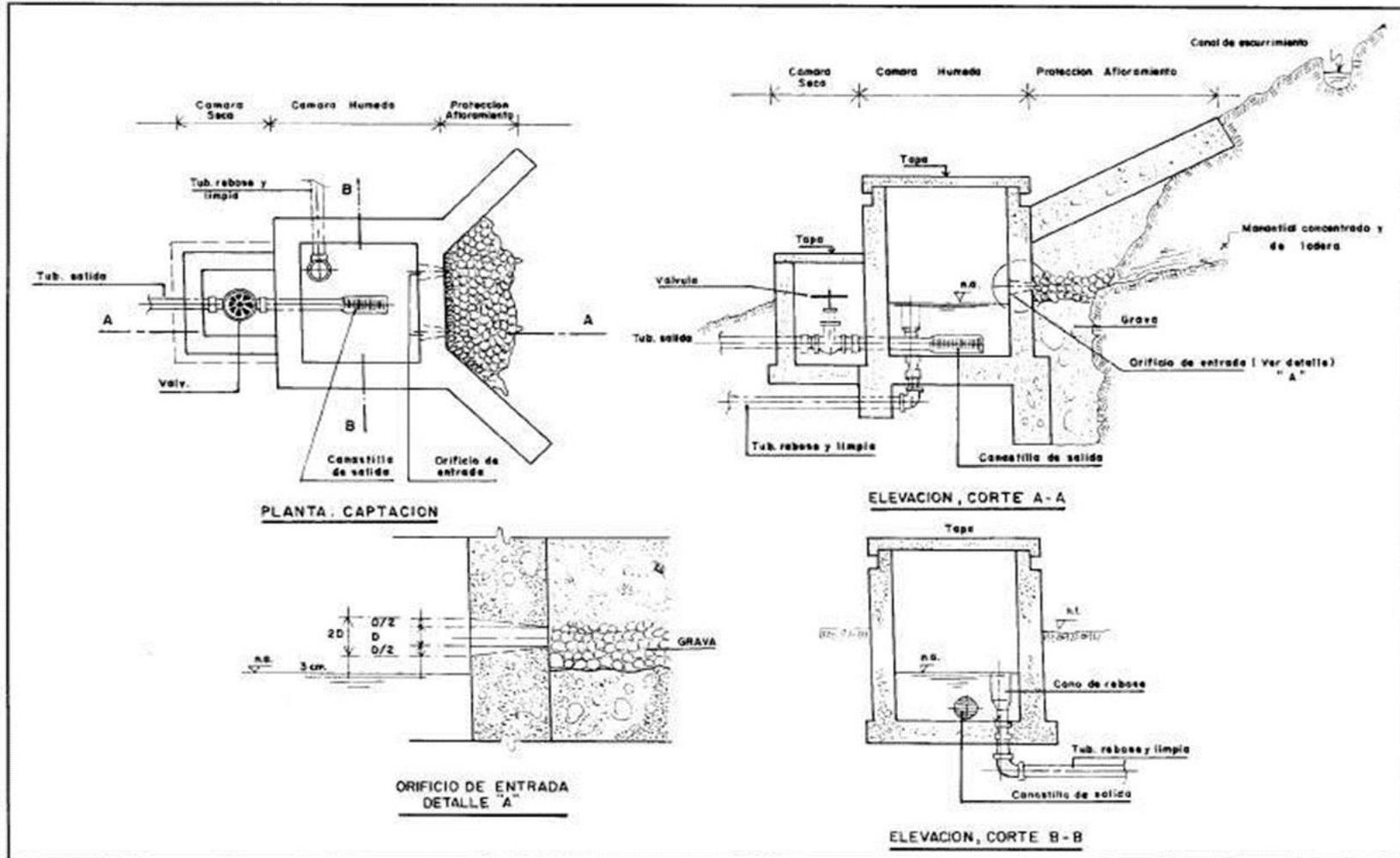
*Fuente:* García (2009)

Es necesario capturar tres tipos de agua cuando la fuente de agua es una presa inclinada y concentrada. La captura inicial pertenece a la protección del caudal; luego se encuentra la cámara húmeda, la cual es responsable de la regularización de la proporción de agua utilizada; y por último, la cámara seca, la cual es responsable de resguardar la válvula de control.

El funcionamiento de protección de la fuente está formado por una losa de concreto que rodea la zona adyacente al afloramiento o la extensión, sellándola eficazmente del ambiente exterior y evitando la contaminación. Hay una proporción de material granular que se clasifica a lo largo de la pared de la cámara, que está destinado a prevenir el socavamiento de la zona adyacente a la cámara y a adquirir material en suspensión.

La cámara húmeda está equipada con un cono de rebose y un accesorio de salida (vaso), que se utilizan para descartar la producción excesiva de fumigación (Agüero, 1997).

**Figura 1**  
*Cámara de aforo de un manantial de ladera y concentrado.*

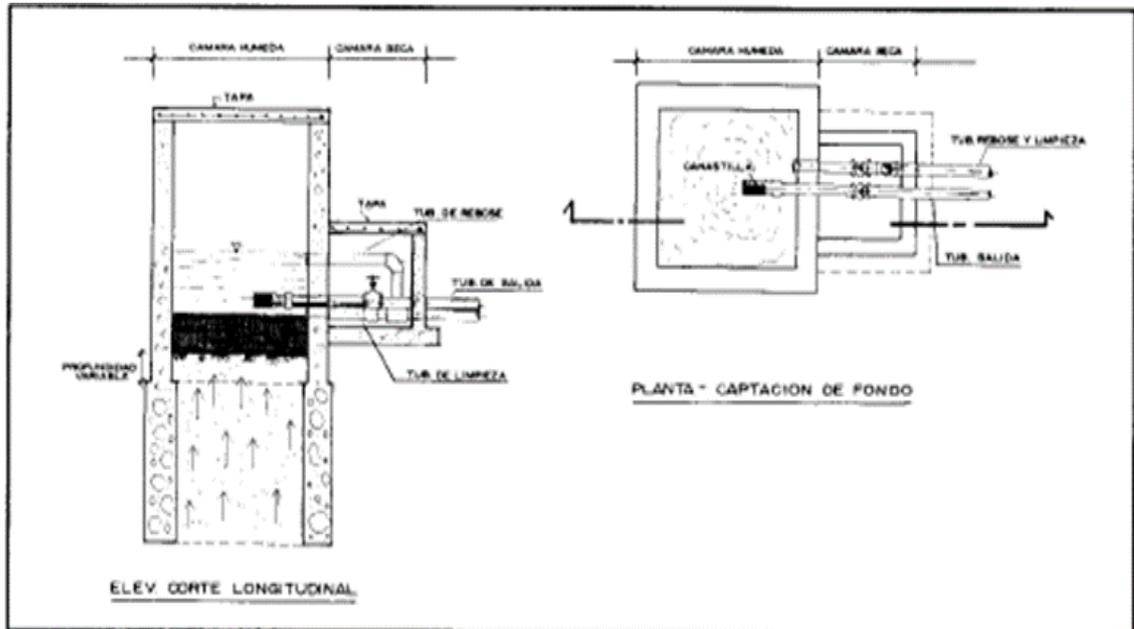


Fuente: Agüero (1997)

El aforo de manantiales se ejecuta a través de una estructura de concreto resguardado que consta de dos cajas, una para la entrada de agua y otra como caja de válvulas. Las cuales tienen que estar protegidos por cubiertas metálicas herméticas (García, 2009)

**Figura 2**

*Cámara seca y húmeda*

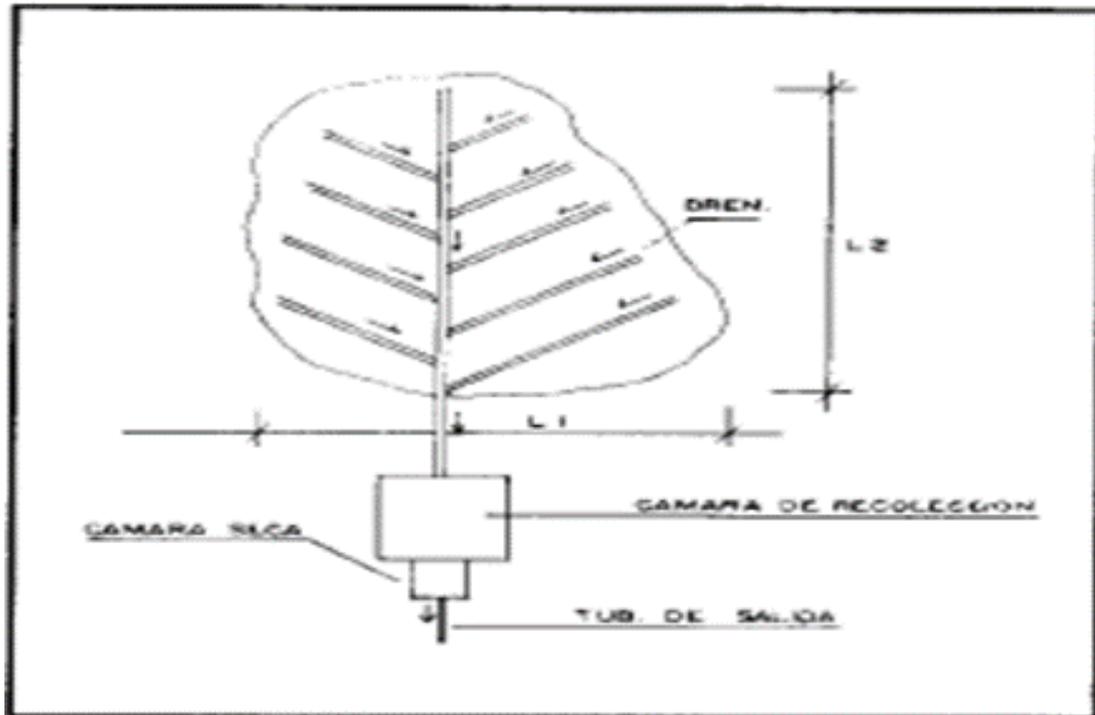


*Fuente: Agüero (1997)*

Si los manantiales están cerca unos de otros, se pueden edificar varias cámaras, de las cuales las galerías o tubos conducen a una cámara de recolección de la que se origina la línea de conducción. Además, se encuentra la cámara seca, cuyo propósito es proteger la válvula de salida de agua. Un cono de rebose, una tubería de limpia y una canastilla de salida, se incluyen con la cámara de recogida (Agüero, 1997).

### Figura 3

*Manantiales cercanos.*



Fuente: Agüero (1997)

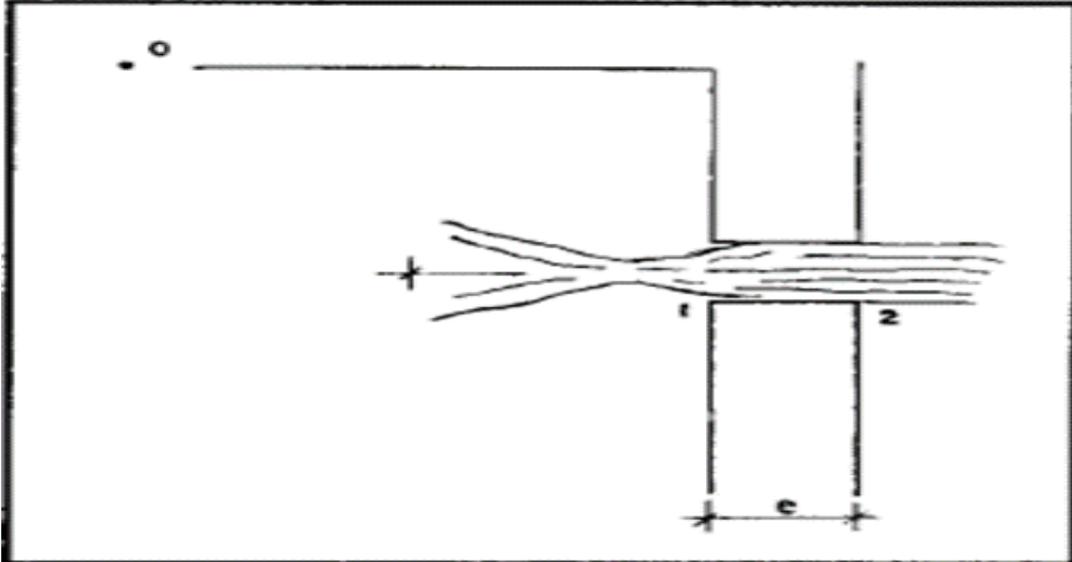
#### - *Manantial de Ladera y Concentrado*

Conforme con Agüero (1997), a la hora de determinar cómo dimensionar la captación, es crucial entender el caudal máximo de flujo de la fuente, que a su vez determina el diámetro de los orificios de entrada de la cámara húmeda, siempre y cuando se necesiten para capturar el gasto o caudal. Estando al tanto del gasto, la superficie de los orificios puede calcularse utilizando el coeficiente de contracción de los orificios y una velocidad de entrada no muy elevada.

- Cálculo de la distancia entre afloramiento y cámara húmeda.

**Figura 4**

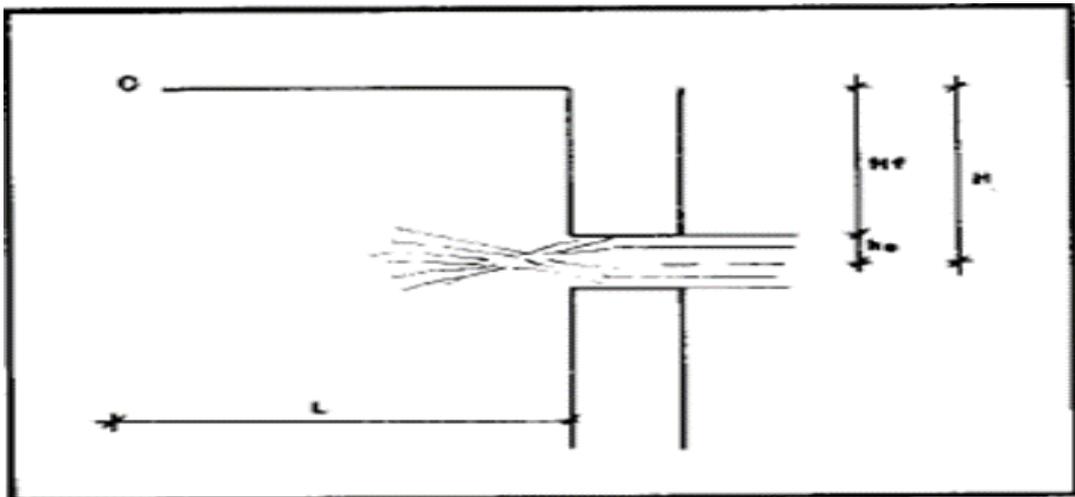
*Flujo de agua en un orificio*



Fuente: Agüero (1997).

**Figura 5**

*Carga disponible y pérdida*



Fuente: Agüero (1997).

Luego se plantea:  $H = H_f + h_0$

Siendo H, la pérdida de carga que valdrá para establecer la distancia entre la caja de captación y el afloramiento.

$$H_f = H - h_0$$

$$H_f = 0.30 \times L$$

$$L = H_f / 0.30$$

- Ancho de pantalla (b)

Es conveniente estar al tanto del n° de orificios y diámetros, que contribuirán que el agua pueda fluir desde el área de afloramiento hasta la cámara húmeda. La siguiente ecuación es para calcular el diámetro de tubería de entrada (D).

$$Q_{\text{máx.}} = V \times A \times C_d$$

$$Q_{\text{máx.}} = A C_d (2 g h)^{1/2}$$

Donde:

h = Carga sobre el centro del orificio (m).

g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s<sup>2</sup>).

A = Área de la tubería en m<sup>2</sup>.

V = Velocidad de paso (0.50 m/s)

Cd = Coeficiente de descarga (0.6 a 0.8).

Q máx = Gasto máximo de la fuente en l/s.

Despejando de la ecuación 4.6 el valor de A da como resultado:

$$A = \frac{Q_{\text{máx.}}}{C_d \times V} = \frac{\pi D^2}{4}$$

- *Numero de orificios*

Los diámetros (D) inferiores o iguales a 2", son recomendables para su uso en esta aplicación. Para conseguir diámetros más grandes, será imprescindible acrecentar el n° de aperturas (NA), por lo tanto:

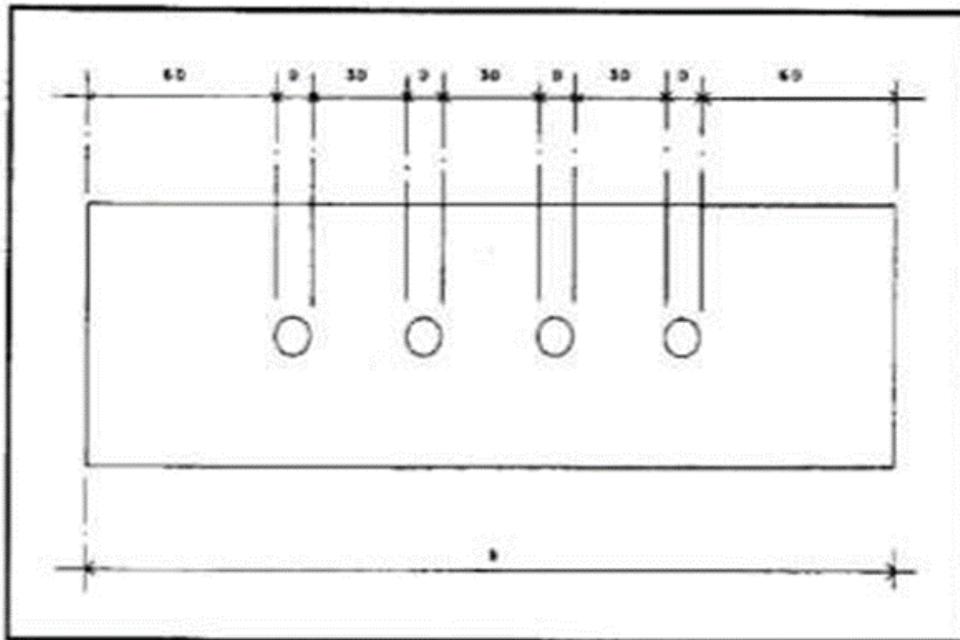
$$NA = \frac{\text{Área del diámetro calculado}}{\text{del diámetro asumido}}$$

$$NA = (D1/D2)^2 + 1$$

Para calcular la anchura de la pantalla, se supone que los orificios deben estar situados como se presenta en la Figura 23 para una distribución de agua óptima.

**Figura 6**

*Distribución de orificios – pantalla frontal*



Fuente: Agüero (1997).

El cálculo de la b, utilizando el nº de aperturas y la D de la tubería de entrada como entradas se consigue utilizando la ecuación a continuación:

$$b = 2(6D) + NA D + 3D (NA - 1)$$

Siendo:

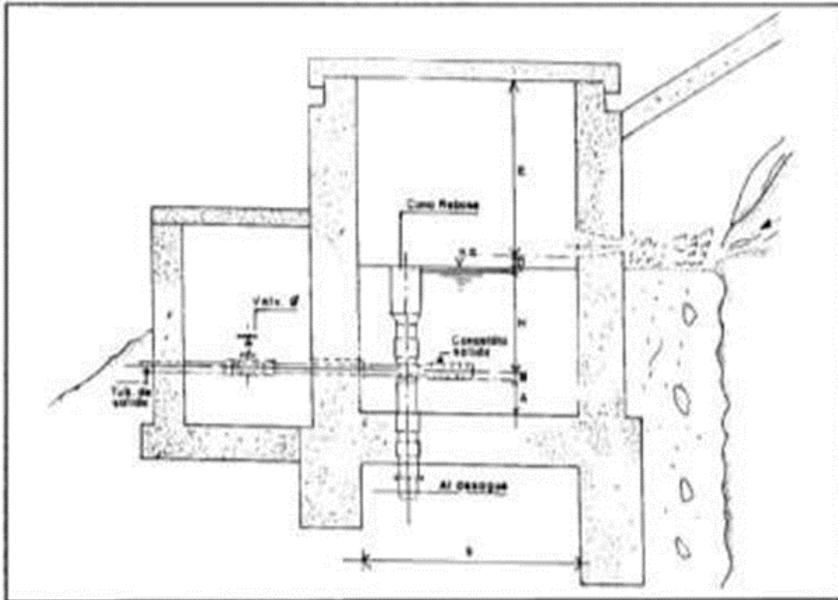
NA = Numero de orificios.

b = Ancho de la pantalla

D = Diámetro del orificio.

## Figura 7

### Altura total de la cámara húmeda



Fuente: Agüero (1997).

### - Altura de la cámara húmeda

La fórmula a continuación se utiliza para establecer la altura total de la cámara húmeda:

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

Considerando:

- E = Borde libre (10 a 30 cms.).
- D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de la cámara húmeda y afloramiento (mín. 3 cm.).
- H = Altura de agua.
- B = Mitad del diámetro de la canastilla de salida.
- A = Altura min. de 10 cm.

Para establecer la altura de la captación, es conveniente saber la carga necesaria para que el gas de salida de la captación logre fluir mediante el tubo de conducción. La carga solicitada se establece a continuación.

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

V = Velocidad promedio en la salida de la tubería de la Línea de conducción en mis.

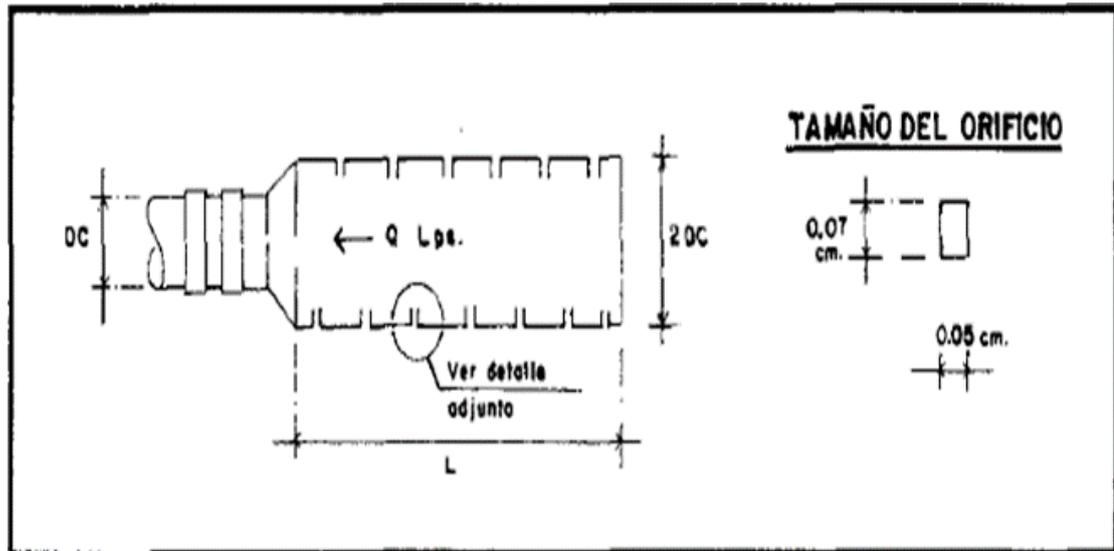
g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s<sup>2</sup>.

H = Carga requerida en m.

Es recomendable una mínima altura de 30 cm.

### Figura 8

*Canastilla de salida*



Fuente: Agüero (1997).

- Dimensionamiento de la canastilla

Se sugiere que la long. de la canastilla, sea menor que 6 Dc y sea mayor que 3 Dc; además que el área total de las ranuras, sea dos veces la tubería de la línea de conducción.

$$A_t = 2 A_c$$

Considerando:

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

Conociendo el área total de ranuras y de cada una de ellas, se establece el n° de ranuras:

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

- *Tubería de rebose y almacenamiento*

Se sugiere una inclinación del 1 al 1,5%, y el diámetro se determina a través de la fórmula de Hazen y Williams (C=140), utilizando el caudal máximo de aforo.

$$D = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h f^{0.21}}$$

Considerando que:

hf = Pérdida de carga unitaria en m/m.

D = Diámetro en pulg.

Q = Gasto máx. de la fuente en Ms.

- *Manantial de fondo y concentrado*

La anchura de la pantalla se establece por las particularidades del afloramiento, considerando que capta toda el agua que aflora del subsuelo. Los elementos que se identifican, se tienen en cuenta a la hora de establecer la altura total de la cámara húmeda.

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

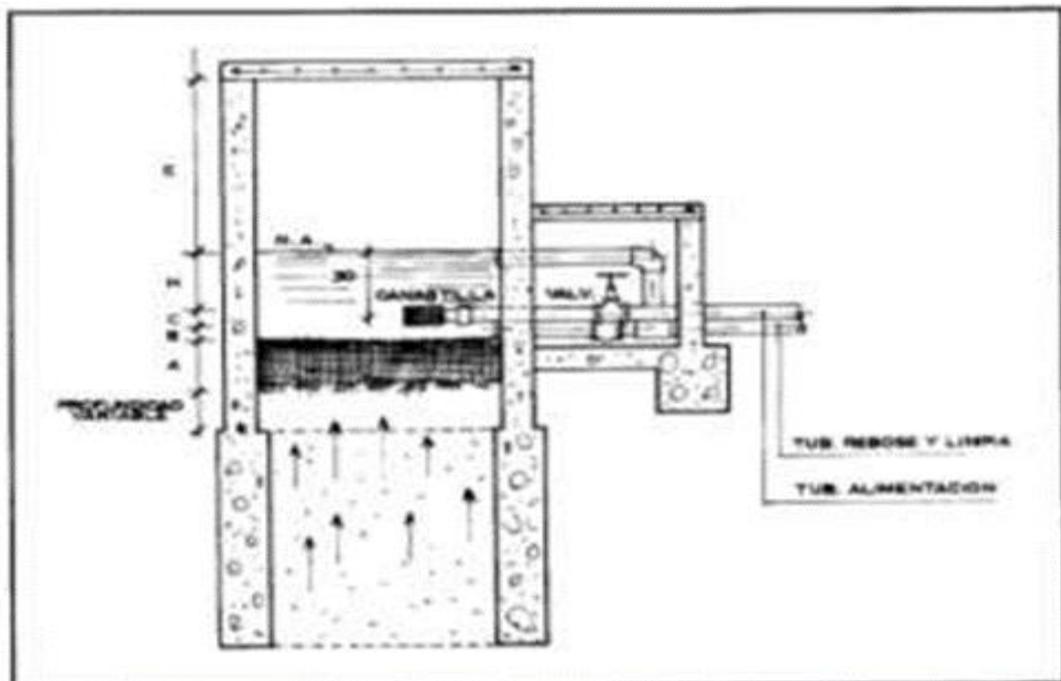
Teniendo en consideración:

- H = Altura de agua.
- A = Altura del filtro de 10 hasta 20 cm.
- E = Bordo libre de 10 hasta 30 cm.
- C = Mitad del diámetro de la canastilla de salida.
- B = Altura mínima de 10 cm.

Para establecer la altura de agua que se requiere (H), se tendrá que dimensionar la canasta de salida y calcular el diámetro de la tubería de limpia y borse. Por lo cual se emplean procedimientos semejantes de cálculo que se muestran para el diseño de un aforo de un manantial concentrado y de ladera.

### Figura 9

*Altura total de la cámara húmeda*



*Fuente: Agüero (1997).*

#### 2.3.3.1.2. Captación de aguas subterráneas

García (2009), plantea los siguientes componentes que suelen encontrarse en un sistema de aforo de agua subterránea, por ejemplo, la caseta de bombeo (contiene bomba y accesorios), la línea de impulsión (va desde la tubería del pozo hasta el reservorio), generación de energía y pozo de explotación (tubular o artesanal).

##### - *Pozo artesanal*

Este tipo de pozo se utiliza cuando el acuífero a capturar se encuentra a una profundidad de menos de 20 metros, que es la profundidad máxima que este tipo de pozo puede alcanzar (García, 2009)

Recurrentemente son pozos excavados de manera manual, que luego se refuerzan con anillos de concreto prefabricados armados o simples, que oscilan en espesor entre 10 y 5 cms en función del caso y una altura de 0,50 metros, para agilizar la manipulación.

El diámetro interno de los anillos debe ser de 1,20 metros para agilizar la entrada en el pozo con fines de mantenerlo. El pozo debe ser excavado hasta una profundidad mínima de 1,60 metros (García, 2009)

La grava debe utilizarse para rellenar el espacio entre los anillos con orificios, que actuará como material filtrante. Se recomienda que el revestimiento sobresalga del pozo, al menos 0,5 metros por encima de la superficie de la zona, impidiendo que el agua de escorrentía entre en el pozo.

##### - *Pozo tubular*

Considerando a García (2009) cuando el acuífero se halla a una profundidad superior a 20m. y el pozo está construido con equipos de perforación, se recomienda un pozo tubular o se prefiere el método de rotación versus el de percusión.

Los estudios geofísicos deben realizarse antes de perforar el pozo para determinar la ubicación y la profundidad del pozo. Estos estudios deben también proporcionar directrices acerca de la calidad del agua y aspectos a considerar en el diseño para el pozo basadas en la estratificación del terreno.

Para ejecutarlo es necesario mantener registrar la estratificación con el fin de diseñar el sistema de drenaje del pozo, así como mantener el seguimiento de las características de los filtros y la ubicación.

- *Canasta de bombeo*

García (2009) establece que la caseta de bombeo se compone del edificio que resguarda los accesorios y el equipo de bombeo.

El tablero de control, árbol hidráulico, bomba sumergible, tubo de la bomba, cable que la sostiene, son los componentes principales del equipo de bombeo que funcionará con electricidad.

El dinamo, motor y bomba con accesorios mencionados, se incluirán en el precio de una bomba de diésel o gasolina, respectivamente

El número mínimo de unidades de bombeo necesarias para el servicio alternativo por funcionamiento o mantenimiento debe ser de al menos dos unidades.

- *Generación de energía*

García (2009), plantea fuentes de energía para bombear las aguas subterráneas, así como sus gastos de referencia asociados. Encontrándose la fuente Costo 1 kw – hora (US\$), el molino de viento (no determinado), la red eléctrica 0.10, el motor diésel 0.39, el -panel solar 0.45 y el motor a gasolina 0.80.

#### 2.3.3.1.3. *Captación de canales y ríos*

Tomando en consideración a García (2009) durante el proceso de diseño que los caudales de captación suelen no

ser capaces de capturar más de 5 l/sec. Como resultado, el diseño básico va a consistir en:

El canal puede capturarse abriendo un orificio en la pared lateral del canal, el cual se regulará con una válvula o compuerta, y después se irá introduciendo un desarenador o agua, y finalmente a la línea de conducción con parrilla en la entrada del tubo (García, 2009).

Se tomará en cuenta la siguiente información, para su diseño:

- Calidad del agua (bacteriológico, físico y químico) / transporte de sedimentos.
- Derecho de uso del agua para el agua potable.
- Continuidad de conducción del agua en el canal en el año.

### ***2.3.3.2. Línea de conducción***

Es una recopilación de tuberías, estaciones de bombeo y accesorios, con el propósito de trasladar el agua desde la fuente de abastecimiento, del punto de aforo, hasta donde se halla la planta de desalinización, el tanque de regularización o de manera directa a la red de distribución, entre otros lugares (Rodríguez, 2001).

Según la localización, en relación con las obras de regularización, esta conducción puede realizarse de dos maneras: directa o indirecta a través de la fuente.

Según Agüero (1997), las tuberías se colocan normalmente de acuerdo con el perfil del terreno, excepto en situaciones donde hayan zonas rocosas insalvables, grietas, terrenos erosionables u otras condiciones; a lo largo de la ruta en las que las tuberías deben colocarse que requieran la construcción de estructuras especiales. Se pueden necesitar cámaras de ruptura, válvulas de purga, de aire y otros dispositivos que puedan instalarse en toda la línea

de conducción para mejorar el rendimiento del sistema. Cada elemento requiere un diseño adaptado a sus particularidades específicas.

Los elementos a continuación son descritos por García (2009).

#### 2.3.3.2.1. Alineamiento

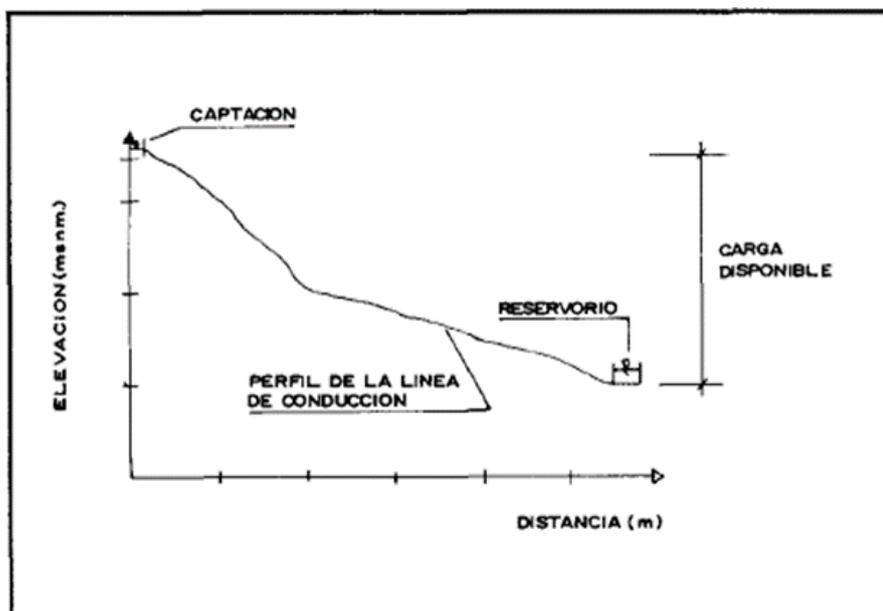
La línea de conducción poseerá un alineamiento, con el cual se pueda impedir áreas de inundaciones o deslizamientos. Aparte se deben evitar las presiones excesivas construyendo cajas de rotura de presión y evitando el uso de pesas, aunque se deben utilizar válvulas de aire si esto es inevitable.

#### 2.3.3.2.2. Carga disponible.

Esta es la diferenciación de elevaciones entre el reservorio y el aforo, siendo esta diferencia la que da lugar a la carga de diseño.

**Figura 10**

*Carga disponible en línea de conducción*



Fuente: Agüero (1997).

#### 2.3.3.2.3. Calidad de conducción

Es el caudal máximo diario que pertenece al caudal de diseño habitual. Si el agua está disponible por hora y si esta solución se justifica económicamente al comparar el costo agregado de un diámetro de tubería de mayor diámetro con el ahorro de no edificar un reservorio, finalmente se alcanzará el caudal máximo por hora. Con relación a las líneas de bombeo, el caudal de diseño se determinará por el período de impulsión por día.

#### 2.3.3.2.4. Clases de tubería

Será necesario utilizar tubería de PVC de presión (clases 15, 10, 7.5 o 5), considerando las presiones solicitadas, teniendo en cuenta que la presión de diseño tiene que ser el 80% de la presión nominal.

**Tabla 6**

*Clase de tuberías de PVC y presión de trabajo*

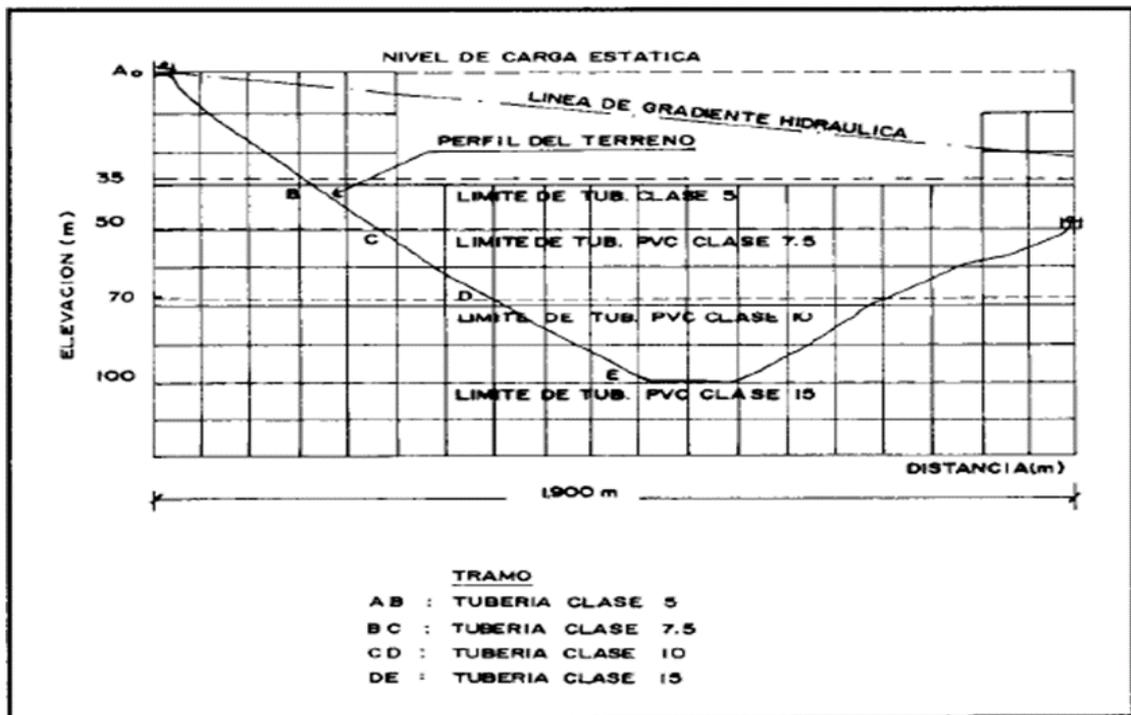
Clase	Presión máx. de prueba	Presión máx. de trabajo
15	150	100
10	105	70
7.5	75	50
5	50	35

*Fuente: Agüero (1997).*

Los sifones, pueden crear una distribución de varias tipologías de tuberías en función del perfil de presión. Por otro lado, debe ser de 2", el D mín. para la línea de conducción.

**Figura 11**

*Presión de trabajo*



*Fuente: Agüero (1997).*

#### 2.3.3.2.5. Velocidades

La min. velocidad es 0.5 m/seg y la max. es de 5 m/seg.

#### 2.3.3.2.6. Golpe de ariete

Los impedimentos de flujo continuado, como curvas bruscas o válvulas, deben evitarse en la línea de conducción que impida el ariete.

#### 2.3.3.2.7. Dilatación

La tubería debe enterrarse para impedir cambios drásticos en la temperatura de la línea, que pueden provocar inconvenientes de dilatación. En el caso de puentes, donde las tuberías están

expuestas al exterior, hay que tener en cuenta las juntas de jebe que absorban la dilatación.

#### 2.3.3.2.8. *Instalación de válvulas.*

Tendrán que ser capaces de aguantar las presiones del diseño y estar montados en cajas de concreto con tapas de metal que se aseguran para impedir que sean manipulados por personas desconocidas con el funcionamiento del sistema. Las válvulas frecuentemente utilizadas son

- De retención: Se usa en la línea de impulsión para impedir la regresión del agua, lo que provocaría el vaciado del conducto y la posibilidad de dañar la bomba.
- De aire. Se usará para excluir bolsones de aire en zonas de contrapendiente, y si no se eliminan, pueden producir cavitaciones en la tubería. Por ello, debe posicionarse en la zona más alta.
- De limpia o purga. Se usa en sifones, en la zona más baja para excluir sedimentos.
- De compuerta. Se situará al principio de la línea para impedir que el flujo de agua se interrumpa, en la situación que sea necesario el mantenimiento de la línea.

#### 2.3.3.2.9. *Cajas rompe presión*

Para iniciar un nuevo nivel estático, se deben utilizar concretos armados para eliminar la presión hasta el punto de su localización.

Según Agüero (1997), es posible generar presiones superiores al máximo que una tubería puede soportar cuando hay un gradiente significativo entre la captación y algunos puntos a lo largo de la longitud de la tubería. En consecuencia, se requiere la instalación de cámaras de presión de ruptura para disipar la energía y disminuir la presión atmosférica, evitando así, el daño a la tubería. El empleo de tuberías de clase inferior con estas estructuras permite una

reducción significativa de los costes de los sistemas de distribución de agua. Una tubería de aireación, una entrada y salida de agua y una tapa de control son los componentes necesarios.

## **2.4. PLANTA DE TRATAMIENTO**

Una planta con un filtro lento hace referencia a una caja (en mampostera, ladrillos o concreto), la cual incluye arena con un espesor de 0,7 – 1,4 m y que se llena de agua para su funcionamiento, hasta la capa sobrenadante, la cual equivale a una altura de 1 a 1,5 metros por encima de la superficie de arena (Jiang et al., 2021).

El sistema de tratamiento minimiza la cantidad de microorganismos presentes (quistes, virus y bacterias), asimismo, excluye la turbidez del agua y. Debido al lento movimiento del agua mediante el suelo, surge un procedimiento similar a la percolación del agua por medio del subsuelo.

Estos filtros llevan en uso desde el siglo XIX y han demostrado ser eficaces en una variedad de aplicaciones, lo que los convierte en uno de los procesos más eficaces, sencillos y rentables disponibles para las zonas rurales. El diseño sencillo fomenta el utilizar mano de obra de origen local y materiales, por lo que no demanda equipos especializados (Miranda, 2020).

## **2.5. RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO**

Cuando el agua proviene de la planta de captación o tratamiento, se almacena en este reservorio, antes de distribuirse mediante las redes de distribución a las conexiones de viviendas. Debido a su papel crítico en la garantía del funcionamiento hidráulico del sistema y a la prestación continua de un servicio fiable, el reservorio es esencial para satisfacer las demandas de agua proyectadas y rendimiento admisible de la fuente (Apaza, 2015).

Cuando el rendimiento aceptable de la fuente sea inferior al coste horario máximo ( $Q$  mh), el sistema de abastecimiento, necesitará un reservorio. Si el rendimiento de la fuente es mayor al  $Q$ mh, ya no se tomará en cuenta el

reservorio, y es necesario aseverar de que el D de la línea de conducción será adecuado para impulsar el rendimiento máximo por hora, que admita satisfacer las necesidades de los habitantes (Agüero, 1997).

### **2.5.1. Consideraciones básicas**

Según Agüero (1997), los factores más críticos para considerar a la hora de diseñar, son su capacidad, su localización y su tipo.

#### **2.5.1.1. Capacidad del reservorio**

Para establecer la capacidad del reservorio, es importante tomar en consideración, la compensación por las alteraciones de tiempo, las emergencias de incendio, las previsiones de las reservas para cubrir las interrupciones y daños de la línea de conducción, y el hecho de que el reservorio funciona como un componente del sistema.

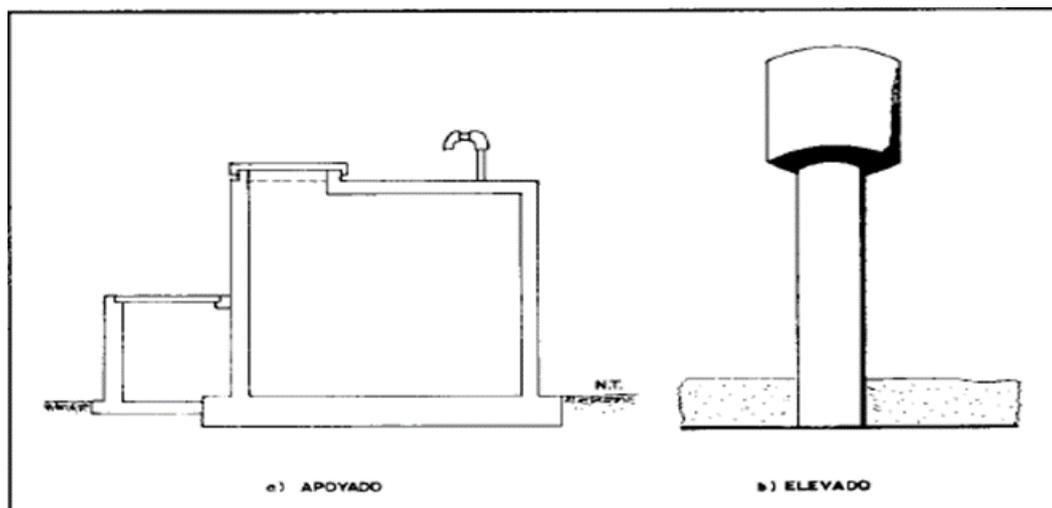
La capacidad se calcula teniendo en cuenta las variaciones horarias del consumo y posibles fallos de la línea de conducción. El reservorio debe ser suficiente para satisfacer la demanda máxima generada por el consumo, así como alguna variación en el consumo registrada todo el día. Dado que la posibilidad de que los daños en la línea de suministro mantengan una pérdida del suministro de agua, durante se van realizando las restauraciones necesarias, es prudente proporcionar un volumen agregado que permita la restauración del suministro de agua al reservorio (Sullon, 2021).

#### **2.5.1.2. Tipos de reservorio**

Los reservorios logran elevarse, apoyarse o enterrarse. Las estructuras elevadas, que suelen tener una forma esférica, cilíndrica o paralelepípedica, se construyen sobre torres, columnas o pilotes, que suelen tener una forma circular o rectangular, se construyen de manera directa sobre la superficie del suelo; y las estructuras enterradas, que suelen tener una forma rectangular, se construyen debajo.

## Figura 12

*Tipos de reservorio: apoyado y elevado (1)*



*Fuente: Agüero (1997)*

Para las capacidades medias y pequeñas, como las requeridas para los proyectos de dotación de agua potable rural, la cimentación de un reservorio que se apoya de forma cuadrada.

### **2.5.1.3. Ubicación de reservorio**

Se determina especialmente por la necesidad y la comodidad de guardar la presión dentro de los límites de servicio de la red, lo cual garantizará las presiones máx. en las casas más bajas y las mínimas en las altas.

Los reservorios pueden ser fijos o flotantes, dependiendo de su ubicación. En la primera situación, se mantienen de manera directa por la captación, que puede ser causada por la gravedad o el bombeo elevado o apoyado.

En la segunda situación, son reguladores característicos de la presión; sus presiones son mayoritariamente altas, y se distinguen por el hecho de que la salida y entrada de agua están conectadas a través del mismo tubo.

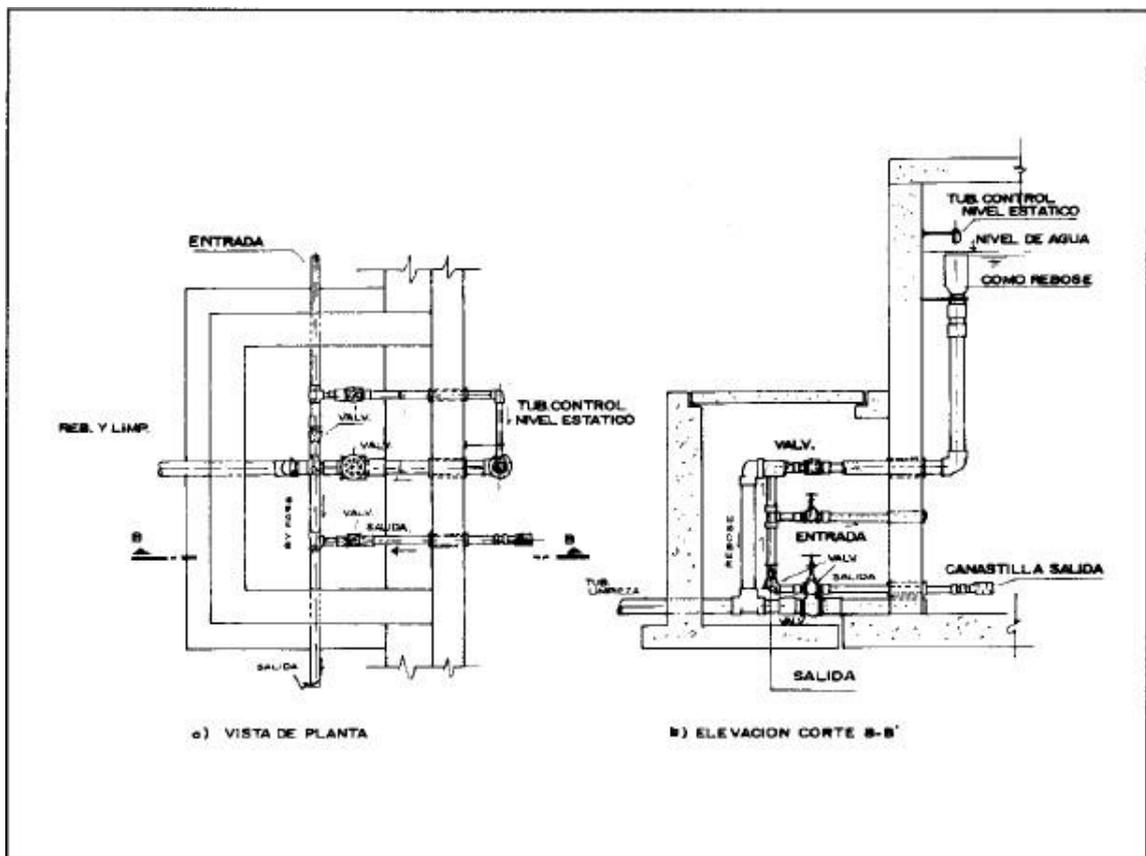
Dado la topografía de la tierra y la localización de la fuente de agua, los reservorios de almacenamiento de gran parte de los proyectos de agua potable rural están en la cabeza y por gravedad. El reservorio debe estar situado lo más cerca posible de San Antonio, pero a una altura mayor.

#### 2.5.1.4. Caseta de válvulas

Contiene las válvulas y accesorios necesarios para que el reservorio funcione correctamente, las cuales son descritas por Agüero (1997):

**Figura 13**

*Caseta de válvulas del reservorio (2)*



Fuente: Agüero (1997).

#### *2.5.1.4.1. Tubería de llegada*

El D se define por la tubería de conducción, que debe provisionarse con una válvula de compuerta de igual diámetro previo al entrar en el reservorio; también tiene que incluir un by - pas de emergencia.

#### *2.5.1.4.2. Tubería de salida*

El D debe coincidir con el de la línea de aducción, así mismo debe equiparse con una válvula compuesta para normalizar el suministro de agua.

#### *2.5.1.4.3. Tubería de limpia*

Debe contar con un D que permita limpiar el reservorio de almacenamiento en menos de dos horas. Esta tubería incluirá una válvula de compuerta.

#### *2.5.1.4.4. Tubería de rebose*

Están conectadas con descarga libre a la tubería limpia y no estarán equipadas con una válvula compuerta, admitiendo la descarga de agua.

#### *2.5.1.4.5. By-Pass*

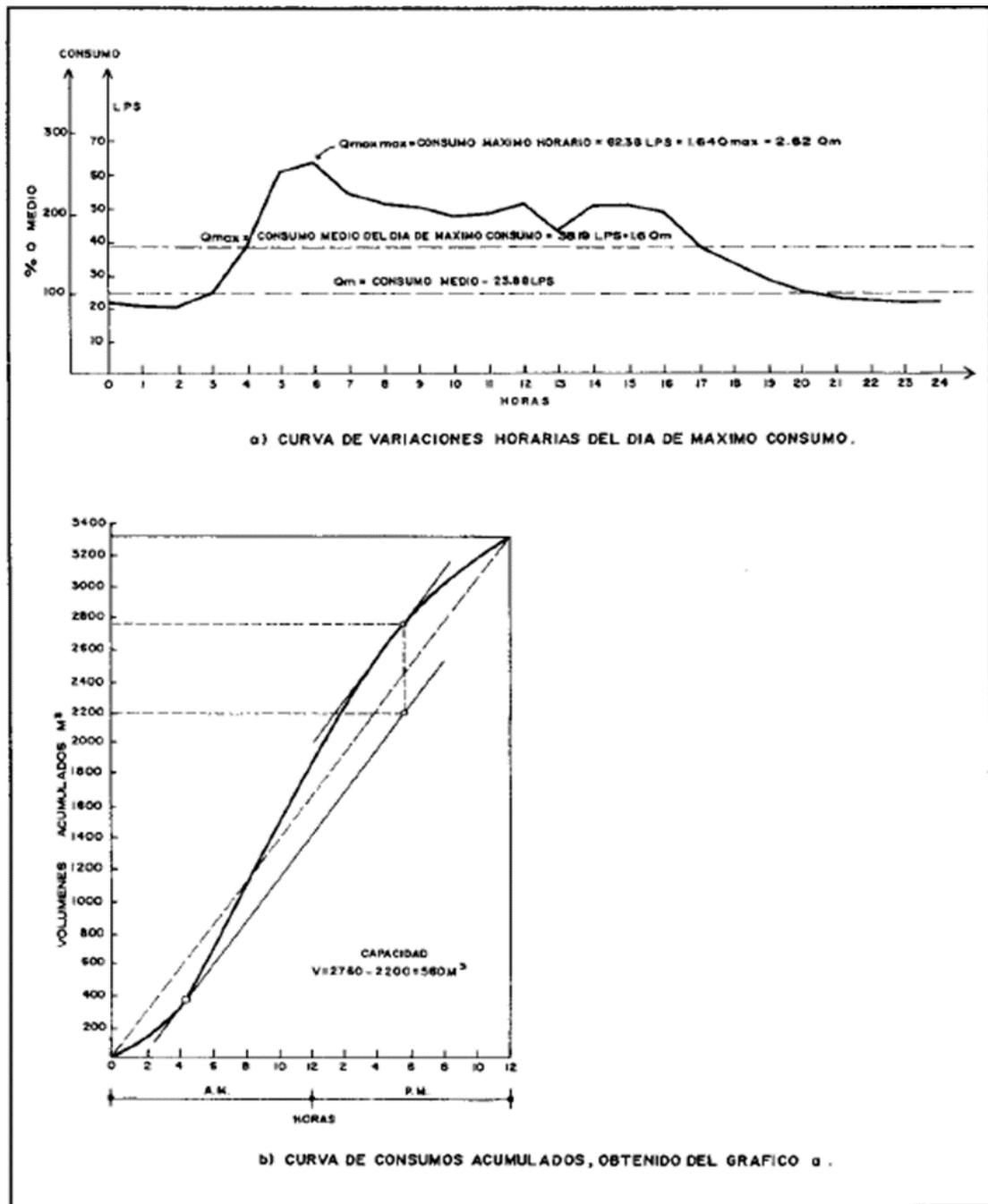
Cuando la tubería de entrada está conectada al tanque de almacenamiento, se instaurará una tubería con conexión de manera directa entre la entrada y salida. Esto garantiza que, al estar cerrada, el caudal entra en la línea de aducción. Se instala una válvula para regular y controlar el flujo de agua al reservorio para limpiarlo y mantenerlo.

### **2.5.2. Cálculo de capacidad del reservorio**

Se manejan métodos analíticos y gráficos para determinar el volumen de almacenamiento disponible. Aunque los dos primeros métodos están basados en la obtención del “consumo integral” o la “curva de masa”, considerando el consumo acumulado, para utilizar los métodos analíticos, es necesario tener datos sobre el consumo por hora, así como el caudal aprovechable de la fuente, que suele equivaler al consumo medio diario (Agüero, 1997).

No podemos utilizar los métodos mencionados en la mayor parte de las poblaciones rurales porque no hay información disponible, se puede valorar el consumo medio diario en términos anuales. El volumen de almacenamiento se calcula basándose las Normas del MINSA, basándose en la información proporcionada anteriormente, que denota que, para los proyectos de agua potable, deben considerar una capacidad de reserva desde el 25 hasta el 30% del volumen medio anual de consumo diario.

**Figura 14**  
Caseta de válvulas del reservorio



Fuente: Agüero (1997).

## **2.6. LÍNEA DE ADUCCIÓN**

Según Cárdenas y Patiño (2010), se refiere a línea del reservorio entre la entrada de la red de distribución. Por lo tanto, se consideran las siguientes recomendaciones para el diseño:

- Ubicación
- Delimitación de áreas de presión
- Tubería PVC de presión (D mínimo 2”).
- Caudal (Máximo horario (Q máx. h)
- Velocidades (Máx. 2 m/seg. y min 0.5 m/seg.)

Se instalarán las tuberías del sistema de distribución a una profundidad mínima de 0,8 m, un metro desde el borde de la acera o un tercio de la calzada, dependiendo de la ubicación. La separación entre el agua potable y las tuberías de alcantarillado de la planta será de tres metros. Es posible tener una separación de 1,5 metros en casos extremos. La tubería de agua potable debe estar al menos 0,3m. por encima de la tubería de agua alcantarillado (García, 2009).

## **2.7. RED DE DISTRIBUCIÓN**

Considerando a García (2009) esta red es responsable de suministrar agua a los clientes en cantidades suficientes y de alta calidad. No incluye equipos de extinción de incendios adicionales para las poblaciones rurales.

Esta colección de tuberías comienza en el punto de entrada del lugar y se extiende por todas las vías, siendo estas tuberías son de diferente diámetro, grifos, válvulas y otros accesorios (Agüero, 1997).

La localización del reservorio debe determinarse antes de la realización del diseño de la red de distribución para que se garantice que el agua se pueda suministrar con la presión y cantidad suficiente a los puntos de red. El diseño debe tener en cuenta los escenarios más perjudiciales, en donde se ha definido las cantidades de agua como dotaciones. Para estas condiciones, se han analizado el

diseño de la red con las variaciones del consumo, teniendo en cuenta el consumo máximo por hora ( $Q_{rnH}$ ).

El mismo autor sustenta que debe haber una presión que cumpla tanto las condiciones máximas como las mínimas para diversas circunstancias de análisis que podrían producirse. Es necesario mantener las presiones mínimas de servicio para que el agua alcance las viviendas. También, deben establecerse límites máximos de presión en la red para garantizar que no causan deterioros a las conexiones y que el servicio pueda prestarse sin causar desventajas significativas a los usuarios (parte baja).

### **2.7.1. Consideraciones de diseño**

Se considera la velocidad del agua en las tuberías y la presión para la red de distribución. Agüero (1997), sugiere un valor mínimo de velocidad de 0,6 m/s, con un valor máximo de velocidad de 3,0 m/s. Con velocidades inferiores al mínimo, se producirán fenómenos de sedimentación; y se generará el declive de accesorios y tuberías con velocidades mayores al mínimo.

Cuando se trata de la presión mínima, se determina por los requisitos domésticos, mientras que la presión máxima se determina por los requisitos de mantenimiento de la red, pues las altas presiones causan fuertes golpes de ariete y fugas. Como se recomienda en los Reglamentos Generales del MINSA, la presión estática no debe superar los 50 m. y la mínima no debe ser menor a 5 m.

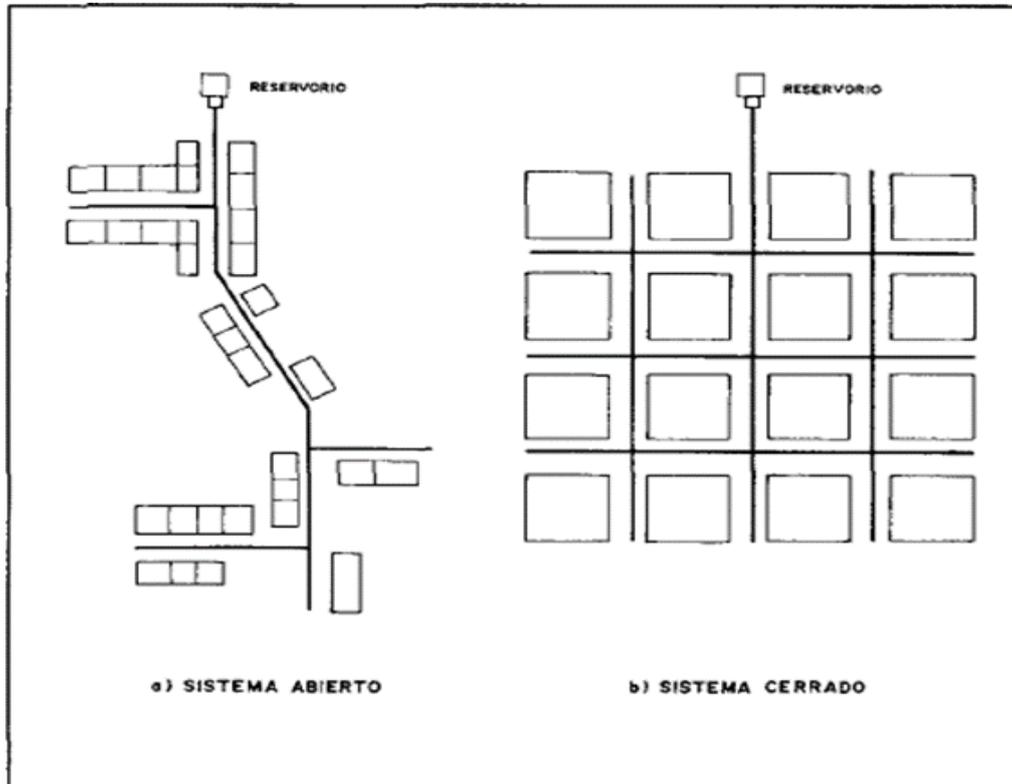
El diseño hidráulico se realiza sobre la base de estas consideraciones, siendo la tubería de PVC la que mayormente se maneja en las comunidades rurales. Por lo que el MINSA sugiere el uso de la ecuación de Hazen-Williams y Fair- Whipple.

## 2.7.2. Tipos de redes

Agüero (1997) expone y describe una clasificación de sistemas de distribución, que se distinguen por la forma de los circuitos: el sistema abierto y de circuitos cerrados (parrilla, malla, entre otros).

**Figura 15**

*Tipos de redes de distribución.*



*Fuente: Agüero (1997)*

### 2.7.2.1. Sistema abierto o ramificado

Las redes de distribución consisten en una serie de ramificaciones y una rama matriz, que están conectadas entre sí por un centro común. Un patrón de desarrollo lineal se emplea cuando la topografía hace difícil o imposible la conexión entre ramales, así como cuando las poblaciones poseen un patrón de desarrollo lineal que comúnmente sigue un río o una carretera (Carbajal, 2020).

La matriz, también conocida como tubería vital, se coloca a lo largo de una vía y es la fuente de tuberías secundarias. Como debilidad, se tiene que el flujo sólo se determina en una dirección, y si se daña, da lugar a que una porción de los habitantes quede sin servicio. Otra desventaja refiere que hay finales muertos de los ramales secundarios, lo que significa que el agua ya no circula, permaneciendo estática, lo que da lugar a la formación de sabores y olor, lo que es especialmente notable en las zonas donde las casas están más aisladas. Las válvulas de purificación deben instalarse en los extremos muertos para evitar y limpiar la contaminación del agua.

### **2.7.2.2. Sistema cerrado**

Son las redes formadas por tuberías interconectadas que constituyen la malla. Además, es eficiente, buscando mediante la conexión de tuberías para construir un circuito cerrado permitiendo un servicio continuo y eficaz. Los puntos muertos se excluyen con este sistema, y si se necesitan reparaciones de tuberías, la zona que queda sin agua podría reducirse a una cuadra, pero dependerá de dónde se instalen las válvulas. Además, suele ser económico porque los tramos se alimentan desde ambos extremos, lo que da lugar a mínimas pérdidas de carga y, en consecuencia, a diámetros más pequeños; también proporciona mayor seguridad en caso de incendio porque las válvulas que se requieren para transportar el agua desde la escena de un accidente pueden cerrarse.

En el análisis hidráulico, el método de cruce de Hardy Cross y seccionamiento, son los métodos más utilizados para este tipo de sistema, que fueron planteadas y descritas por Agüero (1997), que a continuación se expondrán de manera abreviada.

#### **- *Método de seccionamiento.***

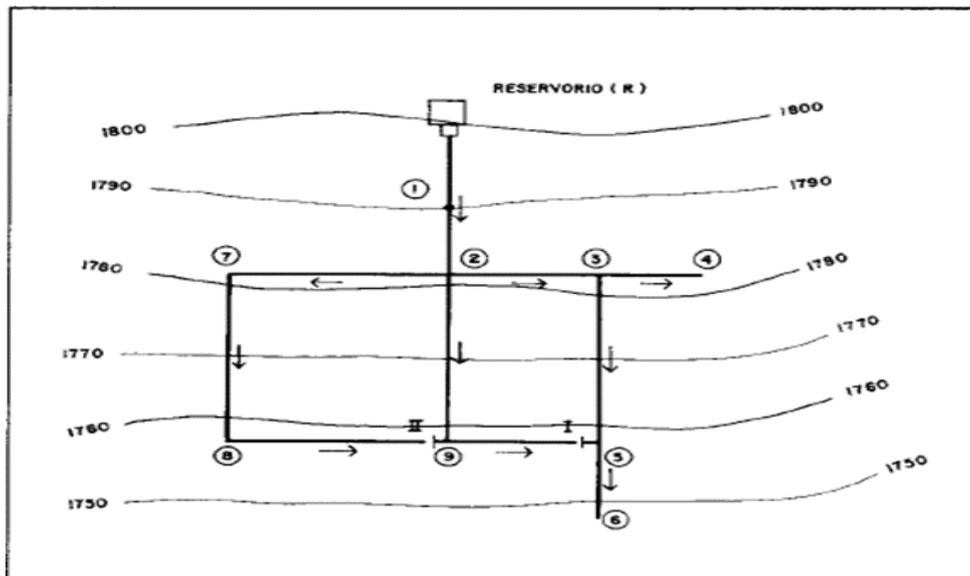
El cual se basa en cortar la red en varios puntos específicos, como que el agua fluye en una única dirección y se origina en una rama principal. Engloba la formación de anillos o circuitos, a cada uno de los cuales se asigna un número de sección; dentro

de cada circuito, se realiza una corte o segmentación, y son calculados los costes asociados a cada sección de la red abierta.

Las presiones en los puntos de corte corresponden ser idénticos, con una máxima variación del 10% de las presiones que se obtuvieron por cada nudo, para un seccionamiento ideal. Si esto no se puede verificar, el diámetro de tuberías debe aumentarse convenientemente o modificarse el método de seccionamiento.

**Figura 16**

*Seccionamiento de una red*



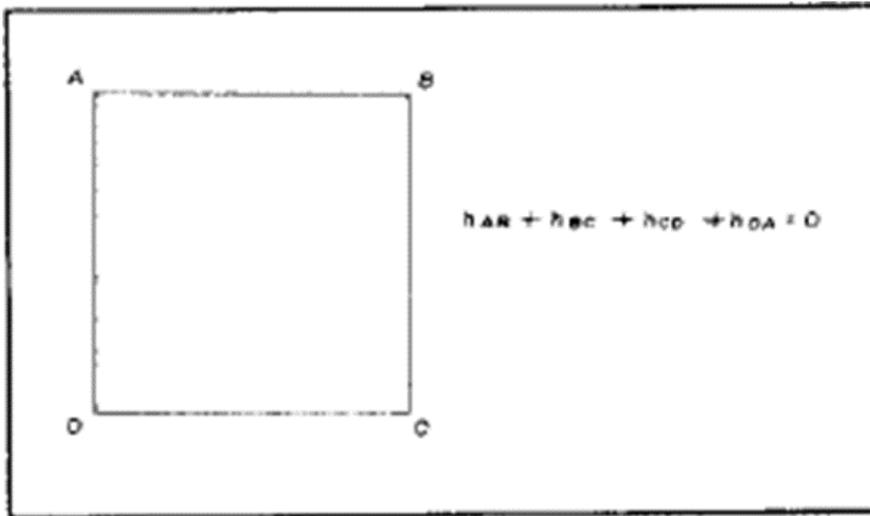
*Fuente: Agüero (1997)*

- Método de Hardy Cross

Consiste en aproximaciones o tanteos sucesivas en el que aceptamos una distribución caudal y calculamos el error de pérdida de carga para cada circuito. utilizando el error en la pérdida de carga del circuito anterior.

**Figura 17**

*Perdida de carga en circuito método Hardy Cross*

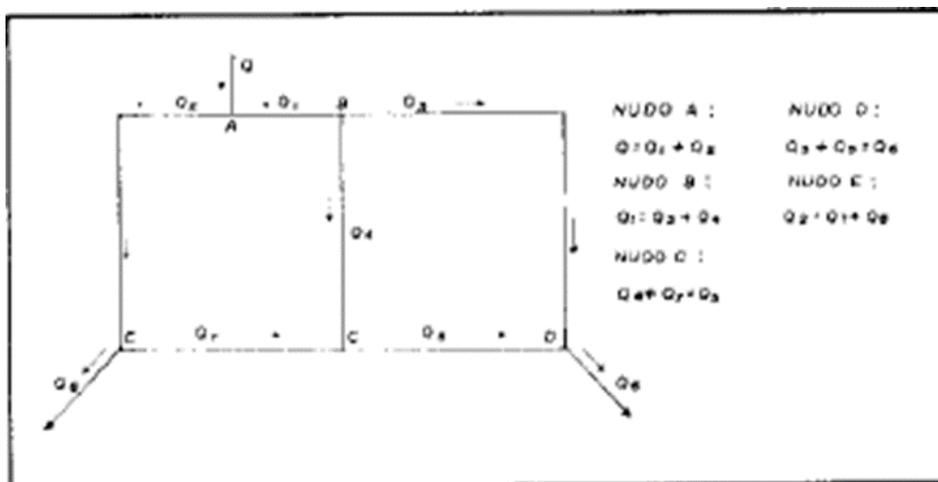


Fuente: Agüero (1997)

Cualquier tipo de malla debe cumplir los requisitos establecido. En primer lugar, los caudales asignados deben dar lugar a velocidades que cumplan con la especificación reglamentaria. La suma algebraica de pérdidas de carga del circuito tendría que ser 0; en segundo lugar, el caudal entrante en la red debe igualar el flujo saliente; y por último, la cantidad de flujo que entra y sale de un nudo, tendría que ser equivalente.

**Figura 18**

*Distribución de Hardy Cross en una malla.*



Fuente: Agüero (1997)

## **2.8. PILETAS PÚBLICAS**

De acuerdo con Gallardo y Macías (2023) Construcciones de concreto que se utilizan como punto de entrada para el servicio de agua.

- Estación de bombeo
- Línea de impulsión
- Piletas públicas.
- Red de distribución
- Reservorio de almacenamiento
- Sistema de bombeo.
- Línea de aducción

## **2.9. PERIODOS DE DISEÑO**

Rodríguez (2001) menciona que el período de diseño se establece como el de tiempo en el transcurso el que se prevé que las construcciones sean eficaces. Este periodo es inferior a la vida útil, sin incurrir en costes excesivos de operación y mantenimiento que lo hacen poco económico o que requieren su eliminación debido a su insuficiencia.

Los siguientes factores se considerarán al determinar los periodos de diseño.

- Crecimiento poblacional.
- Situación geográfica, en especial, áreas inundables.
- Capacidad económica para ejecutar obras.
- Grado de dificultad para ampliar la infraestructura.
- Vida útil de estructuras y equipos.

Al determinar la fecha de inicio del proyecto, se estimará la fecha de inicio de la recogida de información y la del proyecto. En la siguiente lista, las siete primeras mantienen un intervalo de 20 años. como diseño máximo para sistema de agua y saneamiento, mientras que la última, posee un lapso de 10 años (MVCS, 2016):

- Tuberías de distribución, impulsión y conducción.
- Planta de tratamiento de agua
- Fuente de abastecimiento
- Estación de bombeo
- Reservorio
- Pozos
- Obra de captación
- Equipos de bombeo

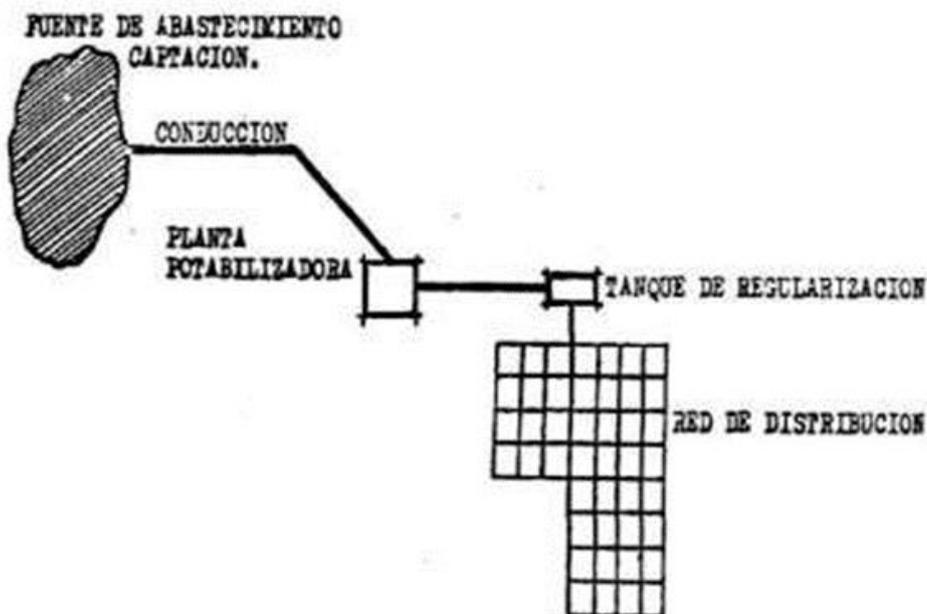
## 2.10. SISTEMA A ADOPTARSE Y JUSTIFICACIÓN

En vista de los datos fundamentales, adquiridos mediante la información de la geología, hidrología, topografía, aspectos logísticos y social; hemos determinado que la fuente actual, se halla a una cota superior a la de San

Antonio. En consecuencia, el sistema que debe adoptarse y que es el más adecuado es el sistema basado en la gravedad.

**Figura 19**

*Componentes de red de dotación de agua*



*Fuente: Rodríguez (2001)*

Se proporcionarán descripciones detalladas de cada uno de los componentes que componen el sistema más adelante.

## 2.11. PRESIONES EN LA RED DE TUBERÍAS

Según Agüero (1997), la presión en la línea de conducción corresponde a la cantidad de energía gravitacional que contiene el agua que se transporta. Se puede plasmar la ecuación de Bernoulli, en un tramo de tubería que se encuentra funcionando a tubo lleno

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

Donde:

$H_f$  = Perdida de carga producida en el tramo de 1 a 2 (m).

$Z$  = Cota del punto en base a un nivel de referencia arbitraria (m).

$V$  = Velocidad media del punto a considerar (m/s).

$P$  = Peso y presión específica del fluido (m).

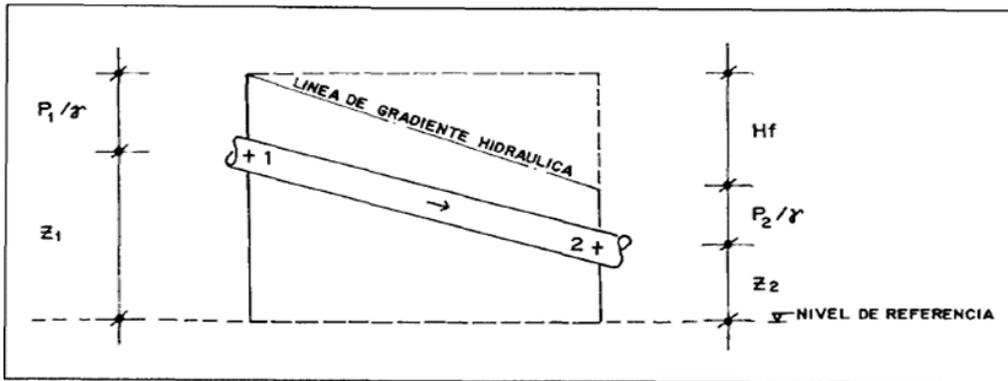
$P$  = Altura o carga de presión

Según Agüero (1997), cuando se tienen en cuenta las velocidades máximas y mínimas, se supone que la velocidad es depreciable porque la carga de velocidad mide 46 cm y 18 cm, respectivamente. Como resultado de esta consideración, la ecuación 5.9 puede escribirse como:

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + H_f$$

**Figura 20**

*Línea de gradiente hidráulica*

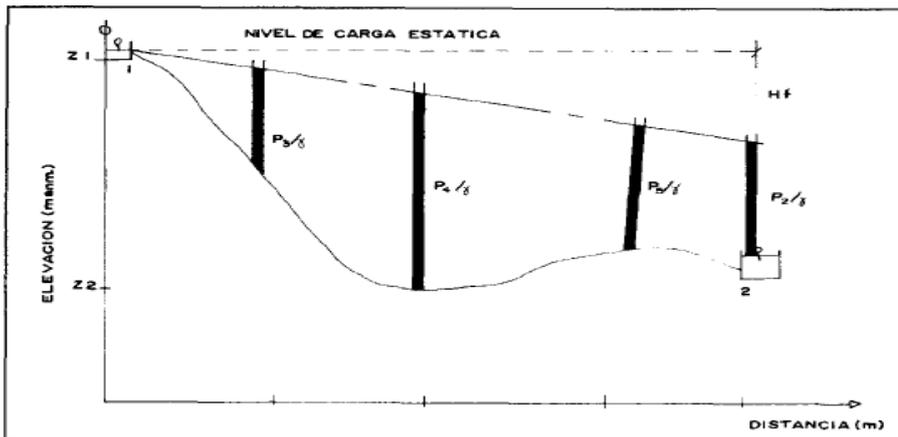


Fuente: Agüero (1997)

Se sugiere empezar por la cámara de captación. Dado que la presión es similar a la atmosférica, asumiendo que la presión de carga es cero. Cuando se considera en el diseño una cámara rompe presión como punto de partida, se aplica el mismo criterio, con el resultado de que la sección se completa al final.

**Figura 21**

*Equilibrio de presiones dinámicas*



Fuente: Agüero (1997)

### 2.11.1. Combinación de Tuberías

Agüero (1997) expone que al momento de diseñar una sección de tuberías, es viable que ningún diámetro de tubería proporcione el factor

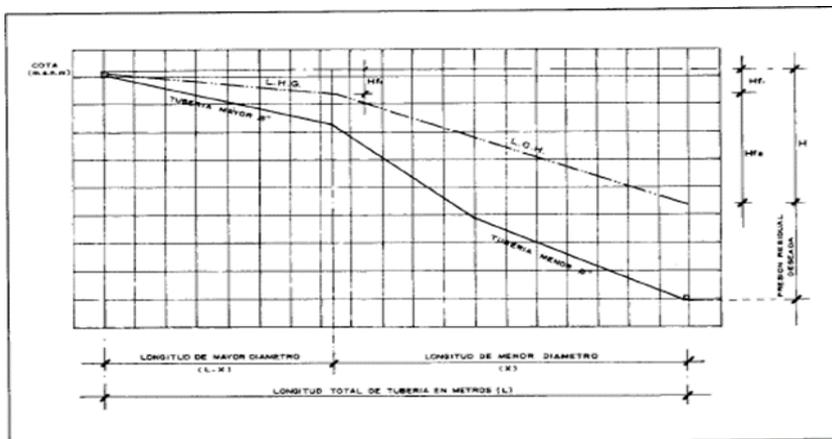
de pérdida descarga por fricción esperado. Por lo que se utilizará una combinación de D de tuberías.

Utilizando una combinación de tuberías, la línea de conducción puede diseñarse con las fortalezas de manejar las pérdidas de carga, lograr presiones aceptables y reducir significativamente los gastos del proyecto utilizando tuberías de diámetro más pequeño y, algunas veces, impedir el uso de un número mayor de cámaras de romper presión, entre otras cosas. Es necesario que cada tubería sea lo suficientemente larga como para garantizar que la suma de sus pérdidas de carga iguale la pérdida total de carga requerida (Quispe, 2021).

- L-X = Longitud de tubería del D mayor.
- $h_{f1} \times (L - X)$  = Pérdida de carga del tramo de D mayor ( $H_{f1}$ ).
- $h_{f2} \times X$  = Pérdida de carga del tramo de D menor.
- $h_{f1}$  = Pérdida de carga unitaria de la tub. de mayor D.
- L = Longitud total de tubería (m).
- $H_f$  = Pérdida de carga total deseada (m).
- X = Longitud de tubería del D menor.
- $h_{f2}$  = Pérdida de carga unitaria de la tub. de menor D.

**Figura 22**

*Perfil de la combinación de tuberías*



Fuente: Agüero (1997)

La total pérdida de carga que se desea es idéntica a la suma de pérdidas de carga en los tramos de tubería.

$$H_f = hf_{2xX} + hf_{lx}(L - X)$$

Se sustrae la Long. de la tubería de D menor (X) para obtener:

$$X = \frac{H_f - (hf_{lx}L)}{hf_2 - hf}$$

## 2.12. HIPÓTESIS.

El nuevo sistema de diseño de la red de distribución de agua potable que será tratada por medio de una planta de tratamiento de cámaras que estamos planteando, a través de una captación por una línea de conducción al reservorio mediante gravedad a los domicilios por líneas aducción que abarcará a los 70 lotes empadronados es óptimo y de eficiente funcionamiento, que abarca y cumple los parámetros hidráulicos.

## 2.13. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.

- El abastecimiento de agua potable óptimo mediante la red de D a través de una planta de tratamiento a los 70 lotes empadronados y pertenecientes al Anexo San Antonio.
- Reducción de pacientes con enfermedades gastrointestinales, infecciones parasíticas y enfermedades epidérmicas mediante información del centro de salud San Antonio.
- El diseño y funcionamiento de la red de distribución cumple con el Reglamento nacional de especificaciones.
- Los estudios que se realizan al agua se ajustan a los parámetros de calidad apta para su distribución. La total pérdida de carga que se desea es idéntica a la suma de pérdidas de carga en los tramos de tubería.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1.1. Enfoque**

Se sigue un enfoque mixto pues utiliza cálculos y operaciones matemáticas, así como métodos cualitativos de observación para el diseño de una planta de tratamiento de agua potable. Según Arispe et al. (2020) este enfoque usa métodos cuantitativos y los complementa con cualitativos, de los cuales se obtienen los resultados.

#### **3.1.2. Tipo**

Es de tipo inductivo porque se fundamentó en la adquisición de resultados y conclusiones que parten de la observación de hechos y comprensión de un problema real a través de análisis científico, de acuerdo con Medina et al. (2023) este tipo de investigación lleva a determinar inferencias verdaderas con respaldo de un método científico.

#### **3.1.3. Nivel**

Fue de nivel práctica, debido a que está orientada a contribuir con nuevos conocimientos con el fin de resolver un problema específico, en este caso diseñar una planta de tratamiento de agua potable para un sector en Lurigancho. Ñaupas et al. (2018) expone que una investigación de nivel práctica busca proponer una solución específica a problema concreto.

### 3.1.4. Diseño

El diseño es no experimental porque el estudio se desarrolla como una propuesta más no se ejecuta ni se obtiene mediciones de cómo impacta en un determinado tiempo. Asimismo, es de corte transversal porque la investigación se efectúa en un solo lapso. Al respecto Estela (2020) argumenta que una investigación no experimental, no interviene en las variables, sino que solo los observa y analiza tal cual su comportamiento.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

Comprende a todos los habitantes del centro de San Antonio. Las tasas de crecimiento en cada uno de los censos que se han realizado en el país se exponen a continuación:

**Tabla 7**

*Tasa de crecimiento poblacional en Lima, según INEI*

<b>Tasa de crecimiento aritmético en Lima</b>					
<b>Año</b>	<b>1981</b>	<b>1993</b>	<b>2007</b>	<b>2015</b>	<b>2025</b>
Nº de habitantes	4,835,793	6,434,323	8,758,889	9,904,727	11,495,599

*Fuente: INEI (2015)*

**Tabla 8**

*Tasa de crecimiento poblacional en San Antonio, según INEI*

<b>Tasa de crecimiento aritmético en San Antonio</b>					
<b>Año</b>	<b>2022</b>	<b>2019</b>	<b>2016</b>	<b>2007</b>	<b>1993</b>
Nº de habitantes	350	295	256	181	269

*Fuente: INEI (2007)*

De acuerdo con la encuesta aplicada en San Antonio se establece la densidad promedio anual para el San Antonio resulta de 3.69 hab. /vivienda. Además, se realiza el cálculo de la tasa de crecimiento de habitantes

durante el tiempo de desarrollo del proyecto, y como se puede ver, es menor a 0.00%, esto quiere decir que no se espera que los habitantes aumenten, más bien que se conservará detenida para calcular la tasa de crecimiento futura del proyecto durante el periodo de desarrollo.

### **3.2.2. Muestra**

La muestra de estudio son el número de lotes que habitan dicha población, es decir 70 predios, a cuyos jefes de hogar se les entrevistó para conocer a mayor detalle las deficiencias que tienen en el abastecimiento de agua.

## **3.3. Definiciones de variables**

### **3.3.1. Definición conceptual**

El “Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Potable” se refiere al proceso de planificación y creación de una instalación específicamente diseñada para tratar agua cruda y transformarla en agua potable idónea para el consumo humano. Este diseño implica la selección y disposición de tecnologías y procesos de tratamiento que garanticen la eliminación efectiva de contaminantes y cumplan con los estándares de calidad.

Agua potable para consumo humano se refiere al agua que se ajuste a los estándares de calidad establecidos y es segura para beber y utilizar en actividades domésticas sin implicar un peligro significativo para el bienestar. El agua potable debe cumplir con ciertos criterios de pureza y estar libre de contaminantes perjudiciales en concentraciones que puedan perjudicar la salud.

### **3.3.2. Definición operacional**

Una planta de tratamiento de agua potable es diseñada mediante la planificación y de una red de distribución óptima de cámaras de captación de agua con medición de flujo, que se depositan y almacenan garantizando el suministro a los usuarios.

El agua potable para los usuarios se propone mediante la dotación óptima para los habitantes en el que se diseña un canal para captar por estación de estiaje y precipitaciones y garantizar la dotación del reservorio al consumidor.

### 3.4. Operacionalización de variables

**Tabla 9**  
*Operacionalización de variables*

VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de Planta de Tratamiento de Agua Potable	Plantas para el tratamiento de agua potable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características del Agua Cruda</li> <li>- Normativas y Regulaciones</li> <li>- Selección de Tecnologías de Tratamiento</li> <li>- Capacidad de Producción</li> <li>- Seguridad Operativa</li> <li>- Participación Comunitaria</li> <li>- Monitoreo Continuo y Mantenimiento</li> </ul>	Nominal
	Red de distribución óptima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ubicación de las Tuberías</li> <li>- Diseño de Redes de Tuberías</li> <li>- Presión del Agua</li> <li>- Sistema de Válvulas y Conexiones</li> <li>- Control de Pérdidas de Agua</li> <li>- Zonificación</li> <li>- Capacidad de Expansión</li> <li>- Monitoreo y Automatización</li> </ul>	
	Cámaras de captación de agua con medición de flujo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de Cámaras de Captación</li> <li>- Medición de Flujo en Cámaras de Captación de Agua</li> </ul>	
	Depósito de almacenamiento que garantiza el suministro a los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de Depósito de Almacenamiento</li> <li>- Garantía de Suministro a Usuarios</li> </ul>	
Agua potable para consumo humano	Agua potable para los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño para Suministro de Agua Potable a Usuarios</li> <li>- Calidad del Agua para Consumo Humano</li> </ul>	Nominal
	Dotación óptima para los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de Dotación Óptima para Usuarios</li> <li>- Eficiencia en Dotación de Agua a Usuarios</li> </ul>	
	Canal donde se capta por estación de estiaje y precipitaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de Canal para Captación de Agua en Estación de Estiaje</li> </ul>	
	La capacidad del reservorio garantizará la dotación a los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño de Capacidad del Reservorio para Garantizar Dotación a Usuarios</li> <li>- Garantía de Dotación mediante Capacidad del Reservorio</li> </ul>	

*Fuente:* Elaboración propia

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.5.1. Técnicas**

Se usa la **observación**, se utiliza para evaluar el comportamiento del agua cruda, monitorear los procesos de tratamiento, verificar la eficiencia de los tratamientos y ajustar parámetros operativos en tiempo real. También facilita la identificación y solución de problemas, valida modelos teóricos, y monitorea factores ambientales que pueden afectar la calidad del agua. La observación constante permite una operación eficiente, garantiza la conformidad con los parámetros de calidad y favorece a la sostenibilidad a largo plazo de la planta.

**Protocolo de muestreo** es una técnica esencial en el diseño de plantas de tratamiento de agua potable. Establece procedimientos estructurados para la recopilación de muestras representativas en diversas etapas del proceso. Este protocolo orienta la evaluación de la calidad del agua cruda, valida modelos teóricos, ajusta procesos de tratamiento, garantiza el cumplimiento de normativas y estándares, y facilita el monitoreo continuo de la calidad del agua. Además, permite verificar el rendimiento del tratamiento, gestionar riesgos y contingencias, y suministra un cimiento sólido para las determinaciones operativas y de diseño basadas en datos confiables y actualizados.

#### **3.5.2. Instrumentos**

- 02 equipos de protección personal.
- .01 flexómetro de 5 metros.
- 01 flexómetro de 30 metros.
- 01 laptop para uso diario de elaboración de informes.
- 03 equipo de radio telefonía.
- 01 equipo fotográfico.
- 01 probeta de 1 000 mL.
- 01 balanza digital.
- 01 medidor multioperacional (lector de pH, T°, conductividad, sólidos y sales).

- 01 turbidímetro.
- 01 equipo de prueba de jarras.
- 

### **3.6. Técnicas e instrumentos de procesamiento de datos**

Se utilizaron programas informáticos de tratamiento de datos para introducir tanto los datos obtenidos como los resultados de los análisis de laboratorio. Las aplicaciones utilizadas fueron, Sewecad, Watercad, Autocad, Word y Excel.

## **CAPÍTULO IV. DESARROLLO Y RESULTADOS**

### **4.1. Nombre del proyecto**

El título definido fue “Modelo de planta de tratamiento de agua potable para el sector San Antonio – Lurigancho”. En este sentido, hay que tener en cuenta y definir que el título anterior se refiere al nombre inicial del proyecto, y que la tesis actual sólo estudiará y capturará soluciones para el diseño.

Mejoramiento: Por lo que la intervención del estudio tiene como objetivo mejorar los factores que contribuyen al inadecuado saneamiento y la mala calidad de servicios de agua, lo cual implicará la prestación de servicios de excelente calidad al público en general.

Servicio a otorgar: Se puede establecer una conexión entre el servicio y el propósito del gobierno local, que es proporcionar saneamiento y servicios de agua a las personas que viven principalmente en áreas rurales con altas tasas de pobreza.

El Proyecto se localiza en:

Departamento/Región	: Lima
Distrito	: Lurigancho
Localidad	: San Antonio
Área	: Rural
Altitud	: 1,455 m.s.n.m

Región Geográfica : Costa Sistema de Ubigeo: 100502

Por siguiente se presenta una la Figura 1, de San Antonio.

## Figura 23

San Antonio



Fuente: Google Earth

## 4.2. Diagnóstico actual

### 4.2.1. Antecedentes

El plan para la mejora del tratamiento de agua potable y residual, de San Antonio del distrito de Lurigancho; nació de la necesidad insatisfecha de la ciudad de un tratamiento adecuado de agua potable y residual, por lo que se pidió, mediante las autoridades municipales, que intervinieran en la mejora de esta complicación firmando un contrato interinstitucional entre el gobierno central y la Municipalidad del Distrito de Lurigancho.

Chosica actualmente no dispone agua potable que sea brindada por sedapal.

El distrito de Lurigancho-Chosica se abastece de agua potable mediante los puquios ubicados en los distritos de Santa Eulalia y Callahuanca desde el año 1941 y son almacenados y distribuidos en el reservorio de Moyopampa dentro de la jurisdicción del Distrito. Por otro lado, también se abastece de tres pozos tubulares, ubicados en la av. Guzmán y Valle.

Una de las grandes problemáticas del distrito de Lurigancho-Chosica es que tiene un déficit en abastecimiento de agua potable puesto que el distrito cuenta con 17 quebradas activas que cruza todo el distrito.

1ro. Que los trabajos realizados para las instalaciones matrices como acomedidas se realizaron en faenas de la asociación de San Antonio, no ha tenido una supervisión técnica profesional.

2do. En el año 2016 vinieron representantes del ANA (autoridad nacional del agua) para estudio de PH permitido para el consumo humano, lo cual no cumplió los estándares definidos, los cuales son 6.5 a 8.5 ph.

3ro. Se coordinó reuniones en el 2012 para un pre estudio entre la Municipalidad Distrital y el Gobierno Regional de Lima concedieron autoridad al Gobierno Regional para formular y aplicar proyectos de financiación pública de incumbencia local para la sanidad en San Antonio.

4to. La municipalidad planteó como objetivo, que se realice un estudio de prefinanciación para optimar la prestación de agua en San Antonio Lurigancho.

5to. Desarrollo del estudio definitivo y expediente técnico del proyecto "Esquema Carapongo - Ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado de los sectores 136 y 137 del distrito de Lurigancho - provincia de Lima".

#### 4.2.2. Área de estudio

Es geoespacial, incluyendo la zona afectada más el área con la fuente de agua existente y propuesta, todas las obras existentes y planificadas tales como: toma de agua, tuberías de caminos, embalses de apoyo, redes de distribución y conexiones residenciales planificadas. Asimismo, esta es la zona donde se ubicarán las estructuras propuestas del sistema de compostaje de San Antonio

#### 4.2.3. Área de influencia

Tendrá en cuenta la ubicación en donde se intervendrá, así como la población que se afectó por el problema en cuestión. El espacio geográfico dentro del que la población de San Antonio, Lurigancho, Lima, Lima; puede verse influenciada por el proyecto. En 2016, el área de influencia de afectaciones se expone a continuación:

**Tabla 10**

*Población total y densidad*

Cantidad de					
Viviendas	Centros de salud	Instituciones sociales	Instituciones educativas	Población 2022	Densidad Hab/Viv.
70	1	1	2	350	5

*Fuente:* Elaboración propia, según empadronamiento de las viviendas de febrero de 2016

Por casi el año completo se presenta un clima templado subtropical húmedo. Entre las primordiales diferentes meteorológicas, se encuentra.

##### 4.2.3.1. Temperatura.

Varía entre los 18°C y los 26°C en la parte baja y los 41C a los 16°C en la parte alta. La parte baja recibe aproximadamente 180 mm de precipitaciones, mientras que la parte alta es de 1200 mm. La temporada de lluvias dura de enero a abril y se caracteriza por precipitaciones pluviales.

#### **4.2.3.2. Geología.**

Las estructuras importantes son el río Santa Ana, que desemboca en el río Rímac, el cual también corre desde el Norte hasta el Sur y de varias quebradas que suelen ser afluentes del río, como Río Chira. Sus orígenes se remontan a la zona de la Chaclla, y su afluente, el río Sara, fluye a la Santa Ana.

En el área se presenta un dominio de piedras variadas en esquistosa y granítica, las cuales, en un proceso de alteraciones varían, que inician suelos residuales.

#### **4.2.3.3. Estratigrafía**

El suelo yacente de la zona estudiada son de tipo semiconsistentes de acceso, cuya raíz es arena arcillosa sin y con cohesión, así como de plasticidad media, y que tienen una estratificación uniforme a una profundidad de 2.00 y 4.00m prospectadas. Los suelos de la zona estudiada consisten en arena de arcilla con y sin cohesión y arena de arcilla de plasticidad media.

#### **4.2.3.4. Geomorfología**

La zona estudiada se encuentra dominada por laderas de alta y mediana pendiente. Aquellas laderas de similitud son el paso transicional hacia las lomas y depresiones. Además, obtiene superficie regular sin rasgos fisiográficos imprescindible y con pendientes bajas; también posee una cobertura de vegetación pronunciada.

## Figura 24

### Geomorfología



*Fuente:* Elaboración propia, tomada fotografía en campo

#### **4.2.3.5. Hidrografía**

La ciudad de San Antonio se encuentra dentro de la subcuenca de Lima f, que está formada por cuatro microcuencas que están interconectadas. La microcuenca de Santa Ana forma parte de la subcuenca del río La Chira, mientras que las microcuencas Cerro Azul, Mual y Los Cedros, así como la microcuenca Chacclla, que son todos ríos del río La Chira, forman parte de la subcuenca Lima.

El que se presenten las microcuencas aumenta la variedad de niveles de pisos ecológicos presentes, así como la organización social y territorial de la zona circundante.

#### **4.2.3.6. Topografía**

Como se puede ver en las imágenes, la topografía de la zona en la que se plasma San Antonio es relativamente plana; sin embargo, hay algunas localizaciones que se encuentran en áreas con leves pendientes, por ejemplo, las escasas viviendas situadas en la zona alta de San Antonio.

## Figura 25

### Topografía de San Antonio



Fuente: Elaboración propia

Aparte, hay algunas áreas con topografía poco regular en la parte superior, donde se sitúan el tanque Imhoff, línea de conducción y captación.

Una extracción topográfica de toda la superficie del proyecto. De la misma manera, la línea de dirección de la probable ruta de líneas de aducción y conducción se llevó a cabo con una anchura de 10.0 m de cinta topográfica para registrar los datos precisos para llevar a cabo la representación de las diversas características artificiales y naturales de la zona.

#### **4.2.3.7. Pendiente de talud**

Las inclinaciones de la rama de conducción de corriente son constantes en gran parte del camino, hasta llegar al reservorio. Por el contrario, los desniveles de la nueva conducción y captación, tienen taludes más agrestes que están estables en el camino, lo que será importante tener en cuenta a la hora de realizar un análisis de riesgos en este sector. Los taludes en este sector, suelen ser más inclinados que  $45^\circ$ , en gran parte de casos.

#### **4.2.3.8. Hidrogeología**

En la luz del trabajo en campo, se ha observado el comportamiento hidrológico de la zona estudiada del proyecto; como sucedió con la captación que ya existe, que es una escorrentía de ladera en el área conocida como Montalvanes, que se encuentra en la propiedad del Sr. Ricardo Montalvan Neyra. Por lo tanto, las filtraciones que se producen a lo largo de la gama montañosa fluyen internamente, aprovechando los diaclasamientos y fracturamientos del basamento rocoso hasta que llegan a un bloque más competente, lo que les exige a aflorar a la superficie.

#### **4.2.3.9. Suelo**

En la mayor parte de la zona se hallan suelos "SC", que son arenas arcillosas, "SM" que son limosas de grano medio acepción de la calicata C-7 que se ubica una "CL" arcilla de plasticidad baja entre 0.80 a 3.65 metros del área de tanque Imhoff y la C-2, que se ubica un limo de plasticidad baja en área de línea que traslada del aforo al reservorio.

Se excavaron 3 calicata en el campo a una profundidad de más de dos metros, y no se detectaron niveles freáticos en ninguna de las calicatas excavadas hasta alcanzar la profundidad. (Véase el estudio de mecánica del suelo para el proyecto, que se adjunta a este documento.)

#### **4.2.3.10. Población afectada**

Esta población se encuentra constituida por todos los habitantes del centro de San Antonio. Las tasas de crecimiento en cada uno de los censos que se han realizado en el país se exponen a continuación:

**Tabla 11**

*Tasa de crecimiento poblacional en Lima, según INEI*

<b>Tasa de crecimiento aritmético en Lima</b>					
<b>Año</b>	<b>1981</b>	<b>1993</b>	<b>2007</b>	<b>2015</b>	<b>2025</b>
Nº de habitantes	4,835,793	6,434,323	8,758,889	9,904,727	11,495,599

*Fuente: INEI (2015)*

**Tabla 12**

*Tasa de crecimiento poblacional en San Antonio, según INEI*

<b>Tasa de crecimiento aritmético en San Antonio</b>					
<b>Año</b>	<b>2022</b>	<b>2019</b>	<b>2016</b>	<b>2007</b>	<b>1993</b>
Nº de habitantes	350	295	256	181	269

*Fuente: INEI (2007)*

De acuerdo con la encuesta aplicada en San Antonio se establece la densidad promedio anual para el San Antonio resulta de 3.69 hab. /vivienda. Además, se realiza el cálculo de la tasa de crecimiento de habitantes durante el tiempo de desarrollo del proyecto, y como se puede ver, es menor a 0.00%, esto quiere decir que no se espera que los habitantes aumenten, más bien que se conservará detenida para calcular la tasa de crecimiento futura del proyecto durante el periodo de desarrollo.

#### **4.2.3.11. PEA y niveles de ingreso**

Un análisis a nivel de distrito muestra que el EAP se divide en cuatro categorías según la actividad económica: la silvicultura, la caza, la crianza de ganado y la agricultura representan el 79% del total, mientras que el 5% está dedicado al comercio y el 2% no especifica el tipo de actividad realizada.

**Tabla 13***PEA por actividad económica*

<b>Indicador</b>	<b>T</b>
Silvicultura, caza, ganadería y agricultura.	504
Reparación y comercio de Motocicletas, automòviles y vehiculos.	321
Actividad económica no especificada	179
Desocupado	159
Comunicaciones, transporte y almacenamiento	107
Hoteles y restaurantes	88
Industrias manufactureras	88
Construcción	81
Hogares con servicio	80
Enseñanza	74
Admin.pub. y defensa; p. segur.soc.afil	49
Servicios de salud y sociales	22
Otras actividades serv.comun.soc y	20
Actividades de alquiler, e inmobiliaria	16
Suministro de agua, gas y electricidad	3
Explotación de canteras y minas	2

*Fuente: INEI (2007)*

#### **4.2.3.12. Ingresos monetarios del hogar**

Según el Índice de Desarrollo Humano descrita por Arias (2013) señala que los ingresos per capita de las familias del distrito fueron de S/.194,90 al mes, la cual es una cantidad inferior a una canasta familiar básica habitante que es de S/.260 mensuales.

Por otro lado, una familia de más de tres miembros, requeriría ganar aproximadamente S/.1,040.00 al mes para satisfacer las necesidades básicas de alojamiento, educación y alimentación. Como ejemplo, en el caso del distrito, los ingresos familiares mensuales de un miembro serían insuficientes

para satisfacer incluso los requisitos básicos. Los resultados de una encuesta socioeconómica ejecutada por la consultoría, que se realizó en San Antonio en febrero de 2016, se exponen en la tabla a continuación:

**Tabla 14**

*Ingresos económicos mensual promedio por familia*

<b>Ingreso x</b>	<b>Nº de familias</b>	<b>%</b>
0 - 100 soles	8	22,2
101 - 200 soles	9	25,0
201 - 300 soles	6	16,7
301 - 400 soles	5	13,9
401 - 500 soles	3	8,3
501 - 600 soles	2	5,6
601 - 700 soles	1	2,8
701 - 800 soles	1	2,8
801 a mas	1	2,8
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>100</b>

*Fuente: INEI (2007)*

Aproximadamente el 54% de las personas de la zona de San Antonio-Lurigancho informaron de que sus ingresos mensuales por cápita son inferiores a S/.300.00 soles, según los resultados de una encuesta socioeconómica ejecutada en 2016.

#### **4.2.3.13. Economía**

Se han desarrollado actividades como la ganadería y agricultura, en el área de influencia, y estas son las primordiales fuentes de ingresos para individuos que habitan en la zona. Cuando se trata de la agricultura, se ocupan principalmente de la producción de maíz, papaya, plátano y pastos, entre otros cultivos.

#### **4.2.3.14. Ganadería**

El ganado porcino, vacuno y aves de corral se crían a una escala más pequeña en San Antonio, y se utiliza como animal transportista en la actividad comercial. Por otro lado, son utilizados para sus productos de carne y derivados.

#### **Figura 26**

*Ganado vacuno, porcino y actividad agrícola*



*Fuente:* Elaboración propia

#### **4.2.3.15. Salud**

El Centro de Salud I-1 de San Antonio, es una instalación que proporciona atención a los residentes de San Antonio. Según varios informes publicados por el Directorio Regional de Salud de Lima, de 2011 a 2015, se indica que entre las causas más comunes de morbilidad asociadas al consumo de agua no tratada están las helmintiasis, las cuales son enfermedades parasíticas, y se encuentran representadas por el 5% de todos los casos, y las enfermedades infecciosas intestinales (EII), que se encuentran generadas por parásitos, virus y bacterias (afectan la mucosa intestinal), representando el 5,8% de todos los casos. En ambos casos (enfermedades relacionadas con parásitos y enfermedades relacionadas con la EDA), los infantes de 0 a 11 años fueron afectados mayoritariamente.

**Figura 27**

*Puesto de Salud en San Antonio*



*Fuente:* Elaboración propia

#### **4.2.3.16. Educación**

San Antonio contiene una Institución Educativa para cada nivel educativo, como se presenta a continuación:

**Tabla 15**

*Instituciones Educativas*

Datos	Secundaria	Primaria	Inicial
Institución Educativa	Abraham Ramirez Montalvan	14731	179
Código local	431405	431392	431373
Código modular	0571075	0354043	0621524
Área geográfica	Rural	Rural	Rural
Nº Docentes	8	2	1
Nº Alumnos	51	22	6
Nº Secciones	5	6	3
Director(a)	Crisanto Quispe Henry	Córdova Peña Manuel Antonio	Berru Lopez Roxana Marilu

*Fuente:* INEI (2007)

Por lo general, las instituciones educativas tienen servicios básicos. La I.E. Inicial N°. 179 y la I.E. Primaria N°. 14731, por ejemplo, tienen un sistema sanitario primario con un depósito de tanque dañado y un servicio de agua entubada; ambos en un estado inadecuado de conservación. La I.E. Abraham Ramírez Montalván está equipada con un sistema de suministro de agua entubado, también un sistema de saneamiento primario que incluye un tanque de imhoff en un buen funcionamiento.

En el boletín de la Evaluación Censal de estudiantes, del MINEDU de 2007 a 2014, exponen que ningún infante del nivel primario de la I.E. de San Antonio alcanzó los resultados deseados en el razonamiento matemático y comprensión lectora, y que la gran parte de los niños están al principio de su viaje de aprendizaje, lo que refleja su bajo punto de partida. Como se encontró que, en el UGEL Lima, fue el primer factor en todos los años al principio del estudio, según los resultados.

### **4.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN**

#### **4.3.1. Descripción de la Red**

Su diseño es de tipo abierto, e incluye una captación localizada en la zona superior de San Antonio, que se sugiere para un sistema de agua potable por gravedad.

#### **4.3.2. Cálculo de la Población Futura**

Para calcular, se utilizó métodos diferentes, que se compararán con los demás para determinar cuál corresponde mejor al valor original. Pero es imprescindible determinar la tasa de crecimiento por año en San Antonio, que se consigue mediante el uso de la fórmula siguiente.

$$TCD = \left[ \left( \frac{v^{t+n}}{p^t} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] \times 100$$

Donde:

n = años transcurridos

pt = Población inicial en periodo t

pt+n = Población final en periodo t

TCD = Tasa de crecimiento demográfico

Aunque se conoce que el censo más reciente del país se realizó en 1993, continuando el 2007 y después en 2017; aún no se conocen las estadísticas respectivas. Cuando esto ocurra, se tendrán en cuenta los censos de 1993 y 2007, que corresponden a una población de 269 y 181, respectivamente, con una brecha de 14 años entre un censo y el siguiente:

$$TCD = \left[ \frac{(181)^{1/14} - 1}{269} \right] \times 100$$

$$TCD = -2.790\%$$

Analizando los datos se conoce que San Antonio está cursando un acontecimiento de decrecimiento poblacional, demostrando que la población está emigrando a Lima.

#### **4.3.2.1. Método aritmético**

$$pf = Pa - I/N$$

Donde:

N = Periodo que fija la normatividad = 20 años

I = Crecimiento anual promedio = -2,790

pf = Población futura

Pa = Población actual (último censo) = 250 habitantes

Después, se haría una estimación de la población basada en el n° de usuarios y unidades de vivienda en San Antonio, respectivamente.

$$pf = 255 - -2.79/20$$

$$Pf = 255.14\text{hab.}$$

#### 4.3.2.2. Método aritmético simplificado

Recomendado por la R.M. – 173 – VIVIENDA (MVCS, 2016).

#### 4.3.3. Dotación

Para Lossio (2012) la dotación, también conocida como consumo diario per cápita, es la porción media de agua consumida por un hogar a diario, expresadas en litros. Este consumo puede establecerse sólo mediante el uso de datos estadísticos durante un largo período de tiempo.

La dotación tendrá que estimarse en la base de “Estudios de consumo de agua para el ámbito rural”. Este documento debe ser firmado y respaldado por el ing. civil o sanitario, encargado del proyecto de construcción. Se utilizarán los valores dentro de los rangos a conmutación, si no se realiza ningún estudio (MVCS, 2016).

**Tabla 16**

*Dotación Ámbito Rural*

REGIÓN	SIN ARRASTRE HIDRAULICO	CON ARRASTRE HIDRAULICO
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d

*Fuente:* (MVCS, 2016)

El proyecto requerirá una tasa de suministro de 80 litros por hora y día. Sin embargo, hay que tener en cuenta que si tenemos una población de estudiantes, el suministro será diferente, lo que da lugar a los siguientes resultados:

Superior y Secundaria 25 l/alumno x día

- Primaria

20 l/alumno x día

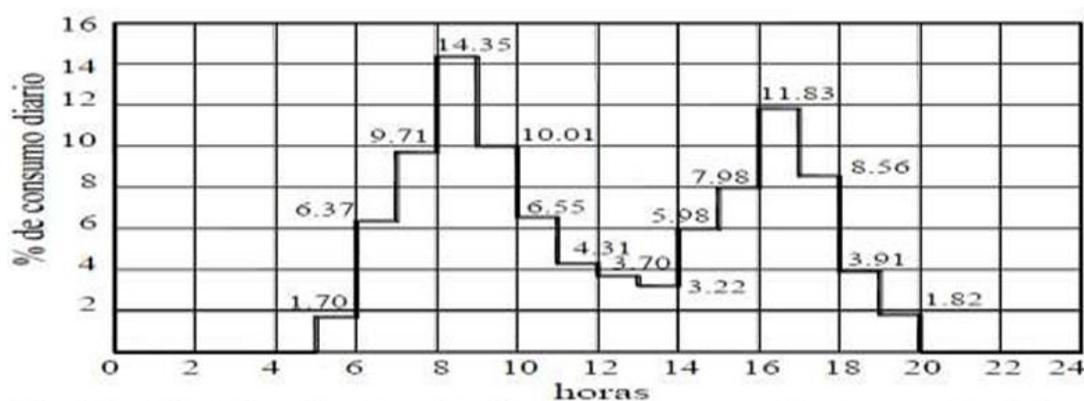
#### 4.3.4. Variaciones De Consumo

Para Lossio (2012) es posible ver variaciones mensuales, diarias y horarias en la cantidad de agua se consumió por la población. Es posible observar los días en los que el consumo está en sus puntos más bajos y altos, a lo largo de un período de tiempo.

Sólo hay algunas referencias disponibles para dimensionar los sistemas de dotación de agua rural con distribución final en el nivel de las piletas públicas que se basan en las fluctuaciones diarias del consumo. Para ello, los investigadores realizaron estudios en poblaciones rurales de la costa peruana, por lo cual, los resultados de la investigación se consideraron para desarrollar un patrón de consumo, como se expone a continuación

**Figura 28**

*Variación del consumo*



*Fuente:* Lossio (2012)

Se muestra un patrón estimado de consumo de agua por hora. Se puede ver que las horas de consumo más altas son desde las 8 hasta las 9 de la mañana y desde las 4 hasta las 5 de la tarde), con porcentajes de consumo del 14,35% y el 11,83%.

Además, esta D se ajusta a la propuesta para las zonas rurales ejecutada por el CEPIS. Esto nos refiere los coeficientes de variación del consumo k1 y k2.

#### 4.3.5. Coeficiente De Variación Diaria (K1)

El consumo máx. diario se relaciona con el promedio anual diario.

$$K1 = \frac{Qm}{Qp}$$

Siendo

Qp = Consumo promedio anual diario en l/s

Qmd = Consumo máximo diario en l/s

K1 = Coeficiente de variación diaria

$$K1 = \frac{Qmd}{Qp} = \frac{0.339}{0.261} = 1.3$$

$$Qp = \frac{\text{Población} \times \text{dotación}}{86400} = \frac{350 \times 64.43}{86400} = 0.261$$

**Tabla 17**

*Coeficiente de variación diaria*

Normas del MINSAs	K <sub>1</sub>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Normas 1964</li> <li>▪ Normas 1982               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Convencionales</li> <li>- No convencionales</li> </ul> </li> <li>▪ Investigación MINSAs</li> </ul>	<p style="text-align: center;">1.20 del Q<sub>p</sub></p> <p style="text-align: center;">1.20 a 1.50, recomendable 1.30</p> <p style="text-align: center;">Asumir caudal promedio diario anual (Q<sub>p</sub>) o caudal de rendimiento de la fuente (Q<sub>r</sub>)</p> <p style="text-align: center;">1.17 del Q<sub>p</sub></p>

Fuente: (MVCS, 2016)



#### 4.3.7. Diseño de captación

Cuando se determine el máximo caudal de la fuente, al mismo tiempo de saber la clase de superficial disponible y tomando en consideración la población y el período de diseño, podemos proceder al diseño de la captación.

$$Pd = Pix\left(1 + \frac{rxt}{100}\right)$$

Donde:

T = Período de diseño

r(%) = Índice crecimiento poblacional anual

Pd = Población de diseño

Pi = Población inicial

Tomando en cuenta a la R.M. 173 – VIVIENDA, está bien establecido que, si la tasa de crecimiento o el índice es negativo, debe tomarse como cero.

En consecuencia:

$$Pd = 256x\left(1 + \frac{0x20}{100}\right)$$

$$Pd = 256 \text{ hab.}$$

Continuando con el diseño de captura, se tiene lo siguiente:

$$V_1 = \left(\frac{2gh}{1.56}\right)^{1/2}$$

Se supone que  $h = 0,40$  m basándonos en las sugerencias de distintos autores y en sus propias experiencias personales. En consecuencia:

$$V = \left( \frac{2 \times 9.81 \times 0.40}{1.56} \right)^{1/2}$$

$$V = 2.24 \text{ m/s}$$

El valor de velocidad obtenido supera el máximo recomendado por el estándar técnico peruano, que es de 0,6 metros por segundo. En este caso, el valor de velocidad obtenido es de 0,5 metros por segundo, que es el máximo recomendado por el estándar técnico peruano.

$$h_0 = 1.56 \frac{v^2}{2a}$$

En la fórmula, el valor de la velocidad se sustituye por el valor real.

$$= 1.56 \frac{0.5^2 h_0}{2 \times 9.81}$$

$$h_0 = 0.02 \text{ m}$$

Para calcular la distancia entre la extracción y la captura, debemos determinar primero  $h_0$ , la pérdida de carga del orificio. Después, podemos hallar la pérdida total de carga, la cual permitirá establecer la distancia entre afloramiento y captación.

$$H_f = H - h_0$$

$$H_f = 0.40 - 0.02$$

$$H_f = 0.38 \text{ m}$$

En consecuencia:

$$L = Hf/0.30$$
$$L = 0.38/0.30$$
$$L = 1.27 \text{ m}$$

Luego podemos calcular el D de la tubería de interés.

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d x V}$$

En este caso,  $C_d$  es un coeficiente de descarga que puede oscilar entre 0,6 y 0,8; en este sentido, se hará uso 0,8; la velocidad ya se calculó (0.5 m/s), y A equivale a 0,8 porque es la mayor tasa de flujo posible de la fuente (0,0079m<sup>3</sup>/s),

$$A = \frac{0.0079}{0.8x0.5}$$
$$A = 0.0176 \text{ m}^2$$

Se utilizará la fórmula siguiente para hallar el diámetro del orificio.

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$
$$D = 0.15 \text{ m}$$
$$\left( \frac{4x0.0176}{\pi} \right)^{1/2} = 0.15 \text{ m}$$

Siendo análogo a D = 15 cm, lo cual equivale a 6".  
Proporcionándonos el número de orificios

$$NA = \frac{DIAMETRO\ OBTENIDO^2}{DIAMTERO\ TEORICO^2} + 1$$

Se supondrá que hay un total de 5 unidades

$$NA = \frac{7.98^2}{3.81^2} + 1$$

$$NA = 5.39$$

Tras la medición del diámetro, podemos proceder al cálculo de la anchura de la pantalla.

$$b = 2(6D) + NAD + 3D (NA - 1)$$

$$b = 2(6 \times 3.81) + 5 \times 3.81 + 3 \times 3.81(5 - 1)$$

$$b = 110.49\ cm$$

Se establecerá la altura de la cámara húmeda

Sabiendo que:

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

E = Borde libre (10 – 30 cm)

D = Desnivel mínimo 3 cm

B = ½ Diámetro de la canastilla

A = 10.00 cm como mínimo

H = Altura min. de agua que permita la velocidad de la tubería de salida.

$$V = \frac{Q_{md}}{A_c}$$

$$V = \frac{0.0009}{2.54 \times 2.54 \times \pi}$$

$$V = 0.44\ m/s$$

Posteriormente:

$$H = \frac{1.56V^2}{2g}$$
$$H = \frac{1.56 \times 0.44^2}{2.9.81}$$
$$H = 0.015 \text{ m}$$

Debido a que la altura que se calculó, es inferior a la sugerida, la altura calculada será  $H=30 \text{ cm}$ :

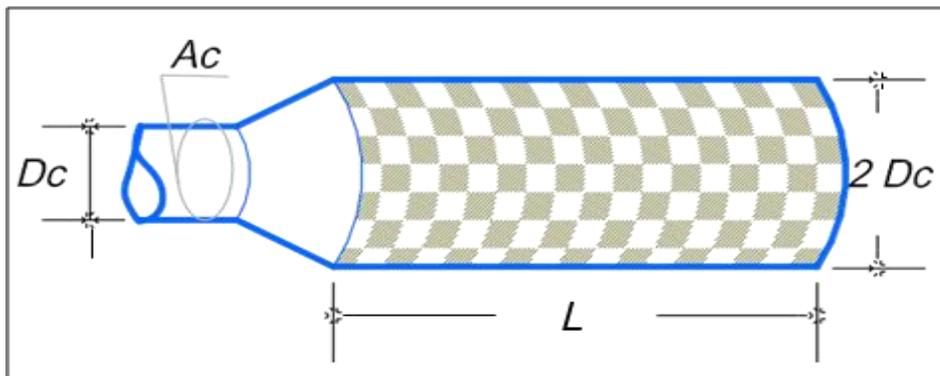
$$H_t = A + B + H + D + E$$
$$H_t = 10 + 3.81 + 30 + 3 + 30 \quad H_t = 76.81 \text{ cm}$$

Debido a que la altura es inferior, se tomará en cuenta una altura de un metro para la limpieza y el mantenimiento.

Ahora vamos a calcular cuánto será grande el cannonball.

### Figura 29

Canastilla



Fuente: Elaboración propia

Se considerará lo expuesto a continuación:

El diámetro de la tubería será el doble del de la conducción.

$$D \text{ canastilla} = 2 \times 2'' = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

Aparte se sugiere que  $3D_c < L < 6D_c$

$$L = 3 \times 2'' = 6'' = 15.24 \text{ cm}$$

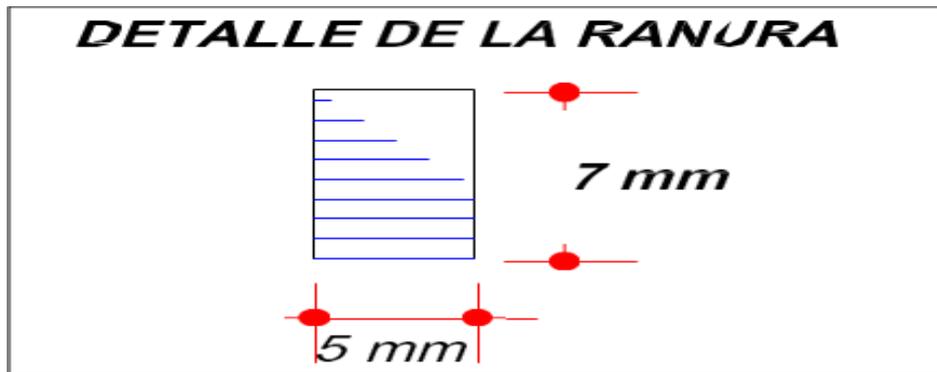
$$L = 6 \times 2'' = 12'' = 30.48 \text{ cm}$$

El L que se asumirá es de 30 cm

El área de ranura es la siguiente

**Figura 30**

*Ranura*



*Fuente:* Elaboración propia

$$AR = 0.007 \times 0.005 = 3.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Se considerará el área transversal de la tubería, que es el área de ranuras ( $A_t$ )  
 $= 2 A_c$

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

$$A_c = \frac{\pi \times 0.051^2}{4}$$

$$A_c = 2.043 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_t = 2 \times 2.043 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_t = 4.086 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

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

$$A_g = 0.5 \times 0.1016 \times 0.3$$

$$A_g = 0.0152 \text{ m}^2$$

Luego se podrá calcular:

$$N^\circ \text{ DE RANURAS} = \frac{A_t}{A_r}$$

$$N^\circ \text{ DE RANURAS} = \frac{4.086 \times 10^{-3}}{3.5 \times 10^{-5}}$$

$$N^\circ \text{ DERANURAS} = 117$$

Finalmente, la tubería de rebose se va a calcular como se observa a continuación:

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

$$D = \frac{0.71 \times 1.80^{0.38}}{0.0038^{0.21}}$$

$$D = 2.86 \text{ pulg.}$$

Se empleará un cono de rebose de cuatro pulg. para los efectos de limpieza.

#### 4.3.8. Diseño de la red de conducción

Para esto, se estará considerando los siguientes factores (MVCS, 2016).

- Velocidad mínima = 0.60 m/s.
- Cota de captación = 1423.93 m.s.n.m.
- Dotación = 80 lt./hab./día
- Longitud (L) = 604.60 m.
- Cota de reservorio uno = 1394.35 m.s.n.m.
- Velocidad máxima = 3 m/s
- Periodo de diseño = 20 años.
- Constante k2 = 2.0
- Constante k1 = 1.3
- Población futura = 256 hab.
- Dotación superior y secundaria = 25 lt/alumno x día.

Después, con esta información, procederemos al diseño, comenzando por la población de cada uno de los lotes y luego repitiendo este proceso con la población de los sectores primario y secundario.

$$Q1 = Pob \times dot / 86400$$

$$Q1 = 256 \times 80 / 86400$$

$$Q1 = 0.237 \text{ l/s}$$

$$Q2 = 38 \times 20 / 86400$$

$$Q2 = 0.0088 \text{ l/s}$$

$$Q3 = 52 \times 25 / 86400$$

$$Q3 = 0.015 \text{ l/s}$$

$$Qt = Q1 + Q2 + Q3$$

$$Qt = 0.261 \text{ l/s}$$

Además, sabemos que la ingesta máxima diaria se expresa a continuación:

$$Qmd = 1.3 \times Qt$$

$$Qmd = 1.3 \times 0.261$$

$$Qmd = 0.339 \text{ l/s}$$

El consumo máximo por hora se expresa de la siguiente manera una vez determinada la Qmd.

$$Q_{mh} = 2xQ_t$$

$$Q_{mh} = 2x0.261$$

$$Q_{mh} = 0.522 \text{ l/s}$$

Es necesario calcular la carga disponible cuando se trata de un diámetro único:

$$\text{Carga Disponible} = \text{cota captacion} - \text{cota de reservorio}$$

$$\text{Carga Disponible} = 1423.93 - 1394.35$$

$$\text{Carga Disponible} = 29.58 \text{ m.}$$

Se calculará la hf:

$$hf = \text{carga disponible}/L \quad hf = 29.58/604.60$$

$$hf = 0.0489 \text{ m/m} \quad hf = 48.9^\circ/100$$

Con los datos se obtendrá:

$$D = \frac{0.71XQ^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

$$D = \frac{0.71X0.339^{0.38}}{0.0489^{0.21}}$$

$$D = 0.89''$$

Aunque el D comercial es de 1". Mientras que García (2009) se recomienda un diámetro mínimo de 2 pulgada. Por otro lado, el MVCS (2016), sugiere un diámetro superior a 1 pulgada, y luego se elige un diámetro de 2 plg en función de varios criterios.

Pudiéndose calcular la pérdida de carga:

$$hf = \left( \frac{Qt}{2.492xD^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = \left( \frac{0.339}{2.492x2^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = 0.00086$$

Pudiendo ser:

$$Hf = Lxhf$$

$$Hf = 604.60x0.00086$$

$$Hf = 0.52m$$

Después la presión final del tramo podrá ser:

$$Cota\ piezometrica\ reservorio = cota\ cap - Hf$$

$$Cota\ piezometrica\ reservorio = 1423.93 - 0.52$$

$$Cota\ piezometrica\ reservorio = 1423.41\ m$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = cota\ piez.\ reservorio - cota\ resv.$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = 1423.41 - 1394.35$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = 29.06\ m$$

#### 4.3.9. Diseño de la red de aducción

Así que terminemos de realizar el cálculo de la red de conducción, podemos empezar a pensar en cómo diseñar la red de aducción, la cual se situará entre los dos reservorios y podrá calcularse, considerando los factores a continuación:

- Longitud (L) = 475.54 m.
- Cota de reservorio dos = 1367.84 m.s.n.m.

- Cota de reservorio uno = 1394.35 m.s.n.m.

Se calculará el consumo máximo diario, el cual se expresa a continuación:

$$Q_{md} = 1.3xQt$$

$$Q_{md} = 1.3x0.261$$

$$Q_{md} = 0.339 \text{ l/s}$$

Cuando se obtenga el Qmd, se hallará el consumo máximo que se expresa a continuación:

$$Q_{mh} = 2xQt$$

$$Q_{mh} = 2x0.261$$

$$Q_{mh} = 0.522 \text{ l/s}$$

Considerando un solo diámetro, se tendrá que realizar el cálculo para la carga disponible:

$$\text{Carga Disponible} = \text{cota reservorio 1} - \text{cota de reservorio 2}$$

$$\text{Carga Disponible} = 1394.35 - 1367.84$$

$$\text{Carga Disponible} = 26.51 \text{ m.}$$

Se calculará la pérdida de carga unitaria (hf):

$$hf = \text{carga disponible} / L \quad hf = 26.51 / 475.54$$

$$hf = 0.05575 \text{ m/m}$$

$$f = 55.75^\circ / 100$$

Con los datos previos, se obtendrá el diámetro:

$$D = \frac{0.71xQ^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

$$D = \frac{0.71x0.522^{0.38}}{0.05575^{0.21}}$$

$$D = 1.02''$$

Aunque el d comercial de la tubería es de 1,5". Mientras que García (2009) recomienda un diámetro menor de 2". Por otro lado, el MVCS (2016), sugiere un diámetro superior a 1 pulgada, y luego se elige un diámetro de 2 pulgadas en función de una serie de criterios, asimismo ha determinado que el d comercial es de 1,5 pulgadas.

Por lo que se realizará el cálculo de la pérdida de carga:

$$hf = \left( \frac{Qt}{2.492xD^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = \left( \frac{0.522}{2.492x2^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$hf = 0.0019$$

Consiste en:

$$Hf = Lxhf$$

$$Hf = 475.54x0.0019$$

$$Hf = 0.90m$$

Después, la presión final del tramo consiste en:

$$Cota\ piezometrica\ reservorio\ 1 = cota\ res.\ 1 - Hf$$

$$Cota\ piezometrica\ reservorio\ 1 = 1394.35 - 0.90$$

$$Cota\ piezometrica\ reservorio\ 1 = 1393.45\ m$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = cota\ piez.\ reservorio1 - cota\ resv\ 2.$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = 1393.45 - 1367.84$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = 25.61\ m$$

#### 4.3.10. Diseño de la red de distribución

El caudal de diseño poseerá el caudal max. por hora que calculamos anteriormente sobre  $Q_{max.h} = 0,522$  l/s. Después de obtener el valor, se podrá calcular el consumo unitario, que se expresa a continuación:

Donde:

$P_f$  = Población futura  
 $Q_{unit.}$  = Consumo unitario  
 $Q_{max.h}$  = Consumo max. horario

$$Q_{unit} = Q_{max.h} / p_f$$

$$Q_{unit.} = 0.522 / 256$$

$$Q_{unit.} = 0.00204 \text{ l/s/hab.}$$

Después se va a determinar inmediatamente el consumo unitario en cada tramo de la línea de distribución. Los valores se alcanzarán multiplicando el único caudal por la población de cada zona del campo identificada por los planos adecuados.

Como ejemplo, la siguiente figura muestra cómo se calculó el caudal unitario en cada tramo.

**Tabla 19***Gasto Por Tramo*

CALCULO DE GASTOS POR TRAMO		
TRAMOS	N° POBLACION FUTURA POR TRAMO	GASTO POR TRAMO (l/s)
reserv. 1 - VPB 2	15.00	0.03
VPB2 - VPA2	0.00	0.00
VPA2 - VPB3	0.00	0.00
VPB3 - VPA3	4.00	0.01
VPA3	4.00	0.01
CRPN°1	63.00	0.13
CRPN°1 - A	7.00	0.01
ramal 1		
A - B	48.00	0.10
ramal 2		
A - C	59.00	0.12
ramal 3		
C - D	11.00	0.02
C - CRPN°2	26.00	0.05
CRPN°2 - E	15.00	0.03

*Fuente:* Elaboración propia

Después de realizar el cálculo de gastos por tramo, se continúa calculando la velocidad, continuación:

$$V = 1.9735 Q_{\text{diseño}}/D^2$$

Las velocidades son expuestas a continuación.

**Tabla 20***Red de Distribución*

RESUMEN DE CALCULO RED DE DISTRIBUCION					
TRAMO (m)	caudal (l/s)		longitud (m)	diametro (pulg)	velocidad (m/s)
	tramo	diseño			
reserv. 1 - VPB 2	0.031	0.51	215.80	2.00	1.0
VPB2 - VPA2	0.000	0.48	102.20	2.00	1.0
VPA2 - VPB3	0.000	0.48	20.35	2.00	1.0
VPB3 - VPA3	0.008	0.48	29.25	2.00	1.0
VPA3	0.008	0.48	107.94	2.00	0.9
CRPN°1	0.129	0.47	260.00	2.00	0.9
CRPN°1 - A	0.014	0.34	42.12	2.00	0.7
ramal 1					
A - B	0.098	0.32	65.35	1.50	0.6
ramal 2					
A - C	0.120	0.23	90.69	1.50	0.8
ramal 3					
C - D	0.022	0.11	27.15	1.50	0.8
C - CRPN°2	0.053	0.08	112.85	1.50	0.7
CRPN°2 - E	0.031	0.03	134.78	1.50	0.5

*Fuente:* Elaboración propia

Debe tenerse en cuenta que, de acuerdo con la normativa correspondiente, la velocidad max. debe ser de 3 m/s y la min. debe ser de 0,5 m/s. Como observa en la tabla anterior, cumplimos con estos requisitos.

Después se procederá a hallar las pérdidas de carga en cada tramo

**Tabla 21***Pérdida de Carga*

PERDIDA DE CARGA	
UNIT °/00	tramo (m)
53.93	11.64
3.07	0.31
3.07	0.06
3.07	0.09
2.97	0.32
2.88	0.75
1.59	0.07
42.72	2.79
21.97	1.99
5.40	0.147
0.02	0.002
0.075	0.010

*Fuente:* Elaboración propia

Después de calcularlo, se comprueba si las presiones son convenientes. Asimismo, se debe considerar que la presión max. será de 50 metros y la min. será de 10 metros. Los parámetros a continuación se deben cumplir.

**Tabla 22***Cotas y Presión*

COTA PIEZOMETRICA m.s.n.m		COTA DEL TERRENO (m.s.n.m)		PRESION (m)	
inicial	final	inicial	final	inicial	final
1394.35	1382.71	1394.35	1364.80	0.00	17.91
1382.71	1394.04	1364.80	1375.15	17.91	18.89
1394.04	1394.29	1375.15	1374.05	18.89	20.24
1394.29	1394.26	1374.05	1378.95	20.24	15.31
1394.26	1394.03	1378.95	1367.84	15.31	26.19
1367.84	1367.09	1367.84	1319.50	0.00	47.59
1367.09	1367.77	1319.50	1317.80	47.59	49.97
1367.77	1364.98	1317.80	1317.50	49.97	47.48
1367.77	1365.78	1317.80	1316.04	49.97	49.74
1365.78	1365.63	1316.04	1315.14	49.74	49.87
1365.78	1316.04	1316.04	1292.32	49.74	23.72
1316.04	1316.03	1292.32	1274.73	23.72	41.30

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.3.11. Distribución de gastos en nodos

**Tabla 23**

*Gastos en nodos en tramo de línea de distribución*

DEMANDA EN CADA NODO				
NODO	TRAMOS CONCURRENTES		DEMANDA (L/S)	DEMANDA TOTAL (L/S)
J32	J31 - J32	P34	0.001	0.012
	J32 - J33	P35	0.011	
J33	J33 - J32	P35	0.011	0.011
J34	J31 - J34	P36	0.015	0.017
	J34 - J35	P37	0.001	
	J34 - J37	P39	0.001	
J35	J34 - J35	P37	0.001	0.003
	J35 - J36	P38	0.002	
J36	J35 - J36	P38	0.002	0.002
J37	J34 - J37	P39	0.001	0.003
	J37 - J38	P40	0.002	
J38	J37 - J38	P40	0.002	0.004
	J38 - J39	P41	0.002	
J39	J38 - J39	P41	0.002	0.005
	J39 - J40	P42	0.003	
J40	J39 - J40	P42	0.003	0.003
	J40 - J41	P43	0.000	
J41	J40 - J41	P43	0.000	0.001
	J41 - J42	P44	0.001	
J42	J41 - J42	P44	0.001	0.001
	J42 - J43	P45	0.000	
J43	J42 - J43	P45	0.000	0.001
	J43 - J44	P46	0.001	
J44	J43 - J44	P46	0.001	0.003
	J44 - J45	P47	0.002	
J45	J44 - J45	P47	0.002	0.002

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 24***Gastos en nodos en tramo – reducción de 2”- 1.5”*

DEMANDA EN CADA NODO				
NODO	TRAMOS CONCURRENTES		DEMANDA (L/S)	DEMANDA TOTAL (L/S)
J14	R2 - J14	P16	0.004	0.004
	J14 - J15	P17	0.000	
J15	J14 - J15	P17	0.000	0.001
	J15 - J16	P18	0.001	
J16	J15 - J16	P18	0.001	0.001
	J16 - J17	P19	0.000	
J17	J16 - J17	P19	0.000	0.001
	J17 - J18	P20	0.001	
J18	J17 - J18	P20	0.001	0.006
	J18 - J19	P21	0.006	
J19	J18 - J19	P21	0.006	0.006
	J19 - J20	P22	0.000	
J20	J19 - J20	P22	0.000	0.000
	J20 - J21	P23	0.000	
J21	J20 - J21	P23	0.000	0.000
	J21 - J22	P24	0.000	
J22	J21 - J22	P24	0.000	0.000
	J22 - J23	P25	0.000	
J23	J22 - J23	P25	0.000	0.002
	J23 - J24	P26	0.002	
J24	J23 - J24	P26	0.002	0.002
	J24 - J25	P27	0.000	
J25	J24 - J25	P27	0.000	0.000
	J25 - J26	P28	0.000	
J26	J25 - J26	P28	0.000	0.003
	J26 - J27	P29	0.003	
J27	J26 - J27	P29	0.003	0.003
	J27 - J28	P30	0.000	
J28	J27 - J28	P30	0.000	0.001
	J28 - J29	P31	0.001	
J29	J28 - J29	P31	0.001	0.001
	J29 - J30	P32	0.000	
J30	J29 - J30	P32	0.000	0.001
	J30 - J31	P33	0.001	
J31	J30 - J31	P33	0.001	0.017
	J31 - J32	P34	0.001	
	J31 - J34	P36	0.015	

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 25**

Gasto en nodos en tramo reservorio 1

DEMANDA EN CADA NODO				
NODO	TRAMOS CONCURRENTES		DEMANDA (L/S)	DEMANDA TOTAL (L/S)
J9	J9 - R1	P10	0.000	0.004
	J9 - J10	P11	0.004	
J10	J9 - J10	P11	0.004	0.004
	J10 - J11	P12	0.000	
J11	J10 - J11	P12	0.000	0.000
	J11 - J12	P13	0.000	
J12	J11 - J12	P13	0.000	0.001
	J12 - J13	P14	0.001	
J13	J12 - J13	P14	0.001	0.002
	J13 - R2	P15	0.001	

*Fuente:* Elaboración propia**Tabla 26**

Gastos en nodos en el tramo de aforo – reservorio 1

DEMANDA EN CADA NODO				
NODO	TRAMOS CONCURRENTES		DEMANDA (L/S)	DEMANDA TOTAL (L/S)
J1	CAP - J1	P1	0.000	0.000
	J1 - J2	P2	0.000	
J2	J1 - J2	P2	0.000	0.000
	J2 - J3	P3	0.000	
J3	J2 - J3	P3	0.000	0.000
	J3 - J4	P4	0.000	
J4	J3 - J4	P4	0.000	0.000
	J4 - J5	P5	0.000	
J5	J4 - J5	P5	0.000	0.000
	J5 - J6	P6	0.000	
J6	J5 - J6	P6	0.000	0.000
	J6 - J7	P7	0.000	
J7	J6 - J7	P7	0.000	0.000
	J7 - J8	P8	0.000	
J8	J7 - J8	P8	0.000	0.000
	J8 - R1	P9	0.000	

*Fuente:* Elaboración propia

#### 4.3.12. Cálculo de la red mediante software WaterCad

Después de completados los cálculos, procederemos a comprobar que están correctos, utilizando el software WaterCad 10.00.0050, el cual da la oportunidad de las redes de presión puedan ser analizadas, modeladas y gestionadas. Accediendo a diseñar de forma eficiente las redes por las que circula el agua. Esto nos permitirá realizar una simulación hidráulica de un modelo computacional.

También permitirá que los proyectos puedan ser económicos y rentables.

#### Figura 31

##### *Inicio De Programa*



*Fuente:* Elaboración propia

La creación de un nuevo proyecto será nuestra primera orden de negocio una vez que hemos lanzado el programa. Si elegimos hacerlo en este punto, podemos introducir el título del proyecto en una carpeta, en la cual se guardarán cada uno de los resultados producidos por el programa.



Después de importar la planta de trabajo y dibujar las tuberías y nodos, procedemos a introducir los diámetros de cada nodo y tubería. Además, se introducen los diámetros de las tuberías, así como las alturas y longitudes de cada una.

**Figura 34**

*Ingreso De Diámetros, Longitud*

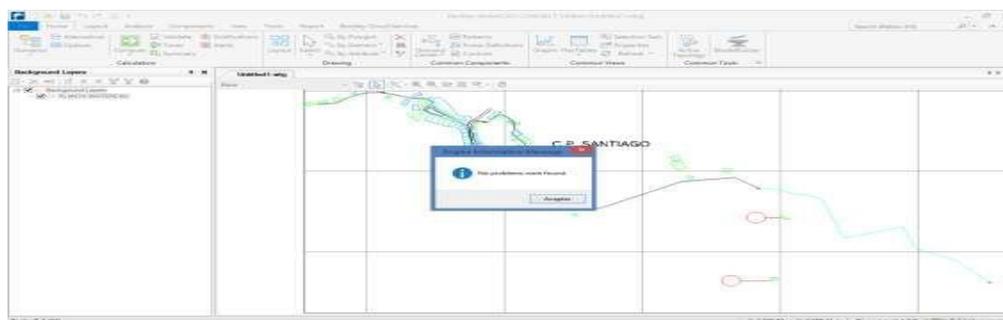
ID	Label	Length (m)	Start Node	End Node	Diameter (mm)	Material	Hydro-Station	Flow Class
75-P-1		34.14	75-1	75-2	100.0	PA6	100.0	
75-P-2		47.23	75-2	75-3	100.0	PA6	100.0	
75-P-3		66.20	75-3	75-4	100.0	PA6	100.0	
75-P-4		40.20	75-4	75-5	100.0	PA6	100.0	
75-P-5		6.14	75-5	75-6	100.0	PA6	100.0	
75-P-6		111.16	75-6	75-7	100.0	PA6	100.0	
75-P-7		20.11	75-7	75-8	100.0	PA6	100.0	
75-P-8		27.16	75-8	75-9	100.0	PA6	100.0	
75-P-9		28.12	75-9	75-10	100.0	PA6	100.0	
75-P-10		40.20	75-10	75-11	100.0	PA6	100.0	
75-P-11		20.11	75-11	75-12	100.0	PA6	100.0	
75-P-12		40.20	75-12	75-13	100.0	PA6	100.0	
75-P-13		4.10	75-13	75-14	100.0	PA6	100.0	
75-P-14		11.10	75-14	75-15	100.0	PA6	100.0	
75-P-15		4.10	75-15	75-16	100.0	PA6	100.0	
75-P-16		6.10	75-16	75-17	100.0	PA6	100.0	
75-P-17		8.10	75-17	75-18	100.0	PA6	100.0	
75-P-18		28.10	75-18	75-19	100.0	PA6	100.0	
75-P-19		1.10	75-19	75-20	100.0	PA6	100.0	
75-P-20		20.10	75-20	75-21	100.0	PA6	100.0	
75-P-21		7.10	75-21	75-22	100.0	PA6	100.0	
75-P-22		17.10	75-22	75-23	100.0	PA6	100.0	
75-P-23		6.10	75-23	75-24	100.0	PA6	100.0	
75-P-24		8.10	75-24	75-25	100.0	PA6	100.0	
75-P-25		8.10	75-25	75-26	100.0	PA6	100.0	
75-P-26		11.10	75-26	75-27	100.0	PA6	100.0	
75-P-27		10.10	75-27	75-28	100.0	PA6	100.0	
75-P-28		6.10	75-28	75-29	100.0	PA6	100.0	
75-P-29		17.10	75-29	75-30	100.0	PA6	100.0	
75-P-30		11.10	75-30	75-31	100.0	PA6	100.0	
75-P-31		11.10	75-31	75-32	100.0	PA6	100.0	

*Fuente: Elaboración propia*

Después de haber completado todos los pasos, procederemos a ejecutar el programa, que le alertará si ha fallado en introducir cualquier dato, y de lo contrario mostrará un mensaje que indica que la operación fue exitosa.

**Figura 35**

*Corrida Exitosa De Watercad*

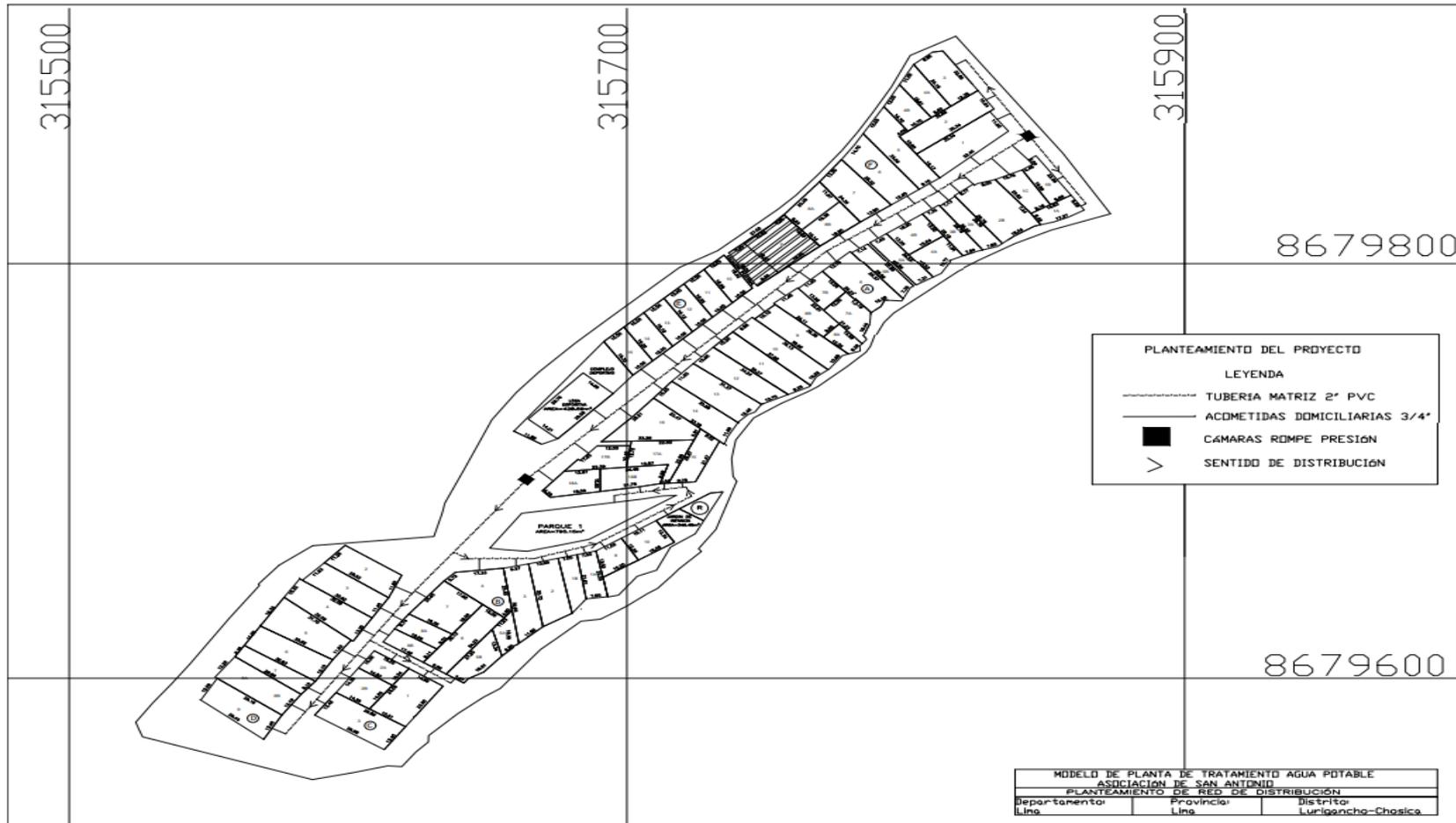


*Fuente: Elaboración propia*

Después, el programa permite exportar los datos en formato DXF, donde se pueden ver y manipular los resultados.

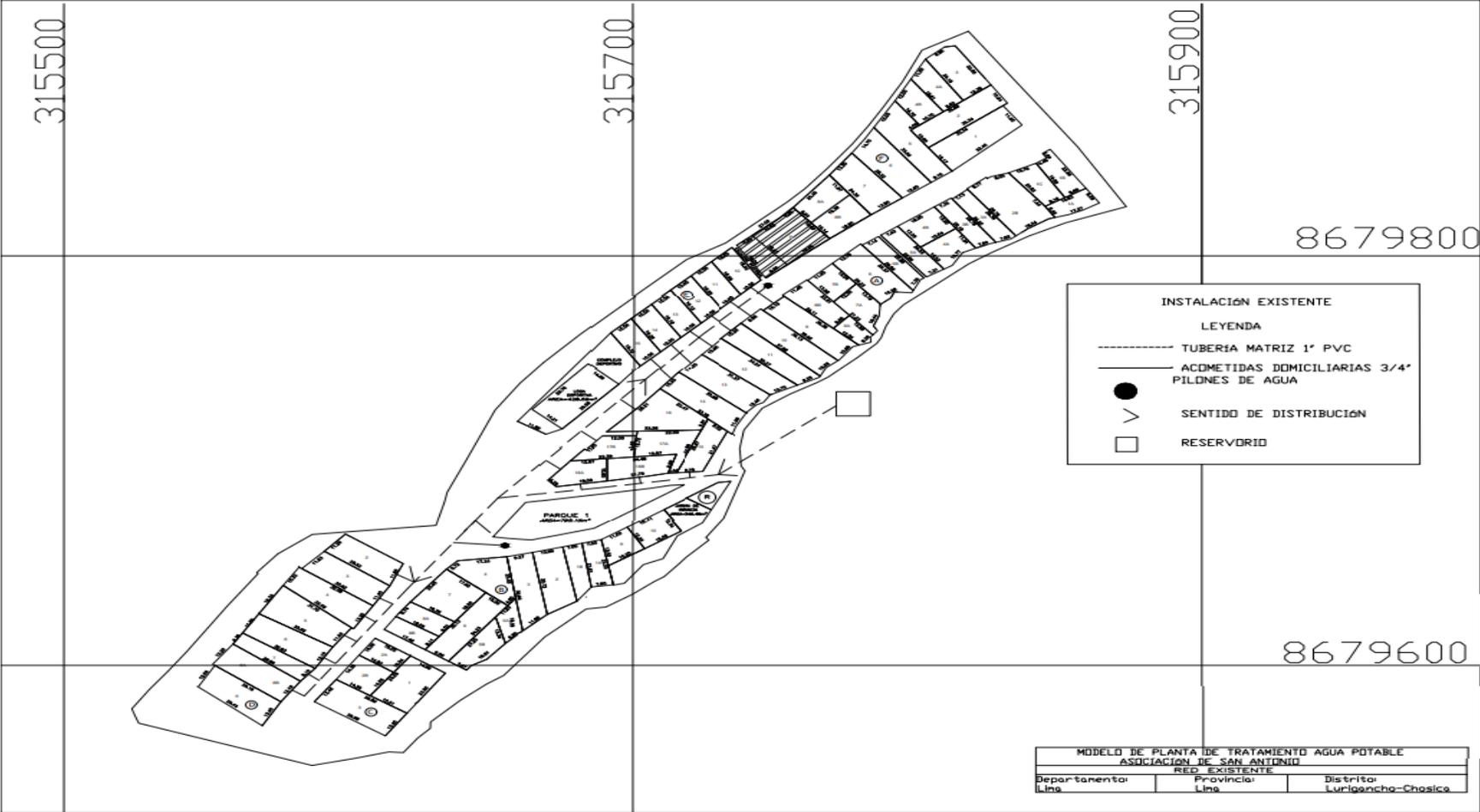
Figura 36

Proyecto de Red de Distribución



Fuente: Elaboración propia

**Figura 37**  
**Red Existente**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. DISEÑO DE VÁLVULA DE PURGA DE BARRO

Esta válvula, como la de aire, están diseñadas basadas en los requerimientos de la normativa nacional de edificios establecidos en el estándar OS010, que sugiere que el D de esta válvula sea menor al diámetro de la tubería que va a servir. Por otro lado, debe estar protegida por una cámara que pueda garantizar la correcta operación y vida útil de la válvula. Por lo que se utilizará la “Practica Americana”:

$$d = D/6$$

$$d = 2/8$$

$$d = 0.33''$$

Donde la tubería sea de 2”, se atribuyen válvulas de purga de barro de 1” en el tramo

#### 4.5. DISEÑO DE VÁLVULA DE PURGA DE AIRE

Al diseñar adecuadamente la válvula de purga del aire, es necesario entender que cumple una función de ventosa que apoya a la tubería a echar el aire que puede encontrarse y acumularse, siendo por un perfil del terreno o por otros medios. Las siguientes fórmulas se emplean para su diseño.

$$q = CaxAx(2xgxm)0.5$$

$$A = Q/Cax(2xgxm)0.5$$

$$d = ((4xQ) / \pi x Cax(2xgxm)0.5)0.5$$

Considerando que:

$$T^{\circ} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$Ca = 0.0183$$

$$G = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$Q = 0.004 \text{ l/s}$$

$$h = 17.74 \text{ m}$$

Por lo que se procederá a calcular el diámetro de la válvula, por medio de las formula:

$$d = ((4xQ) / \pi x Cax(2xg x h)^{0.5})^{0.5}$$
$$d = ((4x0.004) / \pi x 0.0183x(2x9.81x17.74)^{0.5})^{0.5}$$
$$d = 0.12"$$

Para comprobar si el diámetro que se calculó es adecuado, se comprueba el área conveniente.

$$A = Q / Cax(2xg x h)^{0.5}$$
$$A = 0.004 / 0.0183x(2x9.81x17.74)^{0.5}$$
$$A = 0.012 \text{ m}$$

Tras el cálculo del área, es necesario cumplir el equivalente.  $Q = q$ ; y para determinar esto, utilizamos la fórmula a continuación:

$$q = CaxAx(2xg x h)^{0.5}$$
$$q = 0.0183x0.012x(2x9.81x17.74)^{0.5}$$
$$q = 0.0041 \text{ l/s}$$

Una vez confirmado el diámetro correcto, existe una práctica comúnmente utilizada, denominada "Práctica Americana", que radica en dividir el D de la tubería que ingresa entre 8. Lo siguiente se explicará con mayor detalle.

$$d = D/8$$
$$d = 2/8$$
$$d = 0.25"$$

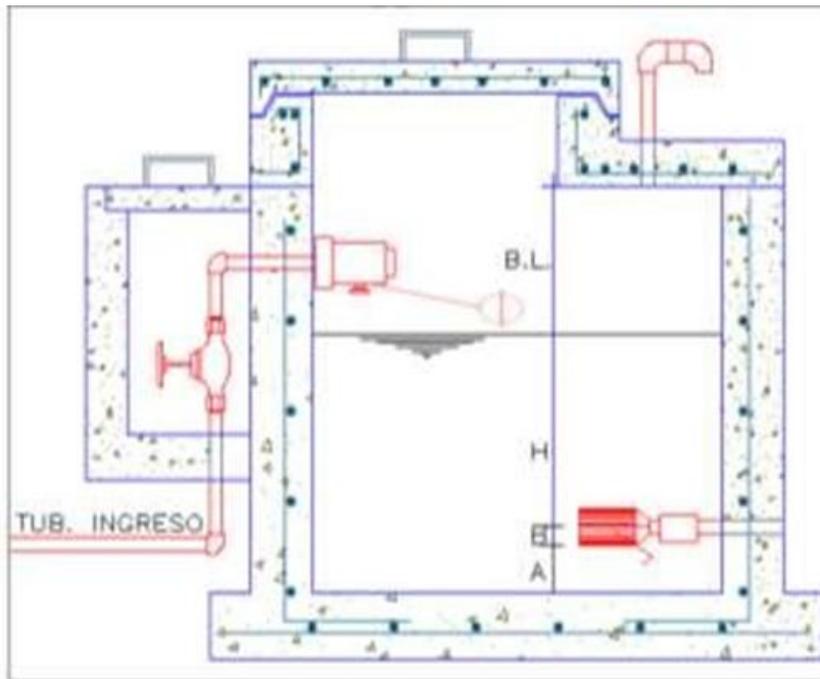
Además, como no es comercial en ese diámetro, se tomará una válvula de aire de 2".

#### **4.6. DISEÑO DE CÁMARA ROMPE PRESIÓN TIPO – 07**

Para diseñar una cámara rompe presión, debemos determinar primero el caudal máximo por hora y luego considerar los datos mostrados posteriormente.

**Figura 38**

*Cámara Rompe Presión*



*Fuente:* Elaboración propia

Considerando que:

V = Velocidad de Flujo en m/s

H = Carga de agua (m)

G = 9.81 m/seg<sup>2</sup>

D = 2 Plg.

Qmh = 0.566 l/s

Como resultado de la ecuación de velocidad, se tiene:

$$V = 1.9735 \frac{0.566}{2^2}$$

Después de convertir el diámetro de ins a m y el caudal de l/s a m<sup>3</sup>/s, se obtienen los siguientes valores.

$$V = 1.9735 \frac{5.66 \times 10^{-4}}{0.0508^2}$$

$$V = 0.4328 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Después de establecer la velocidad, continuaremos estableciendo la altura del agua.

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

$$H = 1.56 \times \frac{0.4328^2}{2 \times 9.81}$$

$$H = 0.015 \text{ m}$$

Así que, basándonos en las teorías y recomendaciones normativas, se plantea:

B.L. = Borde libre en base a teoría (0.40 m)

H = Se asume en base a recomendaciones de diseño (0.40 m)

A = Altura min. Que se recomienda (0.10 m)

Para conseguir la altura total, se utiliza la fórmula a continuación.

$$H = A + H + B. L$$

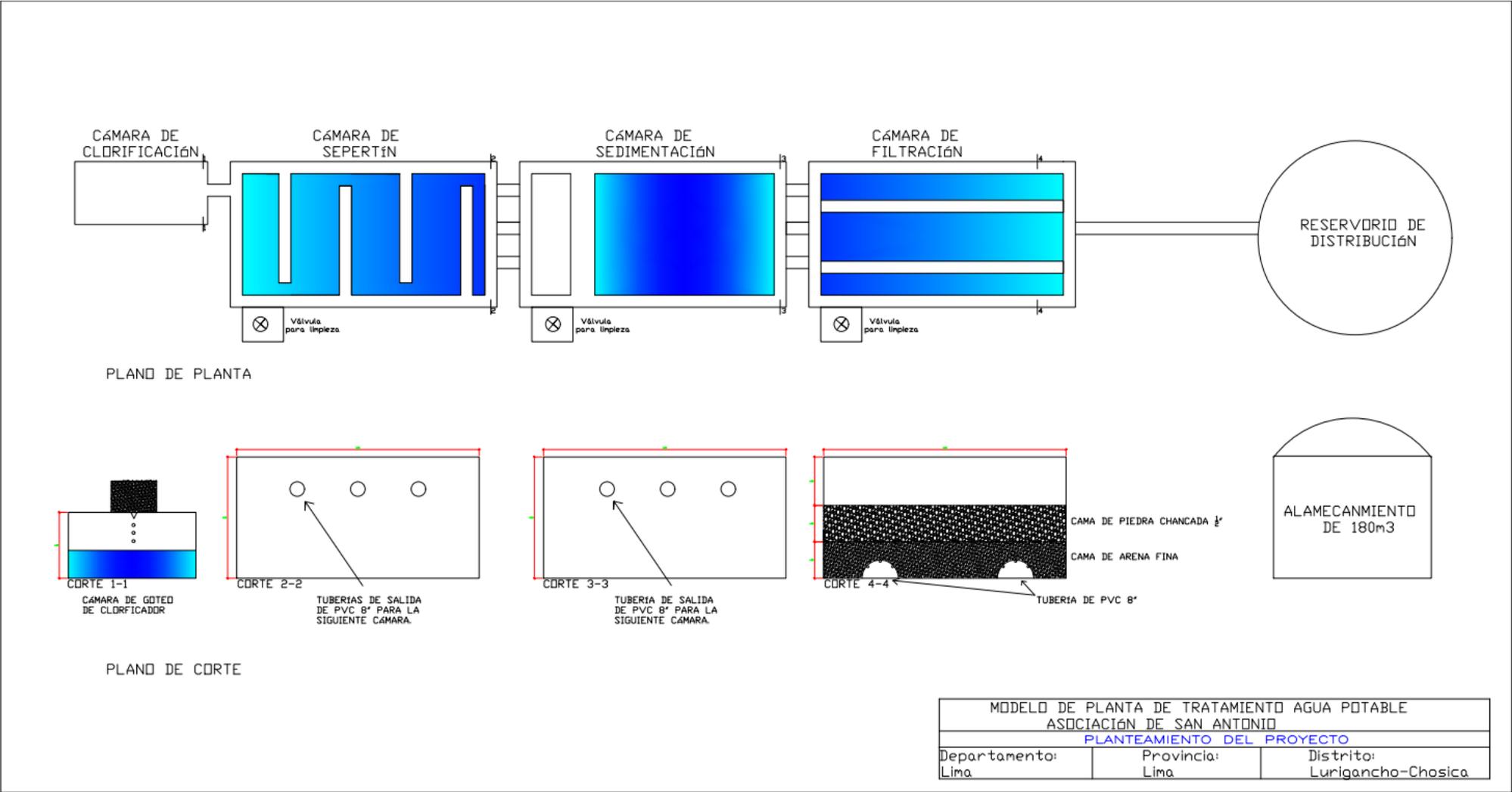
Así que:

$$H = 0.10 + 0.40 + 0.40$$

$$H = 0.90 \text{ m.}$$

Se reconoce que los procesos de construcción e instalación de accesorios deben ser lo más sencillos posible, por lo que se plantea una sección interna de 1,00 m por 0,60 m.

**Figura 39**  
**Planta de Tratamiento.**



Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta de tratamiento de San Antonio consiste en abastecer de agua a aproximadamente 350 usuarios el cual mejoran las condiciones de salubridad a las personas.

**Figura 40**

**Válvula de captación para San Antonio**



*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 27**

*Memoria de cálculo*

AFORO DE CAUDAL			
Captación de Agua a través del canal ENEL	HORA	DIA	L/Seg
1	8:45 am	10-09-2023	30.85
2	10:38 am	10-09-2023	31.94
3	11:49 am	10-09-2023	30.45
4	2:45 pm	10-09-2023	28.89
5	5:38 pm	10-09-2023	29.45
6	7:56 am	12-09-2023	31.45
7	9:58 am	12-09-2023	30.12
8	11:58 am	12-09-2023	32.78
9	3:45 pm	12-09-2023	29.55
10	6:17 pm	12-09-2023	30.1
11	9:14 am	15-09-2023	32.45
12	10:55 am	15-09-2023	31.85
13	12:45 pm	15-09-2023	31.47
14	3:27 pm	15-09-2023	30.87
15	5:38 pm	15-09-2023	29.46
Promedio de litros/segundos			30.77

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 28**  
*Velocidad de Flujo*

Velocidad de Flujo	Hora	Día	m/seg
1	8:51 am	10-09-2023	1.94
2	10:42 am	10-09-2023	2.01
3	11:52 am	10-09-2023	1.98
4	2:55 pm	10-09-2023	1.84
5	5:46 pm	10-09-2023	1.46
6	8:02 pm	12-09-2023	1.92
7	10:02 am	12-09-2023	1.90
8	12:08 pm	12-09-2023	2.10
9	3:52 pm	12-09-2023	1.85
10	6:23 pm	12-09-2023	1.78
11	9:23 am	15-09-2023	2.15
12	11:03 am	15-09-2023	1.98
13	12:56 pm	15-09-2023	1.93
14	3:32 pm	15-09-2023	1.85
15	5:47 pm	15-09-2023	1.89
<b>Promedio de velocidad de metros/segundos</b>			<b>1.91</b>

*Fuente:* Elaboración propia

Este proyecto es de tipo convencional, tiene una capacidad de 30 litros por segundo, velocidad de flujo 1.86 metros por segundo, operaría por gravedad, todas las instalaciones tendrían un mantenimiento de conservación garantizando así el perfecto funcionamiento de la planta.

#### **4.7.1. CÁMARA DE DISIPACIÓN.**

El Agua cruda ingresa a la planta de tratamiento por un compartimento de doble entrada una hacia el tanque de sulfato y un desfogue, dividiéndose en dos flujos de agua una para el tanque de sulfato. en este lugar se aplica el coagulante para aprovechar la mayor turbulencia mejorando la mezcla rápida del coagulante. presenta válvulas de compuerta de 4"

#### **4.7.2. DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO.**

Se opera con un dosificador de sulfato de aluminio tipo A con un tablero manual. el operador de planta lleva un control en anotaciones de consumo de coagulante en un horario de 5 am A 8 pm horario diario de funcionamiento de la planta.

Las anotaciones del operador de planta se reportan a la gerencia para establecer los consumos mensuales para poder tener una buena administración de los recursos se instruyó a los operadores de planta para que ejecuten los análisis elementales de turbidez, cloro residual y PH.

#### **4.7.3. MANTENIMIENTO DE PLANTA**

El mantenimiento de la planta se efectúa en este orden:

- EL SERPENTIN

Se hace mantenimiento cada 30 días.

- EL SEDIMENTADOR

Se hace mantenimiento cada 30 días.

- FILTRO

Mantenimiento cada 180 días se utiliza alguicida 5 galones.

- RESERVORIO

Mantenimiento cada 180 días. Se utiliza 1.5 litros de lejía.

#### **4.7.4. MEDIDAS DE CONTROL EN EMERGENCIAS**

Esta planta cuenta con un desfogue en caso de un posible sobreabastecimiento en el flujo.

Esta planta cuenta con sedimentadores para posibles sobrecargas de sedimentos por turbulencias u otros.

Esta planta cuenta con desfogues en cada sedimentador para poder evitar sobrecargas de sedimentos que puedan poner en riesgo el funcionamiento.

Esta planta esta monitoreada por los operadores todas las horas en funcionamiento.

Los sedimentadores y las pozas de filtración están debidamente enmalladas y techadas para evitar cualquier tipo de ingresos no deseados tales como aves, roedores, animales domésticos etc.

Esta planta cuenta con salidas de emergencias debidamente señalizadas para evacuación.

Presupuesto MODELO DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR  
SAN ANTONIO - LURIGANCHO

Cliente Asociacion de San Antonio

Lugar Sector San Antonio - Lurigancho Chosica

Costo al: 3/09/2023

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>01</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
<b>01.01</b>	<b>CARTEL DE OBRA</b>				
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA 5.40 x 3.60 m	und	1.00	929.70	929.70
<b>01.02</b>	<b>CAMPAMENTO, ALMACEN Y OFICINA</b>				
01.02.01	CONSTRUCCION DE CAMPAMENTOS PROVISIONALES	glb	2.00	3,087.53	6,175.06
01.02.02	ALQUILER DE ALMACEN	mes	9.00	381.38	3,432.42
01.02.03	ALQUILER DE OFICINA	mes	9.00	296.63	2,669.67
<b>01.03</b>	<b>CASETA DE VIGILANCIA</b>				
01.03.01	CASETA DE GUARDIANA Y DEPOSITO	und	1.00	254.25	254.25
<b>01.04</b>	<b>MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>				
01.04.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	5,000.00	5,000.00
<b>01.05</b>	<b>ELEMENTOS DE SEGURIDAD PARA LA OBRA</b>				
01.05.01	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD	glb	1,000.00	0.54	540.00
01.05.02	CERCO DE MALLA PARA LIMITE DE SEGURIDAD	m	1,000.00	5.61	5,610.00
01.05.03	DADOS DE CONCRETO DE 0.30 x 0.30 x 0.10 mts	und	20.00	70.95	1,419.00
01.05.04	TRANQUERA TIPO CABALLETE 2.40 x 1.20 m	und	20.00	101.70	2,034.00
01.05.05	PUENTE DE MADERA PARA PASE PEATONALE	und	50.00	186.45	9,322.50
01.05.06	IMPLEMENTACIÓN DE EPPS	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
<b>01.06</b>	<b>HIGIENE EN LA OBRA</b>				
01.06.01	CONSTRUCCION DE DUCHAS Y SILOS	und	4.00	420.00	1,680.00
01.06.02	LIMPIEZA DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	mes	5.00	2,352.00	11,760.00
<b>02</b>	<b>SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>				
<b>02.01</b>	<b>CAPTACION DEL CANAL ENEL</b>				
<b>02.01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
02.01.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	16.00	2.35	37.60
02.01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m2	16.00	3.00	48.00
<b>02.01.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.01.02.01	EXCAVACION DE ZANJA	m3	7.43	58.80	436.88
02.01.02.02	REFINE Y NIVELACION EN TERRENO NORMAL	m2	15.20	6.27	95.30
02.01.02.03	RELLENO CON MATERIAL GRANULAR CLASIFICADO	m3	2.17	97.58	211.75
02.01.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D= 30 m	m3	9.65	29.40	283.71
<b>02.01.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
02.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN MUROS	m2	19.87	63.01	1,252.01
02.01.03.02	CONCRETO SIMPLE f'c = 100 kg/cm2	m3	3.06	293.18	897.13
02.01.03.03	CONCRETO EN MURO ALETAS f'c=140 kg/cm2	m3	0.95	372.97	354.32
02.01.03.04	CONCRETO EN MUROS f'c=210 kg/cm2	m3	1.33	401.56	534.07
02.01.03.05	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	76.82	4.79	367.97
<b>02.01.04</b>	<b>REVESTIMIENTOS</b>				
02.01.04.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTES	m2	4.63	40.73	188.58
02.01.04.02	TARRAJEO EN EXTERIORES ACABADOS CON CEMENTO Y ARENA	m2	13.57	22.92	311.02
<b>02.01.05</b>	<b>TAPAS SANITARIAS</b>				
02.01.05.01	TAPA METALICA 0.60 X 0.60 m	und	1.00	184.74	184.74
02.01.05.02	TAPA METALICA 0.40 X 0.40 m	und	1.00	158.63	158.63
<b>02.01.06</b>	<b>PINTURA</b>				
02.01.06.01	PINTURA ESMALTE SINTETICO ANTICORROSIVO - 02 MANOS	m2	13.57	10.61	143.98
<b>02.01.07</b>	<b>PROTECCION EN CAPTACION</b>				
02.01.07.01	CERCO PERIMETRICO DE PROTECCION	m	19.40	35.18	682.49
<b>02.02</b>	<b>LINEA DE CONDUCCION - ADUCCIÓN</b>				
<b>02.02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.02.01.01	LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	m2	15,480.00	0.59	9,133.20
02.02.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO	m2	2,048.00	2.64	5,406.72

02.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.02.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TERRENO DE MATERIAL COMPACTO	m3	485.76	39.20	19,041.79
02.02.02.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TERRENO DE ROCA FIJA	m3	153.20	149.89	22,963.15
02.02.02.03	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE ZANJA PARA TUBERIA	m	2,863.40	6.92	19,814.73
02.02.02.04	PREPARACIÓN DE CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS	m3	214.50	59.65	12,794.93
02.02.02.05	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	453.20	68.78	31,171.10
02.02.02.06	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m3	452.50	41.15	18,620.38
02.02.02.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	563.40	29.40	16,563.96
02.02.03	<b>TUBERIAS</b>				
02.02.03.01	TUBERIA PVC SAP PRESIÓN C-10 Ø 6"	m	643.00	17.81	11,451.83
02.02.03.02	PRUEBA HIDRAULICA DE RED DE AGUA	m	5,240.00	1.63	8,541.20
02.02.03.03	DADOS DE CONCRETO SIMPLE F'c= 140 Kg/Cm2 EN UNIONES	m3	3.24	264.73	857.73
02.02.04	<b>APARATOS Y ACCESORIOS</b>				
02.02.04.01	CODO PVC SAP PRESIÓN, Ø 6" X 90º	und	18.00	19.83	356.94
02.02.04.02	CODO PVC SAP PRESIÓN, Ø 6" X 45º	und	52.00	19.83	1,031.16
02.02.04.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CANASTILLA DE BRONCE DE 6"	und	3.00	72.59	217.77
02.02.04.04	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TRANSICIÓN PVC SAP DE 6"	und	3.00	24.30	72.90
02.03	<b>RED DE DISTRIBUCION EN SAN ANTONIO</b>				
02.03.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.03.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEOS PARA RED DE DISTRIBUCIÓN	m2	3,745.65	2.64	9,888.52
02.03.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.03.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TERRENO SEMIROCOSO RED DE DISTRIBUCIÓN - TUBERIA DE 1" A 2"	m3	456.80	39.20	17,906.56
02.03.02.02	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE ZANJA PARA TUBERIA	m	1,521.30	6.92	10,527.40
02.03.02.03	PREPARACIÓN DE CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS	m3	157.60	59.65	9,400.84
02.03.02.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	520.00	68.78	35,765.60
02.03.02.05	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m3	479.50	41.15	19,731.43
02.03.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	456.20	29.40	13,412.28
02.04	<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE LONG. PROM=7m</b>				
02.04.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEOS PARA CONEXIONES DOMICILIARIAS	m2	491.40	2.64	1,297.30
02.04.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.04.02.01	EXCAVACIÓN DE ZANJA EN TERRENO SEMIROCOSO TUBERIA DE ½" A 1"	m3	351.73	39.20	13,787.82
02.04.02.02	REFINE, NIVELACIÓN Y COMPACTADO DE ZANJA PARA TUBERIA	m	1,470.80	6.92	10,177.94
02.04.02.03	PREPARACIÓN DE CAMA DE APOYO PARA TUBERIAS	m3	147.42	59.65	8,793.60
02.04.02.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL CON MATERIAL SELECCIONADO	m3	179.50	68.78	12,346.01
02.04.02.05	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL CON MATERIAL PROPIO	m3	145.60	41.15	5,991.44
02.04.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	175.50	29.40	5,159.70
02.04.03	<b>COLOCACIÓN DE CAJA DE REGISTRO DE AGUA</b>				
02.04.03.01	COLOCACIÓN DE CAJA DE REGISTRO TAMAÑO ESTANDAR	und	180.46	93.26	16,829.70
02.04.04	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS</b>				
02.04.04.01	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS PARA AGUA A DOMICILIO DE RED MATRIZ DE 2"	und	185.00	75.96	14,052.60
02.04.04.02	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS PARA AGUA A DOMICILIO DE RED MATRIZ DE 1"	und	166.00	63.05	10,466.30
02.05	<b>CAJA DE VALVULAS DE CONTROL (04 UNIDADES)</b>				
02.05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.05.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	3.24	2.64	8.55
02.05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.05.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS	m3	2.11	47.04	99.25
02.05.02.02	NIVELACIÓN DE FONDOS	m2	3.24	4.32	14.00
02.05.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2.63	29.40	77.32
02.05.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
02.05.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	5.20	40.79	212.11
02.05.03.02	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN CAJA DE VALVULAS	m3	0.62	433.60	268.83
02.05.04	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DEACCESORIOS</b>				
02.05.04.01	VALVULA ESFÉRICA TIPO BRONCE DE 2"	und	4.00	141.92	567.68
02.05.04.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA SANITARIA METÁLICA 0.40 x 0.40 M	und	4.00	140.93	563.72
02.06	<b>VALVULAS DE PURGA Y AIRE</b>				
02.06.01	<b>VALVULAS DE PURGA (07 UNIDADES)</b>				

02.06.01.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.06.01.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	10.08	2.64	26.61
02.06.01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.06.01.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS	m3	6.55	47.04	308.11
02.06.01.02.02	NIVELACIÓN DE FONDOS	m2	10.08	4.32	43.55
02.06.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	8.19	29.40	240.79
02.06.01.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				
02.06.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	9.10	40.79	371.19
02.06.01.03.02	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2 EN CAJA DE VALVULAS	m3	10.14	433.60	4,396.70
02.06.01.04	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS</b>				
02.06.01.04.01	VALVULA ESFÉRICA TIPO BRONCE DE 2"	und	7.00	141.92	993.44
02.06.01.04.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA SANITARIA METÁLICA 0.40 x 0.40 M	und	7.00	140.93	986.51
02.06.02	<b>VALVULAS DE AIRE (02 UND)</b>				
02.06.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.06.02.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	2.00	2.64	5.28
02.06.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.06.02.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS	m3	1.40	47.04	65.86
02.06.02.02.02	NIVELACIÓN DE FONDOS	m2	2.00	4.32	8.64
02.06.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	3.50	29.40	102.90
02.06.02.03	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
02.06.02.03.01	CONCRETO F'c=210 Kg/cm2 EN CAJA DE VALVULAS	m3	1.01	449.53	454.03
02.06.02.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	11.60	40.79	473.16
02.06.02.03.03	ACERO CORRUGADO FY=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	17.26	4.79	82.68
02.06.02.04	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				
02.06.02.04.01	TARRAJEO EN EXTERIORES ACABADOS CEMENTO Y ARENA	m2	7.38	30.30	223.61
02.06.02.04.02	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADOS CEMENTO Y ARENA	m2	4.68	30.30	141.80
02.06.02.05	<b>PINTURA</b>				
02.07.02.05.01	PINTURA ESMALTE SINTETICO ANTICORROSIVO - 02 MANOS	m2	5.04	10.61	53.47
02.07.02.06	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS</b>				
02.07.02.06.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN VALVULA DE AIRE	und	2.00	214.40	428.80
02.07.02.06.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA SANITARIA METÁLICA 0.60 x 0.60 m	und	2.00	205.59	411.18
02.07	<b>CAMARA ROMPE PRESION TIPO - 06 (26 UNID)</b>				
36930	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.08.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	49.92	2.35	117.31
02.08.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO	m2	49.92	2.64	131.79
37295	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.08.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE TERRENO	m3	59.90	47.04	2,817.70
37660	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				
02.08.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS - CRP	m2	197.60	67.88	13,413.09
02.08.03.02	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2	m3	16.69	385.21	6,429.15
38025	<b>ENLUCIDOS Y TARRAJEOS</b>				
02.08.04.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTES	m2	107.12	40.73	4,363.00
02.08.04.02	TARRAJEO EN EXTERIORES ACABADOS CEMENTO Y ARENA	m2	124.80	30.30	3,781.44
38391	<b>INSTALACIÓN DE ACCESORIOS Y OTROS</b>				
02.08.05.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA SANITARIA METÁLICA 0.60 x 0.60 m	und	26.00	205.59	5,345.34
02.08.05.02	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS CRP T-6	glb	26.00	397.22	10,327.72
02.08.05.03	INSTALACIÓN DE CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRE DE PUAS	m	208.00	35.99	7,485.92
38756	<b>PINTURA</b>				
02.08.06.01	PINTURA ESMALTE SINTETICO ANTICORROSIVO - 02 MANOS	m2	124.80	10.61	1,324.13
02.08	<b>CAMARA ROMPE PRESION T-7 (02 UNID)</b>				
36931	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.09.01.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	4.48	2.35	10.53
02.09.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEOS INICIALES DEL PROYECTO	m2	4.48	2.64	11.83
37296	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.09.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE TERRENO	m3	5.38	47.04	253.08
02.09.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	6.72	29.40	197.57

<b>37661</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				
02.09.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS - CRP	m2	30.40	67.88	2,063.55
02.09.03.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	168.15	4.79	805.44
02.09.03.03	CONCRETO F'c=175 Kg/cm2	m3	3.12	385.21	1,201.86
<b>38026</b>	<b>ENLUCIDOS Y TARRAJEOS</b>				
02.09.04.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTES	m2	16.48	40.73	671.23
02.09.04.02	TARRAJEO EN EXTERIORES ACABADOS CEMENTO Y ARENA	m2	19.20	30.30	581.76
<b>38392</b>	<b>INSTALACIÓN DE ACCESORIOS Y OTROS</b>				
02.09.05.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA SANITARIA METÁLICA 0.60 x 0.60 m	und	4.00	205.59	822.36
02.09.05.02	INSTALACIÓN DE ACCESORIOS CRP T-7	glb	4.00	601.84	2,407.36
02.09.05.03	INSTALACIÓN DE CERCO PERIMÉTRICO CON ALAMBRE DE PUAS	m	32.00	35.99	1,151.68
<b>38757</b>	<b>PINTURA</b>				
02.09.06.01	PINTURA ESMALTE SINTETICO ANTICORROSIVO - 02 MANOS	m2	19.20	10.61	203.71
<b>02.09</b>	<b>RESERVORIO 40 M3</b>				
<b>36932</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
02.10.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	46.35	2.35	108.92
02.10.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	46.35	2.64	122.36
<b>37297</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.10.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE TERRENO	m3	41.47	47.04	1,950.75
02.10.02.02	REFINE Y NIVELACIÓN DE TERRENO	m2	51.84	13.09	678.59
02.10.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	51.84	29.40	1,524.10
<b>37662</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
02.10.03.01	SOLADO DE CONCRETO F'c=100 kg/cm2	m2	28.62	32.24	922.71
<b>38027</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
02.10.04.01	CONCRETO F'c=210 Kg/cm2	m3	15.40	449.55	6,923.07
02.10.04.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	1,025.33	4.79	4,911.33
02.10.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	113.41	40.79	4,625.99
<b>38393</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS</b>				
02.10.05.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN RESERVORIO	glb	1.00	444.56	444.56
<b>38758</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				
02.10.06.01	TARRAJEO INTERIOR CON IMPERMEABILIZANTES	m2	40.50	40.73	1,649.57
02.10.06.02	TARRAJEO EN EXTERIORES ACABADOS CEMENTO Y ARENA	m2	51.46	30.30	1,559.24
<b>39123</b>	<b>PINTURA</b>				
02.10.07.01	PINTURA ESMALTE SINTETICO ANTICORROSIVO - 02 MANOS	m2	51.46	10.61	545.99
<b>39488</b>	<b>CASETA DE VALVULA (01 UND)</b>				
<b>02.10.08.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
02.10.08.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1.68	2.35	3.95
02.10.08.01.02	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	1.68	2.64	4.44
<b>02.10.08.02</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
02.10.08.02.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE TERRENO	m3	0.34	47.04	15.99
02.10.08.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	0.42	29.40	12.35
<b>02.10.08.03</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO</b>				
02.10.08.03.01	CONCRETO f'c=140 kg/cm2	m3	0.15	297.63	44.64
02.10.08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS	m2	8.69	53.77	467.26
02.10.08.03.03	CONCRETO F'c=210 Kg/cm2 EN CAJA DE VALVULAS	m3	0.65	449.53	292.19
02.10.08.03.04	ACERO CORRUGADO FY=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	22.30	4.79	106.82
<b>02.10.08.04</b>	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				
02.10.08.04.01	TARRAJEO EN INTERIORES ACABADOS CEMENTO Y ARENA	m2	5.12	30.30	155.14
02.10.08.04.02	TARRAJEO EN EXTERIORES ACABADOS CEMENTO Y ARENA	m2	5.34	30.30	161.80
<b>02.10.08.05</b>	<b>TAPAS SANITARIAS</b>				
02.10.08.05.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TAPA SANITARIA METÁLICA 0.60 x 0.60 m	und	2.00	205.59	411.18
<b>02.10.08.06</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN CAJA DE VÁLVULAS</b>				
02.10.08.06.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ACCESORIOS EN CAJA DE VÁLVULAS	glb	1.00	1,480.38	1,480.38
<b>02.10.08.07</b>	<b>PINTURA</b>				
02.10.08.07.01	PINTURA ESMALTE SINTETICO ANTICORROSIVO - 02 MANOS	m2	5.34	10.61	56.66
<b>02.10.09.08</b>	<b>PANEL CON ANGULO DE ACERO "L" DE 1½" x 1½" x 1/8" Y MALLA METALICA COCADA Nº 10</b>				
02.10.09.08.01	PANEL DE 3.00 m x 1.70 m	und	4.00	622.01	2,488.04
02.10.09.08.02	PANEL DE 3.50 m x 1.70 m	und	2.00	691.64	1,383.28
02.10.09.09	PUERTA METÁLICA DE 0.95x2.00m UNA HOJA, CON TUBO FIERRO NERGO DE 2" Y MALLA METALICA COCADA Nº 10	und	1.00	592.23	592.23
02.10.09.10	PINTURA ANTICORROSIVA EN CERCOS METÁLICOS	m2	52.70	13.59	716.19

40219	<b>PRUEBA HIDRAULICA</b>				
02.10.10.01	PRUEBA HIDRAULICA EN RESERVORIO	m3	40.00	20.84	833.60
2.10	<b>FLETE</b>				
36935	FLETE TERRESTRE - SISTEMA AGUA POTABLE	gib	1.00	10,000.00	10,000.00
03	<b>PROGRAMA DE MITIGACIÓN E IMPACTO AMBIENTAL</b>				
3.01	<b>PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y/O MITIGACIÓN</b>				
36982	SUB PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL	gib	1.00	5,508.40	5,508.40
37347	SUB PROGRAMA DE SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL	gib	1.00	620.00	620.00
37712	SUB PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	gib	1.00	350.00	350.00
03.02	<b>PROGRAMA DE ABANDONO DE OBRA</b>				
36983	PROGRAMA DE REVEGETACIÓN Y REFORESTACIÓN	gib	1.00	17,064.96	17,064.96
37348	PROGRAMA DE CONTINGENCIAS	gib	1.00	2,500.00	2,500.00
37713	PROGRAMA DE SUPERVISION, SEGUIMIENTO, CONTROL Y VIGILANCIA	gib	1.00	2,500.00	2,500.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>621,874.26</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10%)</b>				<b>62,187.43</b>
	<b>UTILIDAD (7%)</b>				<b>43,531.20</b>
					=====
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>727,592.89</b>
	<b>I.G.V (18%)</b>				<b>130,966.72</b>
					=====
	<b>TOTAL</b>				<b>858,559.61</b>

## **CAPÍTULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.**

- Los Aforos de captación de caudal que se realizaron con un resultado promedio de 30.77 l/s, nos da la seguridad de tener un abastecimiento para la planta de tratamiento de agua potable, asegurando agua de calidad para los usuarios.
- La velocidad del flujo con un promedio 1.91 m/s, desde la llave de válvula de ingreso nos indica que hay presión lo cual nos garantiza el abastecimiento.
- Por el plano de curvas de nivel que se realizó haciendo un levantamiento topográfico, la planta de tratamiento de agua potable, trabajará por gravedad todas las cámaras tales como la de clorificación, serpentín, sedimentación, filtración y el reservorio, en ningún caso usará fluido eléctrico, situación que beneficiará a la población en no tener un costo mensual en energía.
- Por el plano topográfico que se realizó y posteriormente los trabajos en gabinete la tubería matriz tiene una longitud de 365 ml y 70 acometidas domiciliarias.
- Según los resultados obtenidos mediante cálculo la tubería matriz será de 2" pvc para agua potable y las tuberías de acometida serán de 3/4".
- El tiempo de proceso de tratamiento mediante cámaras que se le hará al agua captada será de 20 horas, el cual será ya apta para el consumo humano, lo cual abastecerá a nuestro reservorio de 180m<sup>3</sup> que será distribuida a los usuarios.
- La válvula de captación se abrirá según la demanda de la población.

## CONCLUSIONES

- El diseño de la red de dotación de agua potable, específicamente la metodología descrita en la tesis, se pretende utilizar para abastecer a la población mediante métodos puntuales captación, clorificación, serpentín sedimentación filtración y reservorio para que finalmente caiga por gravedad.
- Se diseñó la captación considerando cada requisito y criterio que se establecieron en la norma técnica del Perú, pues avala una captación mayor.
- Con un diámetro de 2" y una longitud total de 365 ml., se diseñó la red de conducción y aducción, con un diámetro de 2" y una long. total adicional de 475,54 MI
- Además, se diseñaron válvulas de purga de barro y aire, además de 2 cámaras rompe presión tipo – 07.
- Por medio del programa WaterCad se logró simular el diseño propuesto, concordando en presión y velocidades con el método abierto.
- Cuando comparamos los resultados alcanzados manualmente y con una hoja de Excel, podemos ver que son muy similares, y esto nos permite afirmar y consolidar el hecho de que el software es de gran apoyo para las municipalidades en el campo de los sistemas de dotación de agua.

## **RECOMENDACIONES**

- El conocimiento, la visita y la obtención de información sobre cada elemento del sistema de abastecimiento es esencial para cualquier solución para los sistemas de agua potable en poblaciones rurales. Esto se denomina captación, pues son los residentes los que proporcionarán sus experiencias sobre las circunstancias medioambientales en las que viven y sobre todo lo que ocurre durante todo el año para cualquier solución. Esto es fundamental para desarrollar algún tipo de trazo, topografía o diseño.
- El manual de operación y mantenimiento deben considerarse como herramientas imprescindibles para cualquier operador que se ocupe del sistema de dotación de agua potable.
- Referente a los reservorios, se sugiere optimizarlos y adicionar el tanque para la cloración oportuna, pues se encuentran en un estado de conservación bueno.
- Para poder plantear nuestra solución, se recomienda que cualquier solución técnica acerca de la dotación de agua lleve a cabo un estudio bacteriológico, químico y físico de la fuente de agua antes de proceder.
- Los resultados alcanzados por medio del uso de Microsoft Excel son bastante objetivos; así que se recomienda utilizar cámaras de presión, líneas de distribución y conducción de la población rural para el cálculo de las adquisiciones.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- Agüero, P. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales: Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Asociación de Servicios Educativos Rurales (SER). <https://www.ircwash.org/sites/default/files/221-16989.pdf>
- Alvarez, M. (2021). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en centro poblado Alto Capiro , Satipo- 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4837534?show=full>
- Apaza, C. (2015). *Diseño de un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores - Cabanilla - Lampa - Puno* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Del Altiplano]. Repositorio Institucional de la UNA. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/4580>
- Arias, R. (2013). *Memoria Anual 2012*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/pe/MEMORIA-2012-FINAL-CAMBIOS-RA-OK.pdf>
- Arispe, A., Yangali, V., Guerrero, B., Lozada, D., Acuña, G., & Arellano, S. (2020). *La investigación científica: Una aproximación para los estudios de posgrado*. Universidad Internacional de Ecuador. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA.pdf>

- Barboza, B., & Rivera, M. (2019). *Mejoramiento, ampliación del servicio de agua potable y creación del servicio de saneamiento básico de los caseríos Alto Milagro y Alto San José, distrito de San Ignacio, provincia de San Ignacio – Cajamarca*. – 2017 [Tesis de pregrado, Universidad Señor de Sipán]. Repositorio de la Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6163>
- Carbajal, N. (2020). *Evaluación de diseño de un sistema de agua potable en el caserío de Munday, distrito de Carabamba, provincia de Julcan, La Libertad – 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional de la UPN. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23451>
- Cárdenas, J., & Patiño, G. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, canton Paute, Provincia del Azuay* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional de la Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/725>
- Escobar, N., & Rivera, G. (2015). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el Cantón San José Primero del Municipio de San Martín utilizando el programa Epanet 2.0 Ve.* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. Sistema Bibliotecario de la Universidad de El Salvador. <https://repositorio.ues.edu.sv/items/ee9d7929-552e-44d7-9efa-acbd641df2f2>
- Estela, P. (2020). *Investigación propositiva*. Instituto de Educación Superior Pedagógico Indoamérica. <https://www.calameo.com/read/006239239f8a941bec906>
- Fandiño, P., & Camargo, A. (2013). *Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de Purificación en el departamento de Tolima* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional de la UCC. <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/f1fdb62f-49b5-46d2-b2d0-6759343542ee>
- Gallardo, A., & Macías, Á. (2023). *Diseño hidráulico del sistema de agua potable para la comunidad La Vizueta parroquia La Unión, cantón Santa Ana* [Tesis de

- pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital de la UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5256>
- García, B., & Correa, B. (2018). *Propuesta para el Mejoramiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable del Municipio de Bituima, Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional de la UCC <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/badc25ab-ea53-434b-8588-0a90ff6fd2fd>
- García, T. (2009). *Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales*. Fondo Perú-Alemania. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/GARCIA%202009.%20Manual%20de%20proyectos%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/GARCIA%202009.%20Manual%20de%20proyectos%20de%20agua%20potable%20en%20poblaciones%20rurales.pdf)
- INEI. (2007). *Censos Nacionales 2007: XI de población y VI de vivienda*. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1136/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1136/libro.pdf)
- Jiang, F., Ma, L., Broyd, T., & Chen, K. (2021). Digital twin and its implementations in the civil engineering sector. *Automation in Construction*, 130(42), 838–852. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2021.103838>
- Leigh, N., & Lee, H. (2019). Sustainable and Resilient Urban Water Systems: The Role of Decentralization and Planning. *Sustainability*, 11(3), 936. <https://doi.org/10.3390/SU11030918>
- Lossio, M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones* [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. In *Universidad de Piura*. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2053>
- Manos Unidas. (2009, Agosto 2). *Manos Unidas para apoyar a los pueblos del Sur en su desarrollo y a la sensibilización de la población española*. <https://www.manosunidas.org/manos-unidas>
- Medina, R., Rojas, L., Bustamante, H., Loaiza, C., Martel, C., & Castillo, A. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*.

Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C.  
<https://doi.org/10.35622/inudi.b.080>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento Dirección de Saneamiento, Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento (2018). *Norma técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistema de Saneamiento*. <https://servilex.pe/documents/ambiente/rm192-2018-vivienda-anexo.pdf>

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2016). *Resolución Ministerial N.º 173-2016-Vivienda*. Se aprueba la norma “Guía de Opciones Tecnológicas para Sistemas de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano y Saneamiento en el Ámbito Rural”. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/22029/RM-173-2016-VIVIENDA.pdf>

Miranda, R. (2014). *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Tratamiento de Desague para el Distrito de Characato* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio de la Universidad Católica de Santa María. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/4661>

Miranda, R. (2020). *Análisis comparativo del diseño hidráulico del sistema de agua potable empleando tubería HDPE y PVC, Asociación de Vivienda Mirador de Carapongo, Lurigancho-Chosica 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio de la UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70580>

Ñaupas, P., Valdivia, D., Palacios, V., & Romero, D. (2018). *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5ª. Ed.). Ediciones de la U. [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/MetodologiaInvestigacionNaupas.pdf)

- Quiroa, E. (2018). *Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos* [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio del Sistema Bibliotecario de la Universidad de San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8711/>
- Quispe, T. (2021). *Propuesta de diseño para el sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Kawachi – Pacanga – La Libertad usando los programas Watercad y Sewercad* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Red de Repositorios Latinoamericanos. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/4744478>
- Rodríguez, R. (2001). *Abastecimiento de Agua*. Instituto Tecnológico de Oaxaca. <https://www.calameo.com/read/00342866146071d7b23dd>
- Roman, M. (2019). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en el Sector Nueva Esperanza - 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Católica los Ángeles de Chimbote]. Repositorio Institucional de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/14603>
- Romero, G. (2021). *Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Ayaviri, Melgar, Puno - 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. Repositorio de la Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/9766>
- Santi, M. (2016). *Sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Tutín - El Cenepa - Condorcanqui - Amazonas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio de la UNALM. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/2234>
- Sullon, Y. (2021). *Diseño hidráulico del sistema de agua potable en el caserío Linderos, distrito de Frías, provincia de Ayabaca - región Piura - agosto 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote]. Universidad Repositorio Institucional de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. <https://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/24759>

Vásquez, S. (2016). *Diseño del sistema de agua potable de la Comunidad de Guantopolo Tiglán Parroquia Zumbahua Cantón Pujilí Provincia de Cotopaxi*. [Tesis de pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional de la UCE. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/3049536f-ddb0-49ff-bc45-b69927325462>

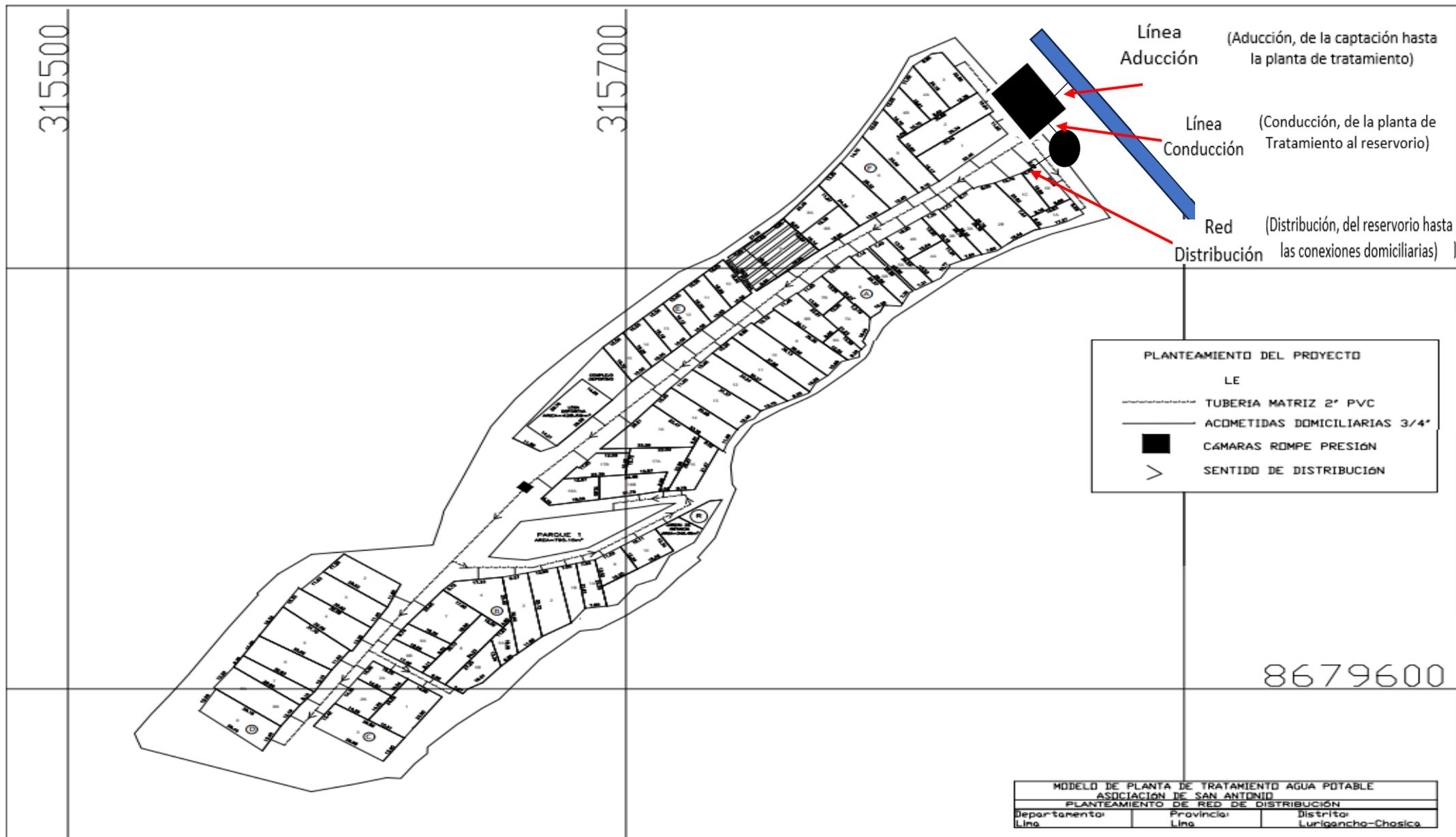
Vierendel. (2009). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado* (4<sup>a</sup>. ed.). Editorial Vierendel.

[https://www.academia.edu/26059370/Abastecimiento\\_de\\_Agua\\_y\\_Alcantarillado\\_VIERENDEL](https://www.academia.edu/26059370/Abastecimiento_de_Agua_y_Alcantarillado_VIERENDEL)

ANEXO 01 TABLA 26 MATRIZ DE CONSISTENCIA PROYECTO "MODELO DE PLANTA DE T RATAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR SAN ANTONIO - LURIGANCHO"

Problema General	Objetivos	Hipótesis.	Variables e Indicadores	Metodología
<p><b>Principal</b></p> <p>Se tiene un sistema deficiente de distribución de agua potable por haber sido instalada de manera empírica sin supervisión profesional por los habitantes de San Antonio, Distrito de Lurigancho, a ello entonces ¿se estaría teniendo una deficiente dotación de agua por un antiguo sistema de distribución sin presión óptima en varios predios a su vez generando complicaciones en la salud de las personas por su mala distribución?</p> <p><b>Problemas Secundarios</b></p> <p>a. ¿Las conexiones empíricas existentes sin supervisión profesional fue lo que generó una distribución no óptima?</p> <p>b. ¿Al no haber un aforo en la captación de agua entonces no tuvieron un promedio para poder tener una estadística para su distribución?</p> <p>c. ¿Al no existir cámaras estas generarían el continuo rompimiento de tuberías?</p> <p>d. ¿Al no haber un estudio topográfico haría deficiente la llegada del agua a los usuarios?</p> <p>e. ¿El agua no tratada genera enfermedades gastrointestinales, infecciones y enfermedades epidémicas?</p> <p>f. ¿Establecer la red del diseño de dotación de agua potable usando el programa WaterCad?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable de San Antonio, del distrito de Lurigancho, empleando el método del sistema por gravedad, por captación y aforos.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>a. Diseñar el sistema de distribución de dotación de agua potable, como red de conducción y abastecimiento.</p> <p>b. Formular el diseño de aforo, empleando todas las normas técnicas.</p> <p>c. Establecer la cámara de purga de aire y rompe presión.</p> <p>d. Realizar un levantamiento topográfico, con curvas de nivel para ver la pendiente de la zona del proyecto.</p> <p>e. Mediante la planta de tratamiento cumpliendo los parámetros permitidos, disminuirían los índices de enfermedades gastrointestinales, infecciones y enfermedades epidémicas</p> <p>f. Establecer la red del diseño de dotación de agua potable usando el programa WaterCad mediante un modelamiento para la red de distribución de agua potable.</p>	<p>El nuevo sistema de diseño de la red de distribución de agua potable que será tratada mediante una planta de tratamiento de cámaras que estamos planteando, a través de una captación por una línea de conducción al reservorio mediante gravedad a los domicilios por líneas aducción que abarcará a los 70 lotes empadronados es óptimo y de eficiente funcionamiento, que abarca y cumple los parámetros hidráulicos.</p> <p><b>Hipótesis específicas.</b></p> <p>- El abastecimiento de agua potable óptimo mediante la red de distribución a través de una planta de tratamiento a los 70 lotes empadronados y pertenecientes al Anexo San Antonio.</p> <p>- Reducción de pacientes con enfermedades gastrointestinales, infecciones parasíticas y enfermedades epidémicas mediante información del centro de salud San Antonio.</p> <p>- El diseño y funcionamiento de la red de distribución cumple con el Reglamento nacional de especificaciones.</p> <p>- Los estudios que se realizan al agua cumplen con los estándares de calidad apta para su distribución. La total pérdida de carga que se desea es idéntica a la suma de pérdidas de carga en los tramos de tubería.</p>	<p><b>Variable X = Variable Independiente:</b></p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planta de tratamiento para agua potable x1</li> <li>- Red de distribución óptima x2</li> <li>- Cámara de captación de agua con medición de caudales. X3</li> <li>- Reservorio de almacenamiento que garantice el abastecimiento a los usuarios x4</li> </ul> <p><b>Variable Y = Variable Dependiente:</b></p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agua potable para los usuarios y1</li> <li>- Dotación óptima para los usuarios y2</li> <li>- Canal donde se capta por estación de estiaje y precipitaciones y3</li> <li>- La capacidad del reservorio garantizará la dotación a los usuarios y4</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Investigación cuantitativa.</p> <p><b>Nivel de la Investigación</b></p> <p>De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio descriptivo, mediante la toma de datos realizados en campo.</p> <p><b>Método de la Investigación</b></p> <p>Durante el proceso de investigación para demostrar y comprobar la hipótesis se aplicarán los métodos que a continuación se indican:</p> <p><b>Histórico.</b> -Las instalaciones fueron ejecutadas empíricamente por la población sin la supervisión profesional. La población hasta la actualidad no cuenta con agua tratada para el consumo humano.</p> <p><b>Comparativo.</b> - La captación de agua para la dotación a la planta de tratamiento depende de la época de estiaje y de precipitaciones.</p> <p><b>Dialéctico.</b> -</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los parámetros de calidad de agua están establecidos mediante resolución del MINSA Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.</li> <li>- La resolución del ANA (autoridad nacional del agua) para el permiso de distribución de agua potable a los usuarios.</li> </ul> <p><b>Diseño de la Investigación:</b> No Experimental</p> <p><b>Muestreo</b></p> <p>Se ha tomado como universo el padrón de la asociación siendo 350 pobladores de 70 lotes. Este resultado será sometido a factor de corrección finita.</p> <p><b>Instrumentos</b></p> <p>Levantamiento topográfico, aforos, modelamiento de watercad.</p>





315500

315700

Línea Aducción (Aducción, de la captación hasta la planta de tratamiento)

Línea Conducción (Conducción, de la planta de Tratamiento al reservorio)

Red Distribución (Distribución, del reservorio hasta las conexiones domiciliarias)

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

LE

----- TUBERIA MATRIZ 2" PVC

———— ACOMETIDAS DOMICILIARIAS 3/4"

■ CÁMARAS ROMPE PRESIÓN

> SENTIDO DE DISTRIBUCIÓN

8679600

MODELO DE PLANTA DE TRATAMIENTO AGUA POTABLE  
 ASOCIACION DE SAN ANTONIO  
 PLANTEAMIENTO DE RED DE DISTRIBUCION

Departamento:	Provincia:	Districto:
Lima	Lima	Lurigancho-Chosica

## INFORME DE ENSAYO N° 122231-2023 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : DANTE JAUREGUI QUISPE  
**DOMICILIO LEGAL** : ASOCIACIÓN SAN ANTONIO-DE PEDREGAL ALTO  
**SOLICITADO POR** : DANTE JAUREGUI QUISPE  
**REFERENCIA** : RESERVADO  
**PROCEDENCIA** : ASOC. SAN ANTONIO LURIGANCHO  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2023-12-18  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2023-12-18  
**MUESTREO POR** : EL CLIENTE

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Filtración de membrana para Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 B, 23rd Ed. 2017. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.	1	ufc/100mL
Filtración de membrana para Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 23rd Ed. 2017. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.	1	ufc/100mL
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silice(SiO <sub>2</sub> ), Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Titanio, Vanadio, Zinc,*Uranio).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version / 1994. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry.		mg/L

L.C.: limite de cuantificación.

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Potable	Agua Potable
Matriz analizada	Agua para uso y consumo y humano	Agua para uso y consumo y humano
Fecha de muestreo	2023-12-18	2023-12-18
Hora de inicio de muestreo (h)	10:12	11:35
Condiciones de la muestra	Refrigerada / preservada	Refrigerada / preservada
Código del Cliente	Llegada a Reservorio	Llegada a Reservorio
Código del Laboratorio	18042154	18042155
Ensayo	Unidad	Resultados
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	200      202
Filtración de membrana para Coliformes Totales	ufc/100mL	900      1000
Filtración de membrana para Coliformes Fecales	ufc/100mL	1      1

Blgo. Roger Aparicio Estrada  
C.B.P. N° 7403

Asesor Técnico Biológico

Quim. Blubeth Y. Fajardo León  
C.Q.P. N° 648

Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.  
EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 2

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Matto de Turner N° 2079 - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

## INFORME DE ENSAYO N° 122231-2023 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : DANTE JAUREGUI QUISPE  
**DOMICILIO LEGAL** : ASOCIACIÓN SAN ANTONIO-DE PEDREGAL ALTO  
**SOLICITADO POR** : DANTE JAUREGUI QUISPE  
**REFERENCIA** : RESERVADO  
**PROCEDENCIA** : ASOC. SAN ANTONIO LURIGANCHO  
**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2023-12-18  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2023-12-18  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE

### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Sólidos disueltos totales (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.	4.0	mg/L
Filtración de membrana para Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 B, 23rd Ed. 2017. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Membrane Filter Procedure.	1	ufc/100mL
Filtración de membrana para Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9222 D, 23rd Ed. 2017. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Membrane Filter Procedure.	1	ufc/100mL
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silice(SiO <sub>2</sub> ), Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, Titanio, Vanadio, Zinc,*Uranio).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version / 1994. Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry.		mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Potable	Agua Potable
Matriz analizada	Agua para uso y consumo y humano	Agua para uso y consumo y humano
Fecha de muestreo	2023-12-18	2023-12-18
Hora de inicio de muestreo (h)	10:12	11:35
Condiciones de la muestra	Refrigerada / preservada	Refrigerada / preservada
Código del Cliente	Llegada a Reservorio	Llegada a Reservorio
Código del Laboratorio	18042154	18042155
Ensayo	Unidad	Resultados
Sólidos disueltos totales (TDS)	mg/L	200
Filtración de membrana para Coliformes Totales	ufc/100mL	900
Filtración de membrana para Coliformes Fecales	ufc/100mL	1

Blgo. Roger Aparicio Estrada  
C.B.P. N° 7403

Asesor Técnico Biológico

Quim. Blgo. Y. Fajardo León  
C.Q.P. N° 648

Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

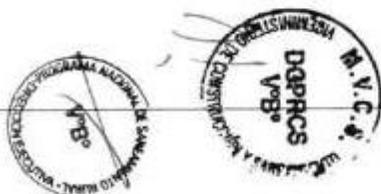
EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com. • Cualquier modificación no autorizada, fraude o falsificación del contenido o de la apariencia de este documento es ilegal y los culpables pueden ser procesados de acuerdo a ley.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 1 de 2

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Ríos Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Malto de Turner N° 2079 - Lima  
• Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com



**ALGORITMO DE SELECCIÓN DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE PARA EL ÁMBITO RURAL**

1. Tipo de Fuente

2. ¿La ubicación de la fuente es favorable?

3. ¿El nivel freático es accesible?

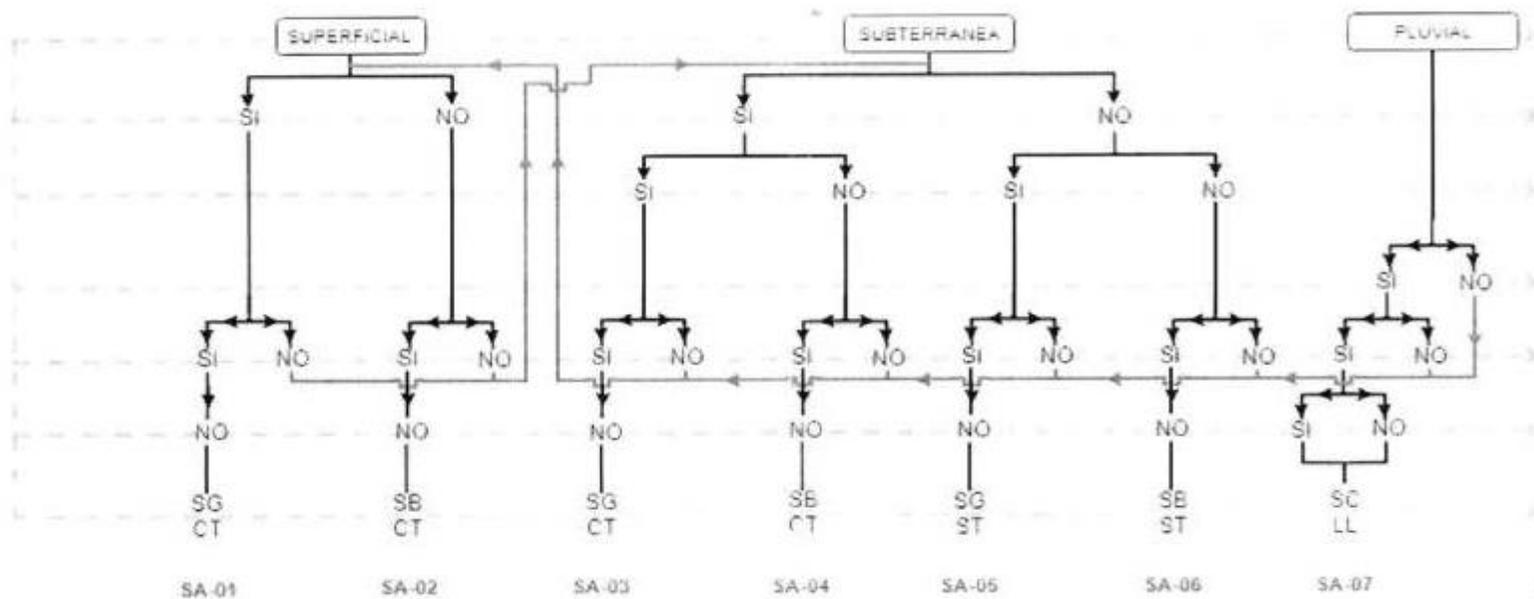
4. ¿Existe frecuencia de lluvias

5. ¿Existe disponibilidad de agua?

6. ¿La zona donde se ubican las viviendas es inundable?

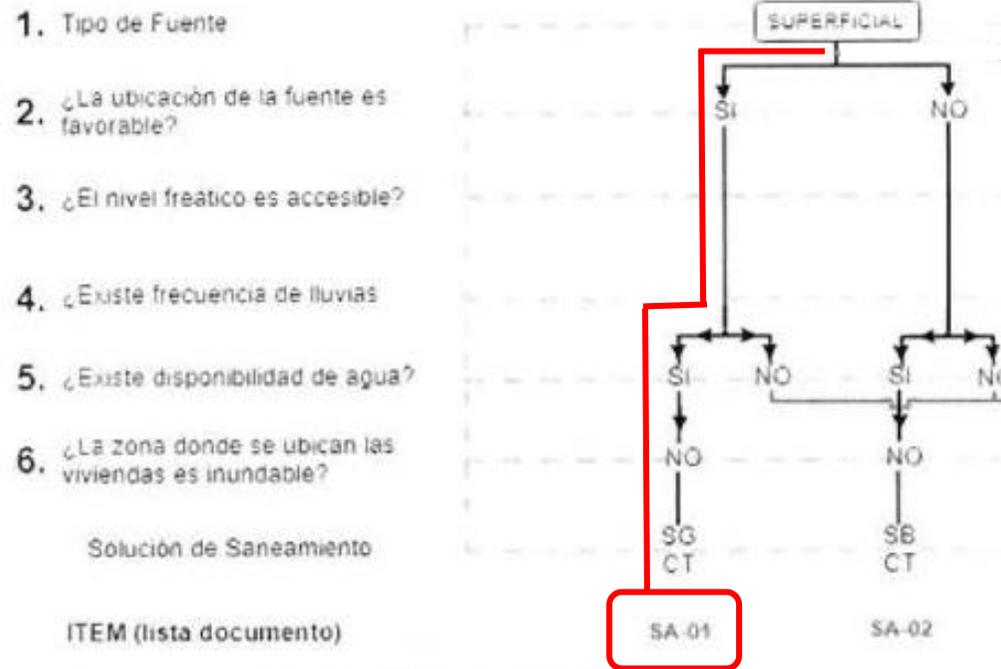
Solución de Saneamiento

ITEM (lista documento)





SISTEMA OPTIMO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL SECTOR SAN ANTONIO



**SA-01:** CAPT-GR. L-CON. PTAP. DESF. L. ADU. RED

CAPT-GR. : CAPTACIÓN POR GRAVEDAD

L-CON. : LÍNEA DE CONDUCCIÓN

PTAP. : PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

DESF. : DESINFECCIÓN

L. ADU. : LÍNEA DE ADUCCIÓN

RED : RED DE DISTRIBUCIÓN