

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE DEL CENTRO POBLADO  
HUANGAMARCA, MEDIANTE EL PROGRAMA  
WATERCAD. DISTRITO Y PROVINCIA DE  
OTUZCO. LA LIBERTAD-2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Judith Milagritos Silva Alfaro  
Wilmer Eduardo Zumaran Robles

**Asesor:**

Mg. Eduar José Rodríguez Beltrán  
<https://orcid.org/0000-0002-9289-9732>

Trujillo - Perú

**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Luis Alberto Alva Reyes</b>	<b>42013371</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Sonia Rubio Herrera</b>	<b>42984416</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Luis Alberto Acosta Sanchez</b>	<b>17921248</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### FINAL FINAL 3

#### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

#### FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	2%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.uladech.edu.pe">repositorio.uladech.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote Trabajo del estudiante	1%
7	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
9	Submitted to Universidad Catolica de Trujillo Trabajo del estudiante	

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, dedicamos este trabajo a Dios por permitirnos seguir trabajando en el cumplimiento de nuestras metas, por la salud y sabiduría.

A nuestros padres, por ser ese apoyo incondicional a lo largo de este proceso; por motivarnos a seguir y no rendirnos en el camino.

A nuestro asesor, el Ing. Eduar José Rodríguez Beltrán, por brindarnos su tiempo en el desarrollo de las asesorías, por compartirnos su conocimiento y estar presente en cada etapa.

A la Universidad Privada del Norte, por ser parte de nuestro proceso de aprendizaje y brindarnos los recursos necesarios para crecer profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darnos la vida y permitirnos cumplir nuestros  
objetivos profesionales y crecer como personas.

A nuestros padres, por el apoyo incondicional brindado de  
inicio a fin. Por los sacrificios que realizaron, para que podamos culminar nuestros estudios y  
convertirnos en profesionales.

Al Ing. Eduar José Rodríguez Beltrán, por su paciencia y  
entrega para poder culminar con éxito este trabajo de investigación.

A la Universidad Privada del Norte, por fomentar el crecimiento  
de cada uno de sus estudiantes y darnos las herramientas para lograrlo.

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.4. ANTECEDENTES TEÓRICOS	17
1.5. MARCO TEÓRICO	20
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	27
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	27
2.2. MATRIZ DE CONSISTENCIA	27
2.3. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	29
2.4. POBLACION Y/O MUESTRA	29

2.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION Y ANALISIS DE DATOS	31
2.6. PROCEDIMIENTO	33
2.7 ASPECTOS ÉTICOS	48
CAPÍTULO III: RESULTADOS	49
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	59
REFERENCIAS	63
ANEXOS	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d) .....	39
Tabla 2 Ubicación de los componentes del sistema de agua potable según coordenadas UTM (WGS 84) .....	53
Tabla 3 Estado actual de los componentes del sistema de agua potable.....	54
Tabla 4 Población, número de domicilios y densidad poblacional al año 2022 .....	55
Tabla 5 Caudal promedio (Qprom), Caudal Máx. Diario (Qmd) y Caudal Máx. Horario (Qmh) .....	56
Tabla 6 Demanda y presión existente en los nodos .....	57
Tabla 7 Presión promedio existente en los nodos .....	58
Tabla 8 Detalles de la tubería de la red de distribución .....	59
Tabla 9 Promedio del caudal, velocidad y pérdida de carga en las tuberías .....	61

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> Tipos de sistemas convencionales.....	25
<b>Figura 2</b> Componentes convencionales de un sistema de agua potable.....	25
<b>Figura 3</b> Captación de manantial – tipo ladera, Sector La Pampa – Huangamarca – Otuzco – La Libertad.....	26
<b>Figura 4</b> Línea de Conducción – Sector La Pampa - Huangamarca - Otuzco – La Libertad.....	27
<b>Figura 5</b> Reservorio de agua potable - Sector La Pampa – Huangamarca – Otuzco – La Libertad.....	28
<b>Figura 6</b> Línea de aducción Sector La Pampa - Huangamarca – Otuzco – La Libertad.....	28
<b>Figura 7</b> Ventana principal del software WaterCad .....	30
<b>Figura 8</b> Vista satelital de las viviendas del Sector La Pampa – Huangamarca.....	34
<b>Figura 9</b> Plano de distribución de la red de agua potable del Sector La Pampa – Huangamarca.....	34
<b>Figura 10</b> Modelo gráfico circular.....	37
<b>Figura 11</b> Modelo gráfico de barras.....	37
<b>Figura 12</b> Redes de distribución del sistema de agua potable del Sector La Pampa.....	42
<b>Figura 13</b> Detalle de las redes de distribución del sistema de agua potable del Sector La Pampa.....	43
<b>Figura 14</b> Creación de nuevo modelamiento hidráulico – WaterCad.....	43

<b>Figura 15</b>	Configuración de las unidades para el modelamiento – WaterCad.....	44
<b>Figura 16</b>	Configuración de la fórmula para pérdida de carga – WaterCad.....	45
<b>Figura 17</b>	Configuración de la fórmula para pérdida de carga – WaterCad.....	45
<b>Figura 18</b>	Configuración de diámetro y material de tuberías – WaterCad.....	46
<b>Figura 19</b>	Configuración para plantilla del plano de la red – WaterCad.....	47
<b>Figura 20</b>	Configuración para plantilla del plano de la red – WaterCad.....	47
<b>Figura 21</b>	Trazo de la red de agua potable en el programa WaterCad.....	48
<b>Figura 22</b>	Insertar cotas en los nodos de la red – WaterCad.....	49
<b>Figura 23</b>	Insertar caudal de demanda en los nodos de la red – WaterCad.....	49
<b>Figura 24</b>	Configuración de la información del reservorio – WaterCad.....	50
<b>Figura 25</b>	Ejecución del programa – WaterCad.....	51
<b>Figura 26</b>	Tablas de resultados: Pipe Table y Junction Table – WaterCad.....	51
<b>Figura 27</b>	Vista general del programa WaterCad.....	53
<b>Figura 28</b>	Nodo J1, J3, J4 y J5, y sus tuberías correspondientes – Vista en WaterCad .....	57
<b>Figura 29</b>	Presión en nodos de la red – WaterCad.....	58
<b>Figura 30</b>	Demanda en nodos de la red – WaterCad.....	59
<b>Figura 31</b>	Velocidad en las tuberías de la red – WaterCad.....	60
<b>Figura 32</b>	Caudal en las tuberías de la red – WaterCad.....	61

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal realizar el modelamiento en el programa WaterCad del sistema de agua potable existente en el Sector La Pampa del Centro Poblado Huangamarca, Otuzco, La Libertad en el año 2022. Además, realizamos un levantamiento topográfico y el diagnóstico del estado actual de dicho sistema; con el modelamiento se obtuvo el caudal y velocidad en las tuberías y la presión en los nodos.

Para ello, se realizó una visita técnica en el lugar de estudio, un levantamiento topográfico y el análisis en gabinete. Obtuvimos un Caudal Promedio ( $Q_{prom}$ ) de 0.04 l/s, un Caudal Máximo Diario ( $Q_{md}$ ) de 0.05 y un Caudal Máximo Horario de ( $Q_{mh}$ ) de 0.08 l/s. Para realizar el modelamiento, trabajamos con un caudal de 0.26 l/s (caudal de salida del reservorio). A partir del modelamiento, obtuvimos una velocidad promedio de 0.18 m/s (con un valor máximo de 0.4911 m/s y un mínimo de 0.0063 m/s), un caudal promedio de 0.11 l/s que recorre por las tuberías y una presión promedio de 40.27 mca (con un valor máximo de 99 mca y un mínimo de 12 mca); los valores obtenidos del modelamiento de la red existente no cumplen con lo establecido en la Norma Técnica de Opciones Tecnológicas.

Como propuesta de mejora, realizamos un nuevo modelamiento, en el cual se implementó 3 CRP-7 en la red de distribución. Reduciendo la presión en los nodos, obteniendo un promedio de 19.91 mca (con un valor máximo de 37 mca y un mínimo de 12 mca). Se puede concluir que, gracias al modelamiento en este programa, podemos realizar mejoras en un tiempo más corto y optimizando recursos.

**PALABRAS CLAVES:** Modelamiento, WaterCad, demanda, presión, velocidad.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

#### Contexto internacional

En diferentes países, la seguridad de los sistemas de agua potable varía regionalmente de manera considerable, por ejemplo, en el África Subsahariana solo un 24% del total de la población cuenta con un sistema que los abastezca de manera segura con agua de calidad, lo que muy al contrario se ve en Europa y Norte América, donde el 94% de su población es abastecida. En el 2015 se indicó que el número de personas que aun reunían agua para su consumo correspondían a 159 millones, el cual resultaba ser no tratada, esta provenía directamente de fuentes superficiales y aguas estancadas, el 58% de la población que realizaba estas prácticas pertenecían al África Subsahariana (UNESCO, 2019).

La Organización Mundial de la Salud [OMS] & el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF] presentaron un informe denominado "Progresos en Materia de agua potable, saneamiento e higiene", en el cual menciona que: los servicios de agua salubre no son brindados a la totalidad de la población por lo que se estima que 2200 millones de personas no cuentan con dicho servicio; es por este motivo que se considera que brindar el servicio no es suficiente, puesto que el agua debe ser idónea para el consumo de los seres humanos. También mencionaron que, anualmente mueren alrededor de 297.000 infantes menores de 5 años a causa de afecciones diarreicas, las cuales se encuentran vinculadas con un saneamiento deficiente o agua insalubre (OMS & UNICEF, 2017).

A través del informe del párrafo anterior, se pudo conocer que, el hecho de proporcionar un servicio de agua no garantiza que esta sea salubre para el consumo de los seres humanos. En las poblaciones rurales, además de encontrar un déficit de los servicios básicos, encontramos que los recursos hídricos a los que acceden no son totalmente aptos para su

consumo; debido al desconocimiento o poca capacitación a las personas encargadas de operar y administrar los sistemas de agua existentes, no se realiza ningún tratamiento y se consume agua entubada, ocasionando que las personas, especialmente los niños, se enfermen, llegando a ocasionar decesos.

### **Contexto Nacional**

Se considera el agua potable como un derecho al que los humanos deben tener acceso, ya que es fundamental para la supervivencia y desarrollo económico. Sin embargo, en muchas localidades del Perú no hay acceso a este servicio y si se brinda, presenta muchas deficiencias, las cuales van desde el agua contaminada que consumen las personas hasta el mal estado de su infraestructura.

Según la información recolectada en el último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] en el año 2017, el 94.8% de las personas que residen zonas urbanas, disponen de agua potable, lo cual contrasta notablemente con el caso de las zonas rurales, donde solo el 76.3% puede acceder al servicio; sin embargo, solo el 73.3%, posee instalaciones dentro de la vivienda, el 1.1% fuera, y el 1.9% accede por instalaciones de uso público; cabe mencionar que del 23.7% de la población rural sin acceso, el 15% se suministra de agua de ríos, acequias u otras fuentes naturales, seguido de otros con un 4.2% (INEI, 2018).

En el departamento de La Libertad, solo el 91.6% de los pobladores, obtienen de una red pública agua potable, sin embargo, los beneficiarios de este servicio en esta población, con un nivel de cloro ideal, corresponden al 22.1%; cabe mencionar que el 54.1% de la población no cuenta con el servicio las 24h. Existen diferentes razones que generan estos resultados, algunas de las principales son: la falta de sistemas de cloración y el rechazo de la población al agua clorada. Los gobiernos locales, no brindan una capacitación a los centros poblados, y se genera un rechazo a lo desconocido (INEI, 2018).

El 19 de julio del 2019, la Agencia Peruana de Noticias: Andina, manifestó que 253 centros poblados de La Libertad, se abastecen de recursos hídricos no potables; la Defensoría del Pueblo demandó a entidades locales del departamento, a que corrijan las fallas de los sistemas de agua; puesto que según informes de la entidad regional, en los sistemas de abastecimiento se evidenció que la cantidad de coliformes superaban los límites permisibles (Andina, 2019).

Respecto a lo anterior, es importante mencionar que el agua para el consumo humano posee diferentes parámetros respecto al contenido microbiológicos que debe cumplir, puesto que el alto contenido de alguno de estos puede afectar a la salubridad; por este motivo, el agua debe tratarse en los sistemas de abastecimiento, ya sea por procesos químicos como la cloración o por procesos físicos como la filtración, de manera que sea posible confirmar el acceso a agua de calidad; por otra parte es importante mencionar que es necesario el mantenimiento de las infraestructuras cuyo contacto con el agua es permanente; todo ello corresponde a una adecuada gestión por parte de los administradores del servicio, que en muchos casos en zonas rurales, la función administrativa es desarrollada por las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento [JASS].

Como se menciona anteriormente, la cloración es un método para el tratamiento del agua, sin embargo, existe un rechazo por parte de la población hacia la cloración del agua que consumen; esta situación se debe, en parte, a la poca capacitación que se le brinda a las JASS y; por otro lado, existen comunidades donde no se ha instalado sistemas de cloración y tampoco se realizan análisis de forma regular al agua que la población consume, ni químicos, ni físicos o microbiológicos. Como consecuencia, los principales afectados son los niños, ya que se encuentran más propensos a adquirir enfermedades diarreicas.

## Contexto Local

La provincia de Otuzco está ubicada al NE de Trujillo a unos 75 Km (MPO, 2022).

Según el censo del INEI realizado el año 2017, indica que Otuzco consta de 24, 169 habitantes. De ellos, 4458 son de zonas rurales, y disponen de agua potable diaria mente, en tanto 1462 personas no cuentan con el mismo.

El responsable técnico de la municipalidad encargada de la jurisdicción se encarga de registrar información en el Sistema de Diagnóstico sobre Abastecimiento de Agua y Saneamiento en el Ámbito Rural [DATASS], en dicho sistema se indica que Huangamarca es un centro poblado ubicado en el distrito de Otuzco. Este centro poblado dispone de servicios de luz, agua y educación en los niveles: inicial y primaria. Está conformado por 5 sectores: La Pampa, Satapampa, La Hondura, El Antiguo y Pampa El Arco; a su vez cada sector cuenta de forma independiente con su sistema de agua potable. Al año 2019, existían 170 domicilios habitados con una población total de 477 habitantes distribuidos en los cinco sectores.

El presente estudio de investigación, se realizará con la información recolectada in situ, en el Sector La Pampa – Huangamarca. El sistema fue construido en el año 2011 siendo financiado por una Organización No Gubernamental [ONG], sin embargo, no hay información registrada respecto al nombre de dicha institución y al monto de financiamiento.

Al día de hoy, el sistema existente es administrado por la JASS – Huangamarca La Pampa, la cual está conformada por los siguientes integrantes: presidente, secretario, tesorero, 2 vocales y un fiscal, además del operador; estos a su vez son monitoreados por un responsable del municipio de Otuzco.

En la actualidad, se ha instalado un sistema de cloración como medida para desinfectar el agua que consume la población del sector a estudiar; este se encuentra instalado en el reservorio y es manipulado por el operador de la junta.

La finalidad del presente trabajo es modelar la red de agua potable existente en el Sector La Pampa – Huangamarca mediante el programa WaterCad; de tal manera evaluaremos si el caudal existente satisface las necesidades de la población y cumple con lo solicitado en la norma. Luego de obtener los resultados, procederemos a identificar cuáles son los puntos por mejorar.

## 1.2. Formulación del problema

### **Problema General:**

¿Cuál es el modelamiento del sistema de agua potable mediante el programa WaterCad del Centro Poblado Huangamarca, distrito y provincia de Otuzco, La Libertad - 2022?

### **Problemas Específicos:**

- ¿Qué topografía presenta el terreno donde se encuentra ubicado el Sector La Pampa - Huangamarca?
- ¿Cuál es el estado actual del sistema que abastece de agua potable al Sector La Pampa - Huangamarca?
- ¿Cuáles son los caudales, velocidades y presiones que se presentan en la red de distribución en el Sector La Pampa - Huangamarca?
- ¿De qué manera se puede mejorar el servicio de agua potable en el Sector La Pampa - Huangamarca?

## 1.3. Objetivos

### **Objetivo General:**

Modelar el sistema de agua potable del Centro Poblado de Huangamarca, distrito y provincia de Otuzco, departamento La Libertad – 2022, mediante el programa WaterCad.

### **Objetivos Específicos:**

- Realizar el levantamiento topográfico del terreno del Sector La Pampa - Huangamarca.

- Realizar el diagnóstico del estado actual del sistema que abastece de agua potable al Sector La Pampa – Huangamarca.
- Calcular los caudales, velocidades y presiones que se presentan en la red de distribución del Sector La Pampa – Huangamarca.
- Realizar un análisis de los resultados del modelamiento en mejora del servicio de agua potable en el Sector La Pampa - Huangamarca.

#### **1.4. Antecedentes teóricos**

Alberto y Hurtado (2019) diseñaron el sistema de agua potable para la comunidad de Irhua, en el distrito de Taricá; para cuyo modelamiento, los investigadores utilizaron el software WaterCAD. La indagación fue descriptiva con diseño no experimental. La captación que obtuvieron como resultado fue de tipo ladera y concentrado, un reservorio rectangular de tipo apoyado de 7 m<sup>3</sup>, línea de conducción (LC) de HDPE C-10 de 2,313.62 m y 60 mm de diámetro, línea de aducción (LA) y redes de distribución (RD) con tuberías de 2", 1" y ¾", 2 CRP-6 y 6 CRP-7 que alcance los 3,070.77 m. Concluyeron que con el uso del programa "WaterCAD" es posible establecer presiones, diámetros, velocidades, y porcentaje de pendientes para el diseño de las tuberías, sirviendo, así como una herramienta de trabajo que aminora el tiempo de diseño.

El trabajo de investigación presentado por Alberto y Hurtado, nos muestra que con el uso del software WaterCAD, optimizaron tiempo al momento de realizar la evaluación del diseño. Ya que permite interactuar con los diámetros de las tuberías, verificando que se cumplan las presiones y velocidades mínimas establecidas por el reglamento.

Cotrado y Gutierrez (2019), evaluaron la red que existe de agua potable en el Sub Sector de Distribucion 24 ubicado en el distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa.

Los investigadores utilizaron los softwares de modelamiento: WaterCAD Vi8 y Epanet 2.0, con lo cuales evaluaron los 39 nudos y 2 CRP de la red primaria, en la red de distribución entera y que se alimenta de un reservorio identificado como R-11 de 1250 m<sup>3</sup>, y con un gasto de 95.11 l/s; esta red estuvo constituida por tuberías de PVC ejecutado entre los años 1995 y 2000. La indagación fue descriptiva con diseño no experimental. Obtuvieron como resultados que; ambos programas mostraron que el caudal de R-11 es 95.11 l/s; las presiones se relacionan con el diámetro ( $\emptyset$ ) de las tuberías; en los nudos 05, 06, 07 las presiones están entre 7 y 9 mca, por lo que no se cumple con las presiones indicadas por la norma OS 050; también se obtuvo del modelamiento que fue diseñado con velocidades entre 0.01m/s a 1.88 m/s. Concluyeron que los programas "WaterCAD Vi8" y "Epanet 2.0", en el modelamiento dan resultados coherentes con los que existen y ayudan a identificar los puntos donde existe mayor falencia del sistema de agua potable existente.

En el trabajo mencionado anteriormente, vemos que al realizar el modelamiento en dichos programas ayuda a evaluar la situación actual de un sistema y reconocer en donde está fallando; asimismo, podemos diseñar y plantear soluciones en aquellos tramos donde no esté funcionando de manera adecuada, en cumplimiento con las normal del reglamento.

Guillen (2021) uso el programa WaterCAD para el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable (SAAP) para el pueblo de Espite. La indagación fue descriptiva con diseño no experimental. Del modelamiento obtuvo como resultados una captación tipo ladera, LC, reservorio, LA, RD, se obtuvo que la cantidad de tubería PVC de 1" de diámetro necesaria es 3,746.56 m, velocidades inferiores a 0.3 m/s a causa de caudales pequeños. Concluyó que software "WaterCAD V10.5", optimiza el modelamiento del SAP en la comunidad en estudio.

A partir de los resultados y conclusiones obtenidas en la anterior investigación, usar softwares como WaterCAD nos ayudan a optimizar el tiempo y además permite analizar diferentes situaciones, de tal modo que podamos encontrar la que mayor beneficio presente para la población. Asimismo, al evaluar las situaciones, encontramos cuál es el problema que afecta el correcto funcionamiento del sistema.

Gutiérrez y Huamani (2019), realizaron el modelamiento del sistema de abastecimiento de agua potable usando el programa WaterCAD en el diseño de las redes de distribución en la primera fase del proyecto San Antonio de Mala. La indagación fue descriptivo, cuantitativo y de diseño no experimental. Del modelamiento se obtuvo un caudal de diseño de 60 l/s y una tubería de bombeo de 10" de diámetro y 609 m, cuya capacidad es de 4495 m<sup>3</sup>/día. Concluyeron que; el levantamiento topográfico influyó en el modelamiento, ya que las curvas de nivel son la base para el modelamiento; "WaterCAD" incide directamente en el diseño, ya que permite diseñar distintos modelos, de los cuales se puede acoger el que cumple con las necesidades requeridas.

A partir de la investigación realizada por Gutiérrez y Huamani, podemos concluir que realizar un levantamiento topográfico es el paso fundamental antes de realizar el modelamiento. Los datos obtenidos en dicho estudio, permiten identificar de manera correcta el recorrido que realiza el sistema, las coordenadas y cotas de los componentes, además de las curvas de nivel existentes en el terreno.

Valenzuela y Orrill (2019), evaluaron la red de distribución de agua potable en la comunidad de Paucartambo efectuando el modelamiento con el programa WaterCAD. La indagación fue descriptiva con diseño no experimental. Se obtuvo una reducción en la dotación (302.38 lt/hab/día), de forma que esté dentro de lo establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE] (180 lt/hab/día), cual representó la reducción hasta un 40.47% de análisis de agua no facturada (ANF) del 68% original, lo

cual asegura un funcionamiento óptimo, en un contexto que no considere el análisis de ANF. Concluyeron que el "WaterCAD" demostró ser una herramienta, la cual permitió evaluar distintas situaciones y comportamientos, en la red de distribución.

Realizar un modelamiento con una herramienta digital como lo es WaterCAD, permite evaluar las diferentes situaciones que se presentan en una red de agua potable; gracias a las funciones que tiene dicho programa podemos realizar modelamientos que cumplan los factores de diseño establecidos en los reglamentos y guías de diseño, de tal manera que la población pueda contar con un sistema óptimo y sostenible.

### **1.5. Marco Teórico**

El agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial son considerados servicios necesarios para la población; a esto se le denomina saneamiento básico. En las entidades locales, incluyen el servicio de limpieza pública (Morillo, 2020).

El abastecimiento de agua potable hace referencia al servicio que se le ofrece a la población, el cual consiste en abastecerles de agua que sea apta para el consumo humano y de manera óptima, para ello es importante que se cuente con una infraestructura sanitaria completa y en buen estado (Villacis, 2018).

Los sistemas de abastecimiento de agua potable (SAAP) son diseñados siguiendo los lineamientos establecidos en los reglamentos técnicos, y además se realizan con la finalidad de satisfacer las necesidades de la población beneficiaria del proyecto (Barrios et al., 2009). En la Figura 1, observamos la clasificación de los diferentes sistemas de abastecimientos de agua potable convencionales; mientras que en la Figura 2, sus principales componentes.

**Figura 1**

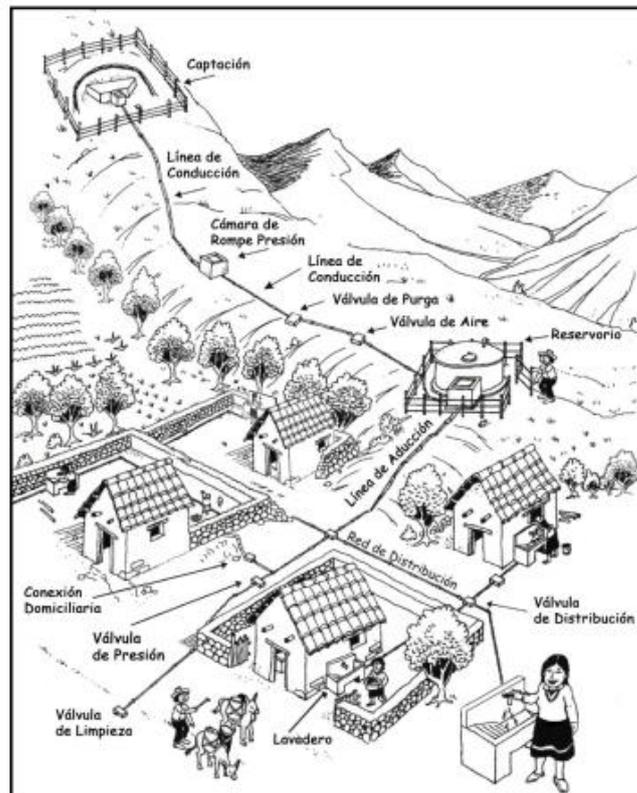
*Tipos de sistemas convencionales*



*Nota:* El esquema representa la clasificación que tiene un sistema convencional que abastece de agua potable a una determinada comunidad, este se puede clasificar por gravedad o por bombeo; y asimismo algunos reciben tratamiento y otros no. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2**

*Componentes de un SAAP*



*Nota:* En la Figura 2, encontramos los principales componentes existente en el SAAP.

Fuente: Barrios et al., 2009

- **Captación:** Se encarga de recoger el agua de una fuente ya sea superficial o subterránea, y así poder obtener el mayor caudal posible (MVCS, 2018).

### Figura 3

*Captación de manantial – tipo ladera*



*Nota:* Se observa en la Figura 3, algunas de las partes que componen la captación de tipo ladera, existente en el Sector La Pampa - Huangamarca.  
Fuente: Elaboración propia.

- **Línea de conducción:** En los sistemas por gravedad, se considera como un conjunto de tubería interconectadas, las cuales tienen como objetivo el transporte al reservorio el agua de la captación, de forma que en todo el recorrido soporten la presión del agua, evitando su fuga, para lograrlo dentro del recorrido de la tubería, se pueden colocar dispositivos de control como cajas rompe presión tipo 6 (CRP-6); asimismo, se pueden ubicar estructuras que permitan el tratamiento del agua en ciertos tramos de la tubería, si el proyecto lo considera necesario (Martínez et al., 2011).

**Figura 4**

*Línea de conducción del Sector La Pampa, Huangamarca - Otuzco – La Libertad*



*Nota:* En la Figura 4, observamos un tramo de tubería PVC expuesta que forma parte de la línea de conducción de la red existente en el Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

- **Válvula de aire:** Permite la eliminación del aire generado en las tuberías debido a las pendientes existentes en el recorrido (García, 2009).
- **Pase aéreo:** es una estructura compuesta por anclajes y cables, que permiten la conducción del agua en una geografía accidentada, en la cual no se puede continuar con la tubería enterrada (MVCS,2018).
- **Reservorio:** Acorde lo que señala la “Norma OS.030”, es una estructura que cumplen la función del almacenar agua potable, los cuales aparte de cumplir con la función inicial, también permiten la distribución del agua, de manera que alcance una presión constante en los predios; aparte de que aseguran la continuidad del agua en caso haya fallas en el sistema o se realice operaciones de mantenimiento (MVCS & SENCICO, 2006).

### Figura 5

*Reservorio de agua potable - Sector La Pampa – Huangamarca – Otuzco –  
La Libertad*



*Nota:* Figura 5, mostramos el reservorio de agua potable ubicado en el Sector La Pampa - Huangamarca. El cual cuenta con un cerco perimétrico que protege del ingreso de animales. Fuente: Elaboración propia.

- **Red de distribución:** García, E. (2009), nos indica que: son aquellas tuberías que se encargan de distribuir el agua desde el reservorio hasta las conexiones domiciliarias de cada vivienda o institución.

### Figura 6

*Línea de aducción Sector La Pampa, Huangamarca – Otuzco – La Libertad*



*Nota:* En la Figura 6, encontramos un tramo de tubería que corresponde a la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

- **Cámaras Rompe Presión (CRP-7):** Se usan para disminuir las presiones máximas de una tubería, por lo que se recomienda instalarse a una distancia mínima de 50m de desnivel, debe tener un flotador de cierre automático, además cuenta con una tubería de rebose (MVCS, 2018).

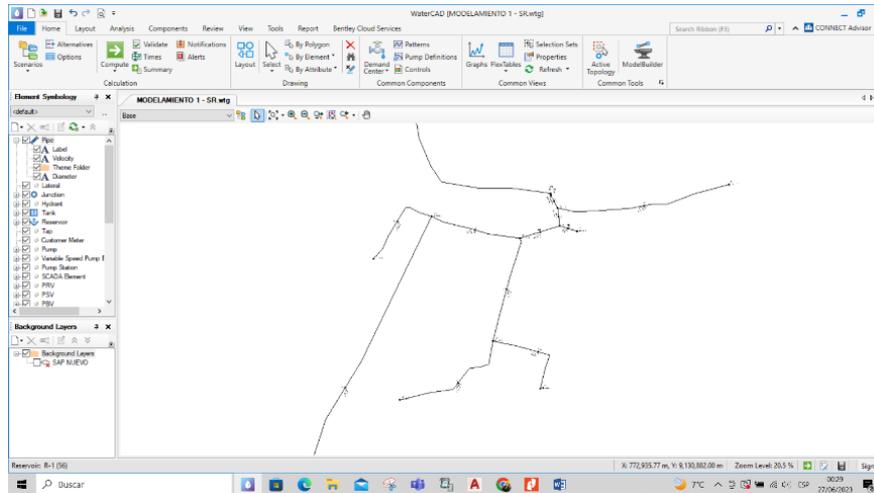
Un sistema de agua potable es considerado sostenible cuando la estructura que lo compone se encuentra en estado óptimo y permite cubrir el requerimiento de recursos hídricos salubres para una comunidad en crecimiento; de forma que asegure la calidad y continuidad del servicio de agua; es preciso mencionar que, en poblaciones rurales, el sistema logra su condición sostenible, mediante gestiones del servicio y operaciones de mantenimiento, administrado por una JASS.

Para mantener dicho sistema en buenas condiciones se requiere realizar actividades de operación y mantenimiento en la infraestructura. Las actividades que se ejecutan ayudan a garantizar que el suministro de agua potable se realice de forma eficiente, en zonas rurales son administrados por una JASS; estos trabajos comprenden el manejo de válvulas, limpieza de estructuras, desinfección del agua, reparaciones y similares, los cuales deben ser ejecutados por un operador el cual emplee, herramientas y materiales que requiera cada trabajo.

El Software WaterCad, Es un programa mediante el cual se pueden realizar modelamientos de sistemas de conducción y distribución de líquidos a presión; así mismo permite determinar el dimensionamiento a partir del análisis del comportamiento hidráulico (Gutierrez & Huamani, 2019).

**Figura 7**

*Ventana principal del software WaterCad*



*Nota:* En la Figura 7, la vista de la ventana principal del programa WaterCad.

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo y diseño de Investigación

#### 2.1.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación desarrollado es de tipo no experimental-descriptivo, en el cual veremos el comportamiento de la variable propuesta dentro de la unidad de estudio.

Es así, que evaluaremos el estado actual de la red de distribución del Sistema de Agua Potable del Sector La Pampa – Huangamarca, observar las velocidades y presiones obtenidas; y en base a ellos presentar una propuesta de mejora de ser el caso.

#### 2.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es transversal descriptiva, la información se obtiene de reglamentos y normas técnicas, levantamiento topográfico y elaboración de diagnóstico actual, el cual nos permite identificar las principales causalidades para poder aportar una solución a lo detectado.

Con el uso del programa WaterCad, evaluaremos los parámetros de diseño establecidos para los SAAP en las zonas rurales y si el existe en la zona de estudio cumple con dichos valores.

### 2.2. Variable

**Sistema de Agua Potable:** Es un conjunto de estructuras hidráulicas, capaces de transportar cierto caudal de agua, desde una fuente hasta los predios de los usuarios; de forma que cubra el consumo que requiere la población; asimismo cumple la función de captar, transportar, tratar, almacenar y distribuir el agua (Cardenas & Patiño, 2010).

#### 2.2.1. Clasificación de variable

##### a. Dimensiones

- **Levantamiento Topográfico:** Es un estudio técnico, el cual se desarrolla mediante varias actividades de campo y gabinete, las cuales tienen por finalidad describir la topografía del terreno.
- **Elementos del sistema de agua potable:** cumplen funciones específicas, siendo cada estructura importante para el correcto funcionamiento del sistema, estos son: Captación, LC, PTAP, reservorio, LA, RD y conexiones domiciliarias.
- **Demanda poblacional:** Es la demanda hídrica necesaria para satisfacer el consumo de la población.

#### b. Indicadores

- **Nivel de cota de terreno y de componentes hidráulicos:** se define a qué altura se encuentran ubicados las estructuras, progresivas de tramos de tuberías y obras de arte del sistema, se mide en (m.s.n.m.), las cotas y curvas de nivel son los datos más importantes a tener en cuenta para el diseño y modelamiento por gravedad.
- **Captación de agua:** Es la primera estructura con la cual se capta el agua que recorrerá el sistema, puede ser de diferentes tipos, tipo ladera, de rejas, de barraje, de impulsión, etc.; según el tipo de fuente.
- **Línea de Conducción (LC):** Son tuberías conectadas, las cuales inician en la captación y finalizan en el reservorio, generalmente estas tuberías son PVC, aunque hoy en día también se emplean de materiales como el HDPE y F°G°.
- **Reservorio:** Es una estructura del sistema que sirve para asegurar que la población se mantenga constantemente abastecida de agua, la estructura es diseñada de acuerdo con la demanda poblacional, por lo general en sistemas por gravedad se emplean los reservorios tipo apoyados.

- **Línea de Distribución:** Se conforma por un grupo de tuberías que transportan hasta los usuarios el agua del reservorio.
- **Cámaras Rompe Presión:** Son estructuras encargadas de mantener una presión estable a lo largo de las LC y LA, estas estructuras se ubican en tramos donde las tuberías no serán capaces de resistir la presión del agua en ese punto, esto depende de la clase de tubería a utilizar, por lo general se ubican se ubican cada 70 mca, existen dos tipos: CRP-6 que se ubica en la LC y CRP-7, la cual se ubica en la línea de aducción.
- **Caudal existente:** Es caudal del punto de afloramiento donde se captará el agua, este dato es de especial relevancia, dado que permite establecer si ese caudal es capaz de satisfacer la demanda poblacional.

### 2.3. Matriz de operacionalización de variables

Permite consolidar los elementos claves de la investigación: dimensiones, indicadores y escalas de medición. Para revisar a detalle dicha matriz, observamos el Anexo N° 1.

### 2.4. Población y/o muestra

#### 2.4.1. Población

El centro poblado de Huangamarca, está conformado por los siguientes sectores:

- Sector La Pampa
- Sector Pampa El Arco
- Sector La Hondura
- Sector Satapampa
- Sector Nico Mendoza

Cabe recalcar que cada uno cuenta con un sistema independiente.

#### 2.4.2. Muestra

La muestra se conforma por el Sector La Pampa – CCPP Huangamarca. Esta fue considerada por conveniencia, debido a su ubicación estratégica al centro de los demás sectores. Este sector tiene 56 habitantes, 26 conexiones domiciliarias y 2 conexiones para el Jardín Inicial y la Institución Educativa Nivel Primaria.

### Figura 8

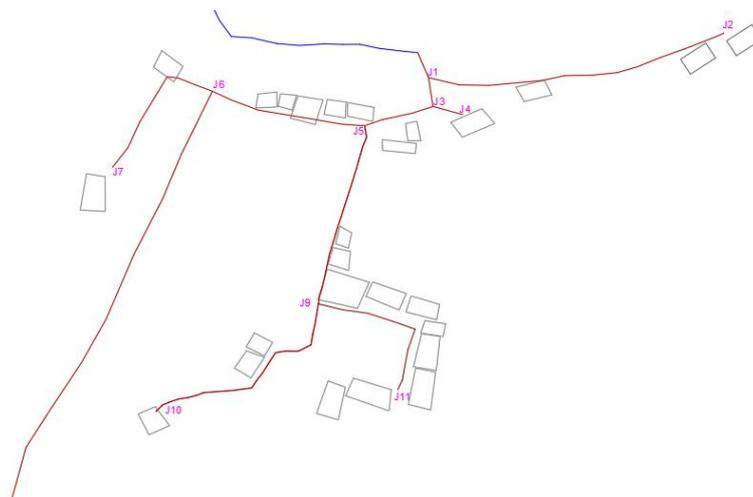
*Vista satelital de las viviendas del Sector La Pampa - Huangamarca*



*Nota:* En la Figura 8, se observa la vista satelital del sector a intervenir. Fuente: Google Earth.

### Figura 9

*Plano de distribución de tuberías del SAAP del Sector La Pampa - Huangamarca*



*Nota:* En la Figura 9, observamos el plano de las tuberías de distribución del sector La Pampa. Fuente: Elaboración propia.

### 2.4.3. Materiales

En la presente investigación se usaron diversos materiales, según la etapa de desarrollo, tenemos:

- **Levantamiento topográfico:** estación total, prisma, bastón porta prisma, libreta de notas, GPS navegador, cámara fotográfica.
- **Recolección de datos:** a través de levantamiento topográfico, encuesta, lapiceros, información bibliográfica, cámara fotográfica.
- **Análisis de datos:** laptop para analizar y modelar la información, libreta o cuaderno de notas (apuntes), además de materiales de oficina.

## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.5.1. Técnica de recolección de datos

Usamos la técnica de la observación in situ, para ver el estado actual del SAAP que existe en área. Siendo esta una de las más confiables, ya que permite conocer la realidad que afronta la muestra a trabajar.

Por otro lado, se realizó un análisis documental de información estadística del INEI, para información necesaria para realizar el análisis del sistema. Ahí pudimos encontrar una tasa de crecimiento poblacional. Siendo este dato de vital importancia para el análisis del diseño.

Asimismo, con el levantamiento topográfico (Ver Anexo 5), obtuvimos las coordenadas y altitudes de cada componente del sistema. Información que resulta imprescindible al momento de realizar el modelamiento.

### 2.5.2. Instrumentos de recolección de datos

Se usaron formatos de encuesta (Ver Anexo 10), para la recolección de información en campo, así se logró registrar datos como el estado actual del SAAP, población beneficiada, número de conexiones, entre otros.

Además, recopilamos información del DATASS, sobre el estado del SAAP de este sector.

### **2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos**

Estos fueron validados por los ingenieros: Ing. Luis Antonio Gutiérrez Alvarado, con colegiatura CIP N° 211272, Ing. Deybi Abel Rodríguez Orbegoso, con colegiatura CIP N° 268426, Ing. Carlos Alberto Heredia de la Torre con colegiatura CIP N° 163063 e Ing. Jorge Leonidas Lizarraga Medina. En el Anexo 3, se puede observar la validez del instrumento.

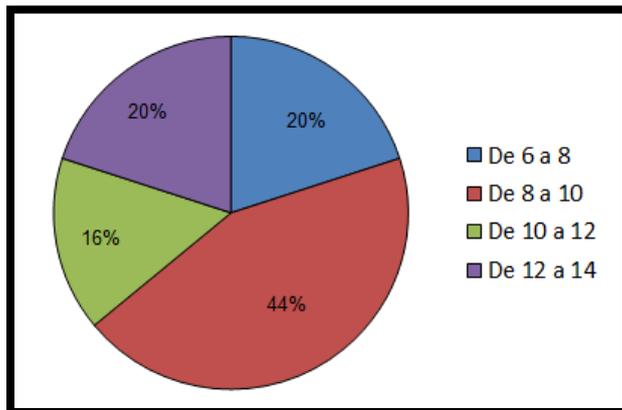
### **2.5.4. Análisis de datos**

La información recopilada mediante la encuesta fue distribuida en modelos gráficos diversas que indican el número de pobladores beneficiarios, domicilios, tipos de servicios existentes, entre otros.

A continuación, se presentan los modelos gráficos a usar para analizar y desarrollar la investigación.

**Figura 10**

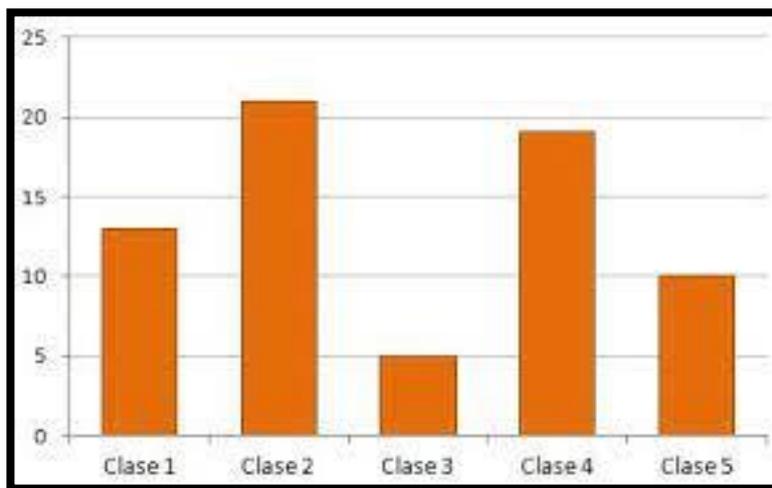
*Modelo gráfico circular*



*Nota:* En la Figura 10, se observa un modelo gráfico, circular el cual realizaremos más adelante. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 11**

*Modelo gráfico de barras*



*Nota:* En la Figura 11, se observa un modelo gráfico de barras, el cual realizaremos más adelante. Fuente: Elaboración propia.

## 2.6. Procedimiento

Realizamos la visita técnica al sector La Pampa y realizamos el recorrido que realiza su sistema de agua potable, con la finalidad de recolectar información actualizada.

En primer lugar, nos reunimos con el presidente, secretario y tesorero de la JASS; aplicamos la encuesta de recolección de datos (Anexo10), en la cual registramos información como la cantidad de conexiones domiciliarias, el número de habitantes, antigüedad del proyecto, recorrido del sistema de agua; mientras que la información del estado actual está en el diagnóstico (Ver Anexo 4).

Una vez realizada la encuesta y con el acompañamiento de un representante de la JASS, realizamos el recorrido correspondiente desde la captación hasta las redes de distribución y se realizó el levantamiento topográfico (Anexo 5). Se elaboró un plano general de la red, este se realizó en base a la información recolectada de la JASS y el recorrido realizado. En el plano se indica la trayectoria que realizan las tuberías y sus respectivas dimensiones.

### 2.6.1. Parámetro de diseño

El MVCS en su norma publicada en el 2018, nos menciona que debemos tener en cuenta los siguientes parámetros de diseño al momento de realizar un proyecto de agua potable en zonas rurales:

- **Periodo de diseño:** se considera un periodo de 20 años para la infraestructura hidráulica; a excepción de equipos de bombeo y UBS, que es 10 años y 5 años dependiendo el tipo de disposición sanitaria de excretas. Para determinar este tiempo se tiene que considerar algunos factores como: Tiempo útil de los equipos e infraestructuras, vulnerabilidad de la infraestructura, crecimiento poblacional y economía de escala (MVCS, 2018).
- **Población de Diseño:** Se define como la medida de las personas previstas, para las cuales se captará un determinado caudal de agua; es posible calcular esta medida a partir de las tasas de crecimiento poblacional suministradas por el INEI (MVCS, 2018).

***Ecuación 1: Población de diseño prevista según el método aritmético***

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

Donde:

$P_d$  = Población de diseño (hab.)

$P_i$  = Población inicial (hab.)

r = Tasa de crecimiento (%)

t = Periodo de diseño (años)

La  $P_i$  se obtiene del censo poblacional, publicado por el INEI (Morillo, 2020).

Además, la norma indica que, si “r” tiene un valor negativo, se debe considerar una población de diseño, similar a la actual ( $r = 0$ ).

- **Dotación de agua:** Es el consumo de agua que tiene en promedio un habitante por día, es decir, cuánta agua usa para su aseo personal, cocinar entre otras actividades realizadas diariamente (MVCS, 2018).

**Tabla 1**

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

Región	Dotación según tipo de opción tecnológica (l/hab.d)	
	Sin arrastre hidráulico (compostera y hoyo seco ventilado)	Con arrastre hidráulico (tanque séptico mejorado)
Costa	60	90
Sierra	50	80

Selva

70

100

*Nota:* En la Tabla 1, observamos la dotación de agua según el tipo de opción tecnológica y región. Fuente: MVCS, 2018.

En viviendas cuya fuente de agua tiene origen pluvial, se asume una dotación de 30 l/hab.d (MVCS, 2018).

#### - Variaciones de consumo

Para el consumo máximo diario ( $Q_{md}$ ), Se considera un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$  del siguiente modo:

***Ecuación 2: Caudal promedio diario (l/s)***

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

***Ecuación 3: Caudal máximo diario (l/s)***

$$Q_{md} = 1.3 \times Q_p$$

Donde:

$Q_p$  : Caudal promedio diario anual (l/s)

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

$Dot$  : Dotación (l/hab.d)

$P_d$  : Población de diseño (hab)

Mientras que para el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ), se considera un valor de 2.0 del consumo promedio diario anual.

***Ecuación 3: Caudal máximo horario***

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

Donde:

$Q_{mh}$  : Caudal máximo horario (l/s)

$Q_p$  : Caudal promedio diario anual (l/s)

La línea de conducción debe tener la capacidad para conducir como mínimo, el  $Q_{md}$ , la línea de aducción la capacidad mínima para el  $Q_{mh}$  y las redes de distribución se debe diseñar para el  $Q_{mh}$ .

- **Velocidades admisibles:** en la línea de conducción, aducción y redes de distribución, se considerará lo siguiente: velocidad mínima no menor de 0.60 m/s, y en ningún caso puede ser menor a 0.30 m/s; y la velocidad máxima admisible debe ser de 3 m/s (MVCS, 2018).
- **Pérdidas en LC:** En tuberías horizontales, la pérdida de carga se manifiesta como una disminución de presión en el sentido del flujo (UNI-Norte, 2008). La ecuación de Darcy permite el cálculo de la pérdida de carga debido a la fricción dentro de una tubería.

***Ecuación 6: Darcy-Weisbach***

$$h_f = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

$h_f$  = Pérdida de carga (m)

$\lambda$  = factor de fricción de Darcy o coeficiente de rozamiento

L = Longitud de tramo (m)

D = Diámetro de la tubería (m)

$v$  = velocidad del flujo (m/s)

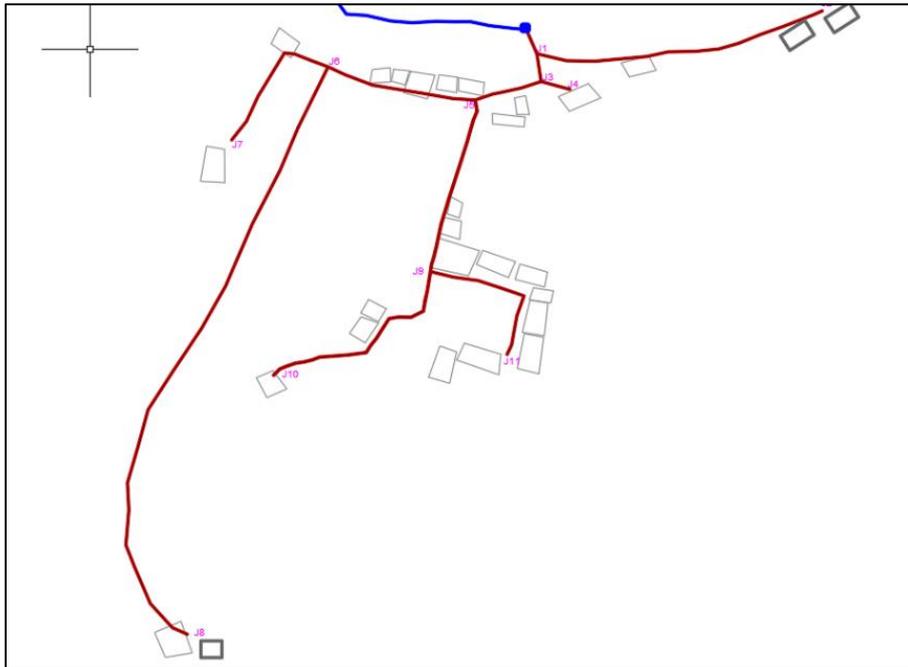
$g$  = gravedad (m/s<sup>2</sup>)

## 2.6.2. Análisis hidráulico del SAAP (red de distribución) del Sector La Pampa – Huangamarca

Con el uso del programa WaterCad, realizamos el cálculo hidráulico del sistema existente. En la Figura 12, observamos el recorrido que realiza la línea de distribución.

**Figura 12**

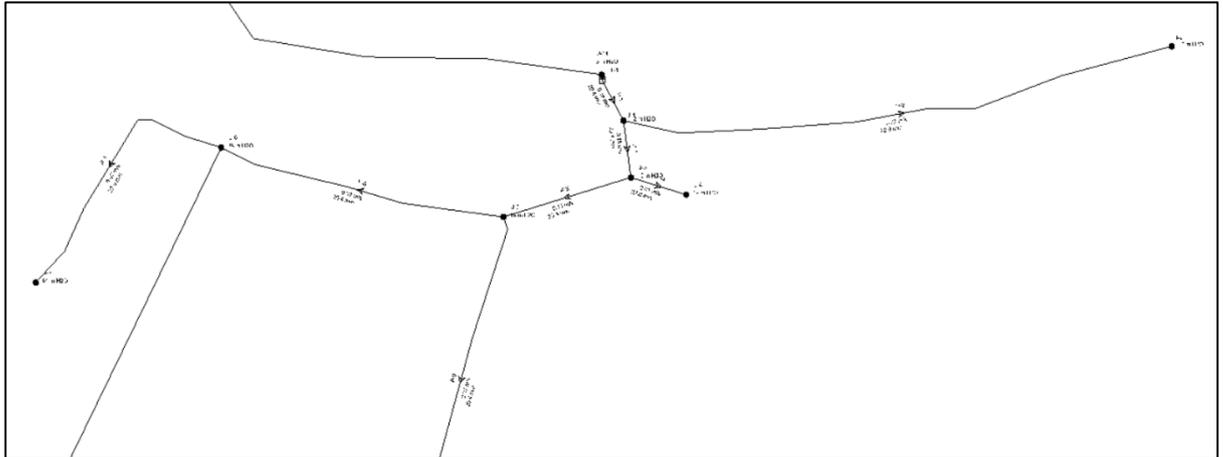
*Redes de distribución - Sector La Pampa*



*Nota:* En la Figura 12, se observa el sistema de red de distribución del Sector La Pampa. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 13**

*Detalle de las redes de distribución del Sector La Pampa*



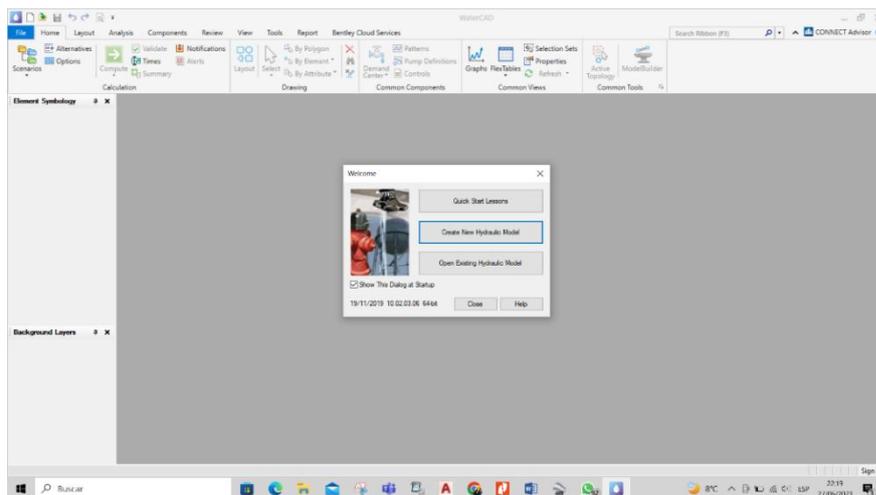
*Nota:* En la Figura 13, se observa los detalles en los nodos de la red de distribución del sistema en mención del Sector La Pampa. Fuente: Elaboración propia.

### **Creación y configuración para realizar un nuevo proyecto**

Al abrir el programa nos aparece una ventana flotante, elegimos **Create New Hydraulic Model**, tal como se observa en la Figura 14. Así empezamos un nuevo proyecto.

**Figura 14**

*Creación de nuevo modelamiento hidráulico - WaterCad*

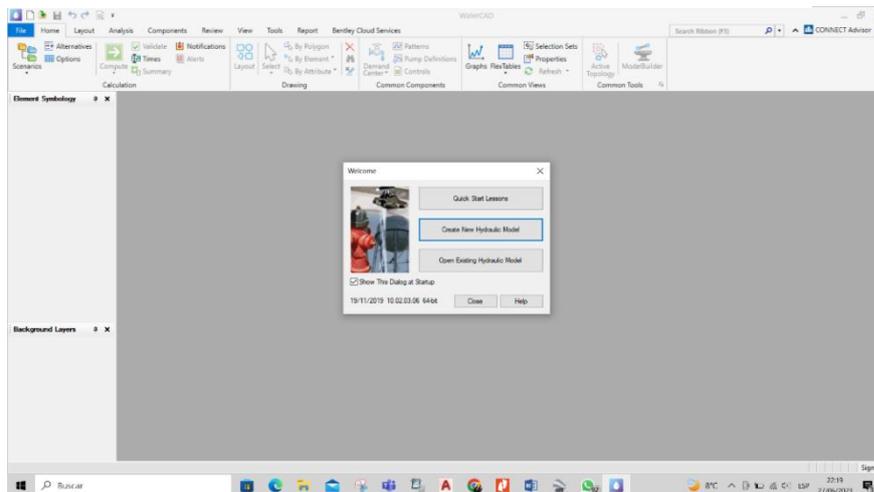


*Nota:* En la Figura 14, se observa la creación de un nuevo modelamiento en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

En la pestaña **Tools**, hacemos click en el ítem **More** y se despliega una ventana con diferentes opciones; entramos en **Options**. En esta ventana emergente, ingresamos a la pestaña **Units**. Verificamos que en la opción **Default Unit System for New Hydraulic Model**, sea **SI (System International)**. Cambiamos las unidades de la presión a **mH<sub>2</sub>O**, ya que por defecto están en kPa. Ver Figura 15.

### Figura 15

#### Configuración de las unidades para el modelamiento - WaterCad



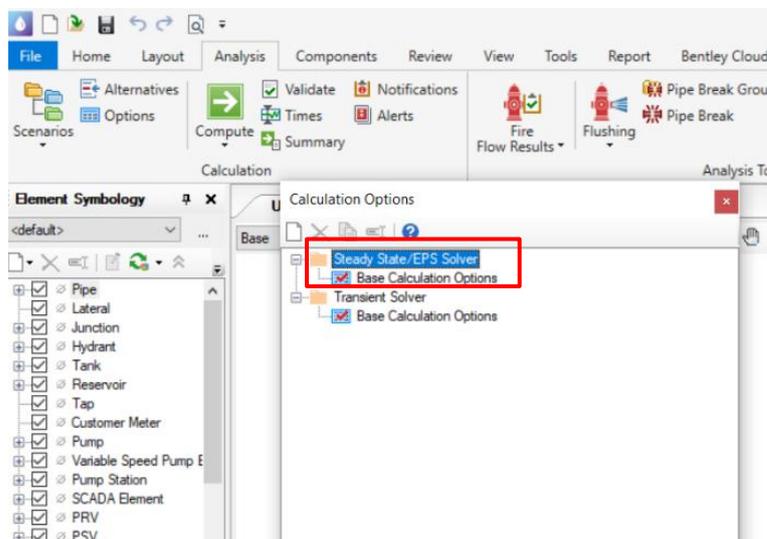
*Nota:* En la Figura 15, se observa la configuración de unidades para realizar el modelamiento en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

#### Configuración de la fórmula de pérdida de carga - WaterCad

En la pestaña **Analysis**, hacemos click en el ítem **Options** y se despliega una ventana con el nombre **Calculation Options**; en esta parte ingresamos a la opción **Steady State/EPS Solver**, ver Figura 16. Luego en la Figura 17, observamos las propiedades que se van a cambiar.

**Figura 16**

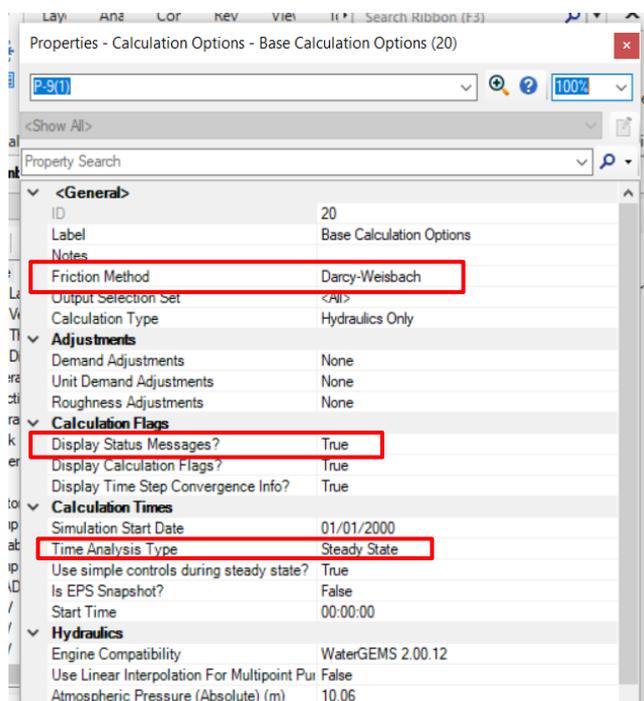
*Configuración de la fórmula para pérdida de carga - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 16, se observa la configuración para el modelamiento en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 17**

*Configuración de la fórmula para pérdida de carga - WaterCad*



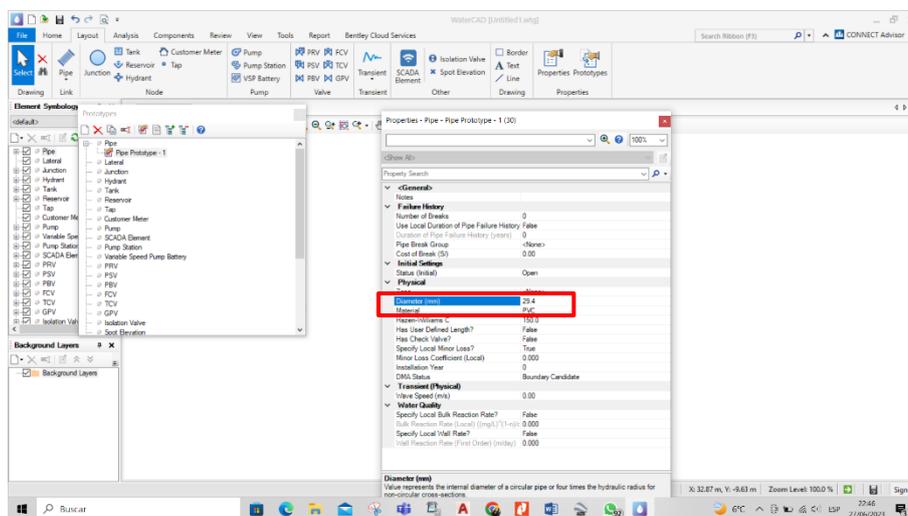
*Nota:* En la Figura 17, se observa la configuración de la fórmula para pérdida de carga, para el modelamiento en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

## Configuración de diámetros y material de las tuberías

En la pestaña **Layout**, ingresamos en la opción **Prototypes**. Se despliega las opciones que observamos en la Figura 18, en la opción **Pipe**, elegimos **New** y colocamos el nombre que deseamos. En las propiedades de esta nueva tubería, modificamos la opción de **Diameter** y **Material**, según corresponda.

**Figura 18**

### Configuración de diámetro y material de tuberías - WaterCad



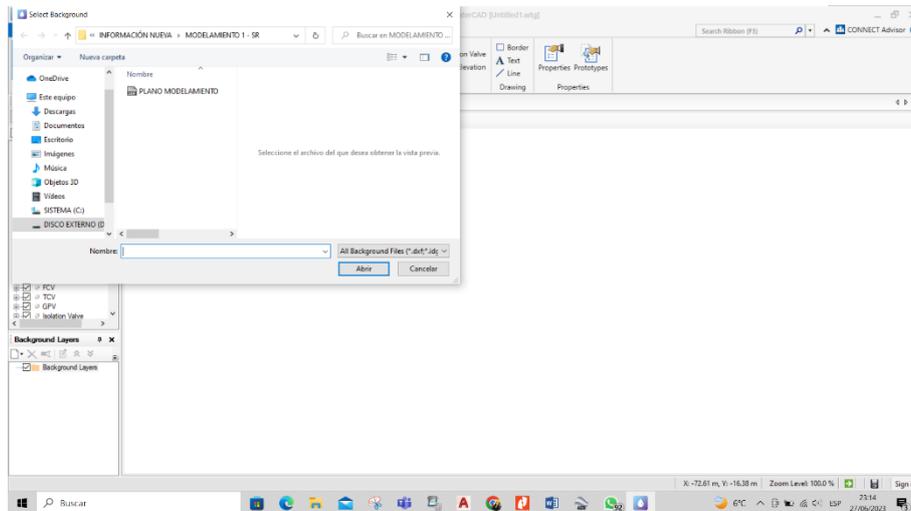
*Nota:* En la Figura 18, se observa la configuración de diámetros y material de tubería, para el modelamiento en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

## Plantilla del plano de distribución en formato Dxf

En la barra lateral, en la opción **Background Layers**, seleccionamos la opción **New** y luego seleccionamos el plano en formato **DXF**. Posterior a ellos, seleccionamos el color de las líneas y la transparencia (Ver Figura 19 y 20).

**Figura 19**

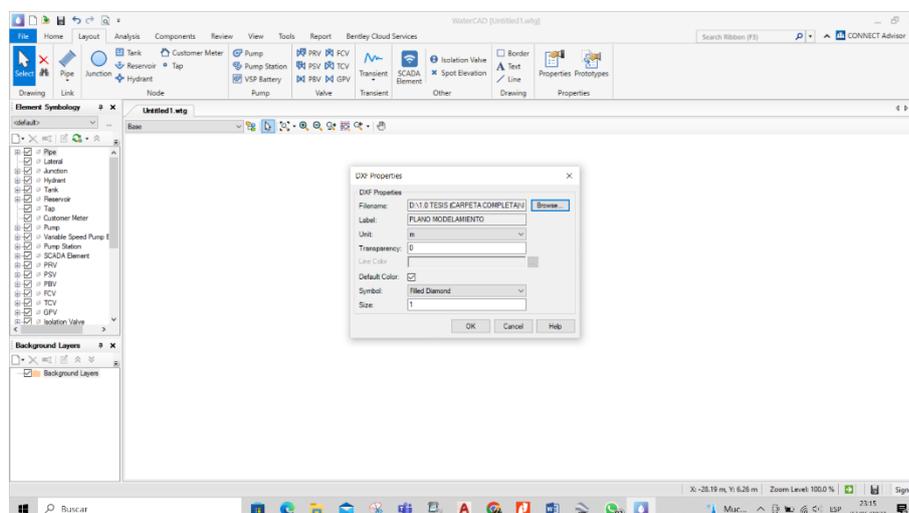
*Configuración para plantilla del plano de la red - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 19, se observa la configuración para la plantilla del plano de la red, para el modelamiento en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20**

*Configuración para plantilla del plano de la red - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 20, se observa la configuración para la plantilla del plano de la red, para el modelamiento en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

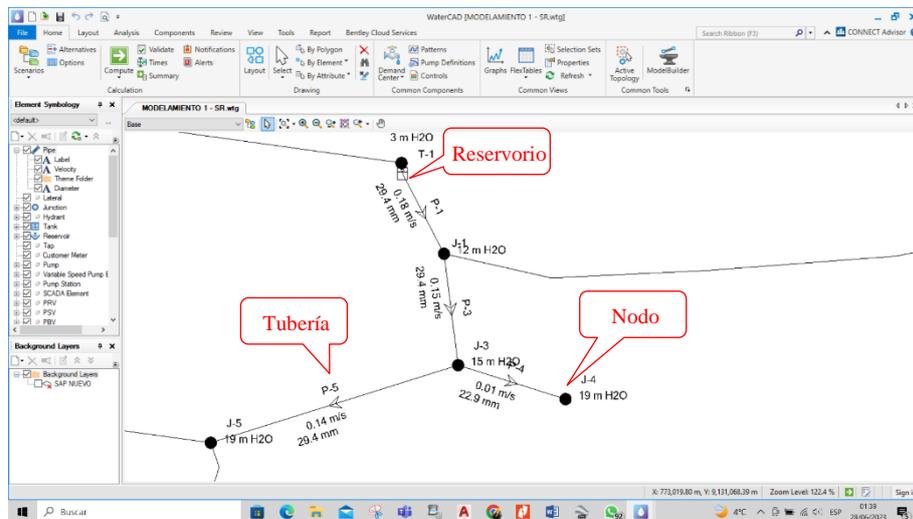
## Trazo de las tuberías, nodos, reservorio y demás componentes

En la pestaña **Layout**, seleccionamos la opción a añadir: **Tank**, **Junction**, **Pipe** entre otros. Una vez colocado el reservorio y los nodos, unimos los puntos con las tuberías.

En los quiebres, se usa la opción **Bend**. Ver Figura 21.

**Figura 21**

*Trazo de la red de agua potable en el programa WaterCad*



*Nota:* En la Figura 21, se observa el trazo de la red en el programa WaterCad.

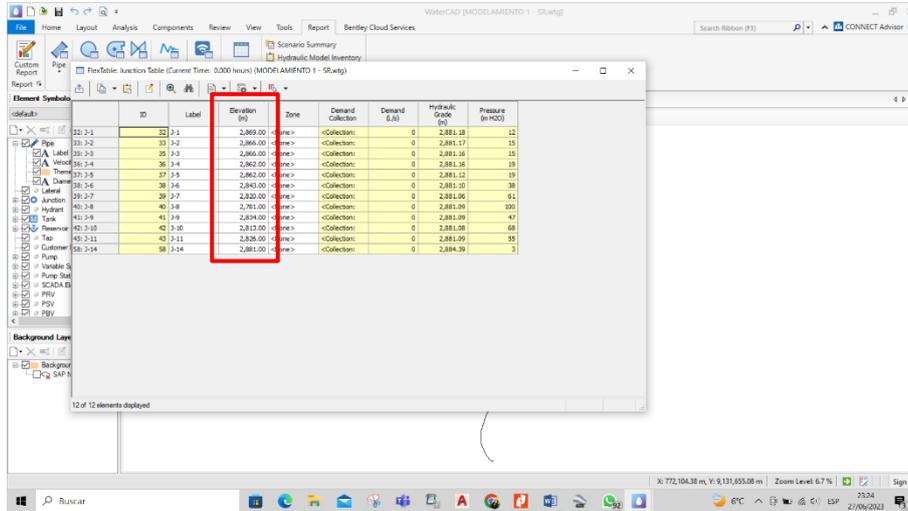
Fuente: Elaboración propia.

## Insertar Cotas y demanda de agua

En la pestaña **Report**, hacemos click en la opción **Junction** y se despliega la tabla **Flex Table: Junction Table**, tal como se observa en la Figura 22. En la columna **Elevation**, pegamos las cotas de los nodos.

**Figura 22**

*Insertar cotas en los nodos de la red - WaterCad*



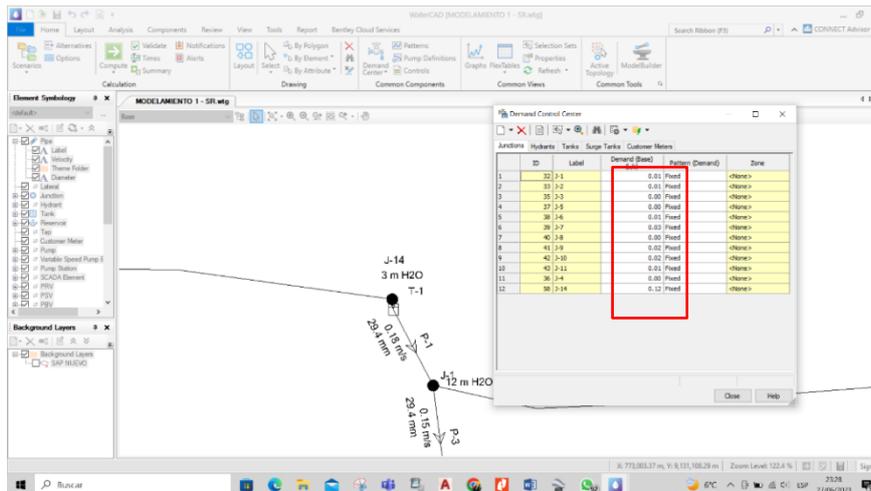
*Nota:* En la Figura 22, se observa las cotas de los nodos en la red - WaterCad.

Fuente: Elaboración propia.

En la pestaña **Home**, hacemos click en el item **Demand Center** y luego en la opción **Demand control center** e iniciar demanda. Al igual que en el paso anterior, copiamos el caudal de demanda en la columna **Demand (Base)**, tal como se muestra en la Figura 23.

**Figura 23**

*Insertar caudal de demanda en los nodos de la red - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 23, se observa en donde ingresar el caudal de demanda en los nodos de la red - WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

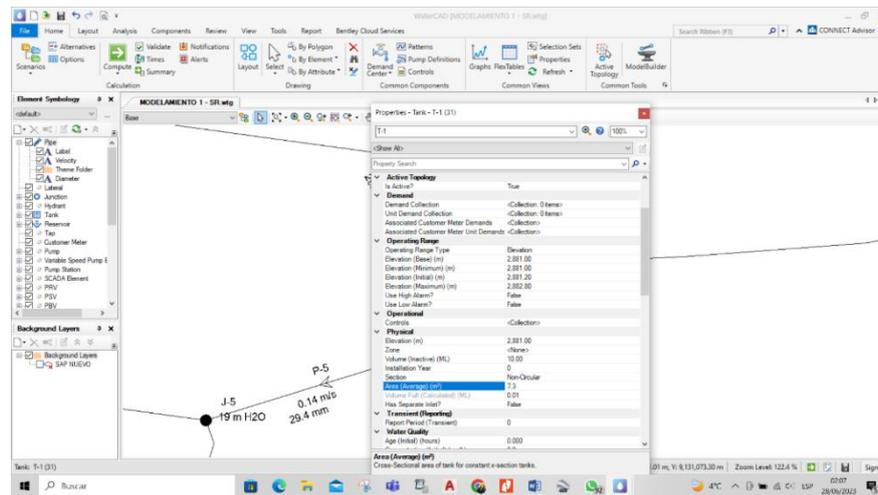
## Configurar la información del reservorio

Hacemos click sobre el símbolo del reservorio, y luego en la opción de propiedades.

Configuramos la cota, el volumen de reservorio. Ver Figura 24.

**Figura 24**

*Configuración de la información del reservorio - WaterCad*

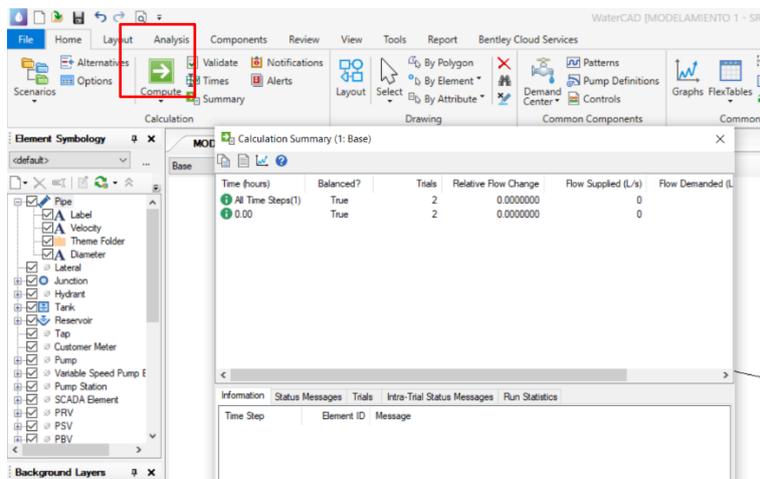


*Nota:* En la Figura 24, se observa el procedimiento de configurar la información del reservorio - WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

Luego de agregar toda la información requerida, se procede a hacer el análisis. En la pestaña **Home**, ingresamos en la opción **Compute**. El programa se ejecuta, y nos arroja el sentido del flujo en cada tubería. Además, podremos ver la velocidad y diámetro que hay en cada tubería, y la presión en cada nodo.

**Figura 25**

*Ejecución del programa - WaterCad*



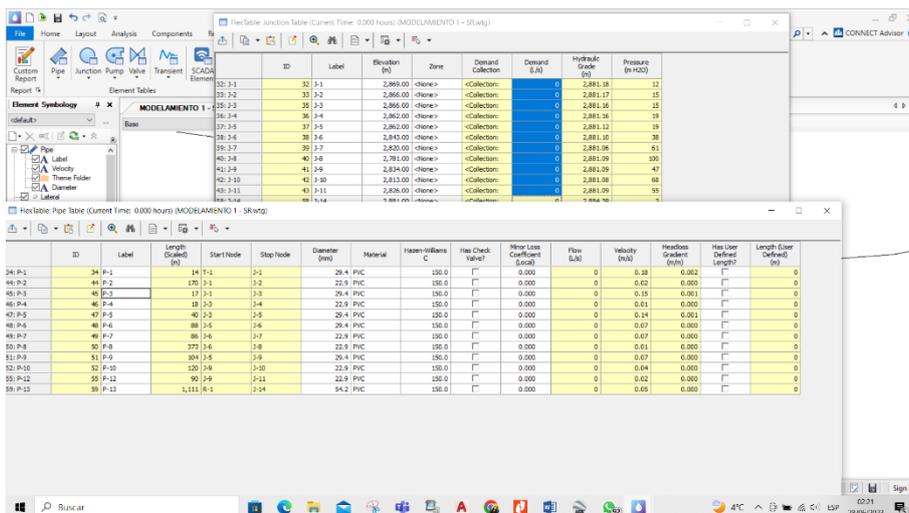
*Nota:* En la Figura 25, se observa el procedimiento de ejecución del programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla de resultados**

En la pestaña **Report**, elegimos la opción **Junction** y se despliega la tabla **Flex Table: Junction Table** para ver los resultados de los nodos y **Pipe, Flex Table: Pipe Table** para ver los resultados de las tuberías. Ver Figura 26.

**Figura 26**

*Tablas de resultados: Pipe Table y Junction Table - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 26, se observa la tabla de resultados en los nodos y tuberías obtenidos del programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

## 2.7. Aspecto éticos

El presente trabajo se ha desarrollado en base a información recolectada por los autores; tomando como referencia estudios de investigación realizados en los años previos en el ámbito local, nacional e internacional, dichos estudios fueron citados con forme lo indica la norma.

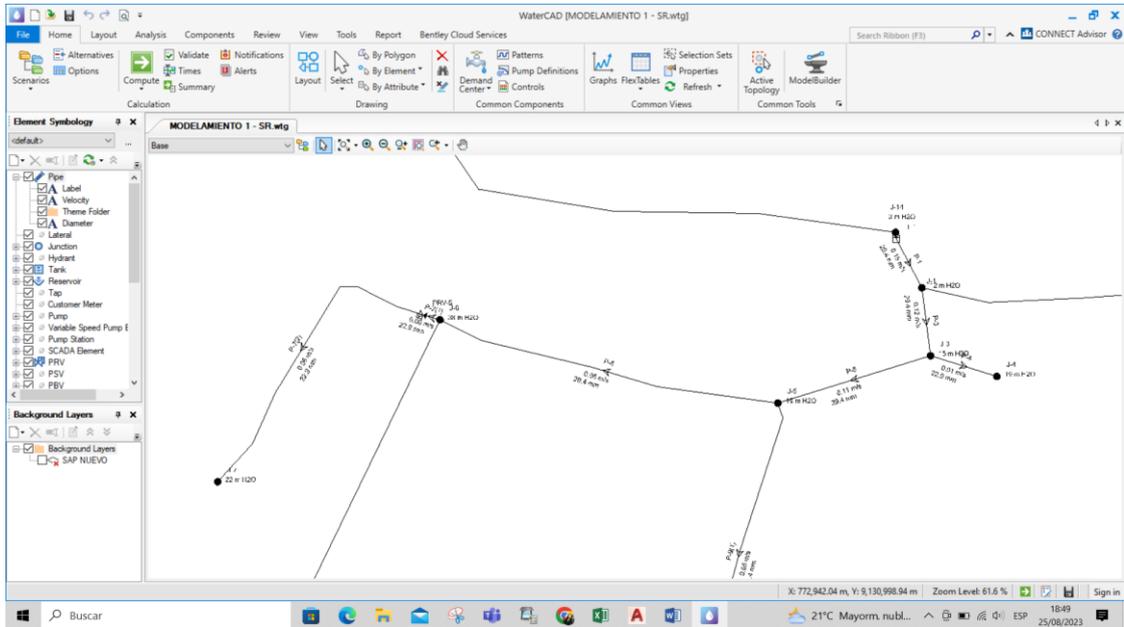
Además, se ha trabajado teniendo en cuenta los criterios técnicos que indica la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural elaborado por el MVCS.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. Modelamiento del Sistema de agua potable

**Figura 27**

*Vista general del programa WaterCad*



*Nota:* En la Figura 27, se observa una parte del sistema del Sector La Pampa – Huangamarca, modelado en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Levantamiento Topográfico

**Tabla 2**

*Ubicación de los componentes del sap según coordenadas UTM (WGS 84)*

Coordenadas UTM (WGS 84)				
Componente	Zona	Este	Note	Altitud (msnm)
Captación	17M	772565	9131560	2884.48
Línea de conducción - Inicio	17 M	772565	9131560	2884.48

Línea de conducción - Final	17 M	772988.30	9131078.41	2881.29
Reservorio	17M	772988.30	9131078.41	2881.29

*Nota:* En la Tabla 2, se encuentran las coordenadas de los componentes del sistema anteriormente mencionado. Fuente: Elaboración propia.

La información presentada en la tabla anterior nos permite ubicar geográficamente los elementos del sistema existente. En el Anexo 5, se registra la información obtenida del levantamiento topográfico.

### 3.3. Diagnóstico del SAP

**Tabla 3**

*Estado actual de los componentes del SAP*

<b>COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</b>	
<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
<b>Captación</b>	La captación está conformada por un lecho filtrante, cámara húmeda y caja de llaves. La estructura se encuentra en buen estado, las tapas son metálicas y toda la estructura está protegida por un cerco perimétrico que impide el ingreso de animales a la captación.  Cuenta con un tubería de limpia y rebose.
<b>Línea de conducción</b>	Tiene una longitud total de 1,119.40 m, de diámetro Ø 2".  En su recorrido encontramos válvulas de aire y 2 pases aéreos. Existen algunos tramos de las tuberías que se encuentran expuestos.

---

**Reservorio** Tiene una capacidad total de 13.5 m<sup>3</sup>, su capacidad efectiva es de 10 m<sup>3</sup>. Está conformado por una cámara húmeda y una caja de llaves, las estructuras son de concreto y tapas metálicas. En la actualidad, cuenta con una caseta de cloración por goteo.

---

**Red de distribución** La tubería principal es de 1" de diámetro y los ramales son de ¾". Son tubos PVC, de clase 10. En su mayoría la tubería está enterrada.

---

*Nota:* En la Tabla 3, se registra información de los componentes del sistema del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, encontramos el estado actual de los principales componentes del sap del Sector La Pampa. El estado general de los componentes es bueno a regular. En el Anexo 4, se describe con mayor detalle el diagnóstico del sistema. Información que fue recolectada en base a las encuestas y visita técnica.

### 3.4. Presión, velocidad y caudales

#### - Demanda de agua potable

**Tabla 4**

*Población, número de domicilios y densidad poblacional al año 2022*

Número de Habitantes (hab)	Número de Domicilios (viv)	Densidad poblacional (hab/viv.)
56	27	2.07

*Nota:* En la Tabla 4, tenemos la información del número de habitantes, domicilios y la densidad poblacional del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

El sector de La Pampa cuenta con una población de 56 habitantes al año 2022, la tasa de crecimiento a nivel provincial obtenida de los censos del 2007 y 2017 según el INEI

es de -1.3%; según la norma aprobada mediante Resolución Ministerial N° 192-2018-VIVIENDA, cuando se presenta una tasa negativa se trabaja con una población de diseño igual o similar a la existente. Además, se considera la demanda generada por las 2 instituciones presentes en el Sector: Nivel Inicial y Colegio Nivel Primaria.

**Tabla 5**

*Caudal promedio (Qprom), Caudal Máx. Diario (Qmd) y Caudal Máx. Horario (Qmh)*

<b>*Qprom. (l/s)</b>	<b>Qmd (l/s)</b>	<b>Qmh (l/s)</b>
0.05	0.07	0.10

*Nota:* En la Tabla 5, se presenta los valores del caudal promedio, caudal máximo diario y horario. Fuente: Elaboración propia.

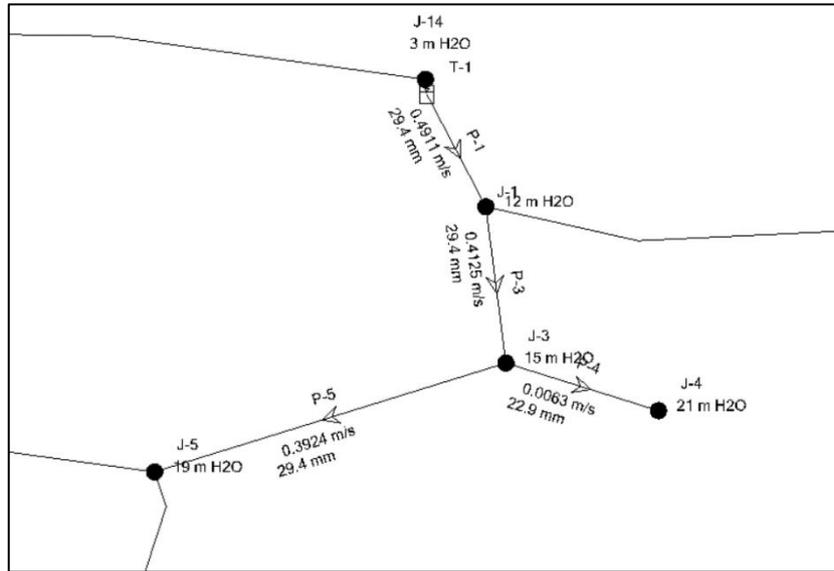
El lugar de estudio, presenta una población pequeña, es por ello que los caudales calculados son valores pequeños. Para la finalidad del trabajo y realizar la evaluación correspondiente, se trabajó con el *Caudal de salida del reservorio* y de esta manera verificar la presión, velocidad y caudal existente en la red de distribución. Ver Anexo 6 y 7.

- **Evaluación de la red existente: presión, velocidad, caudales y análisis de resultados**

Luego de realizar el modelamiento de las redes, obtuvimos los siguientes resultados:

**Figura 28**

*Nodo J1, J3, J4 y J5, y tuberías correspondientes – Vista en WaterCad*



*Nota:* En la Figura 28, observamos los nodos y tuberías del tramo inicial de la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 28, observamos la información que se puede obtener del modelamiento mediante el programa WaterCad, entre ella la presión, velocidad y diámetro de tuberías.

**Tabla 6**

*Demanda y presión existente en los nodos*

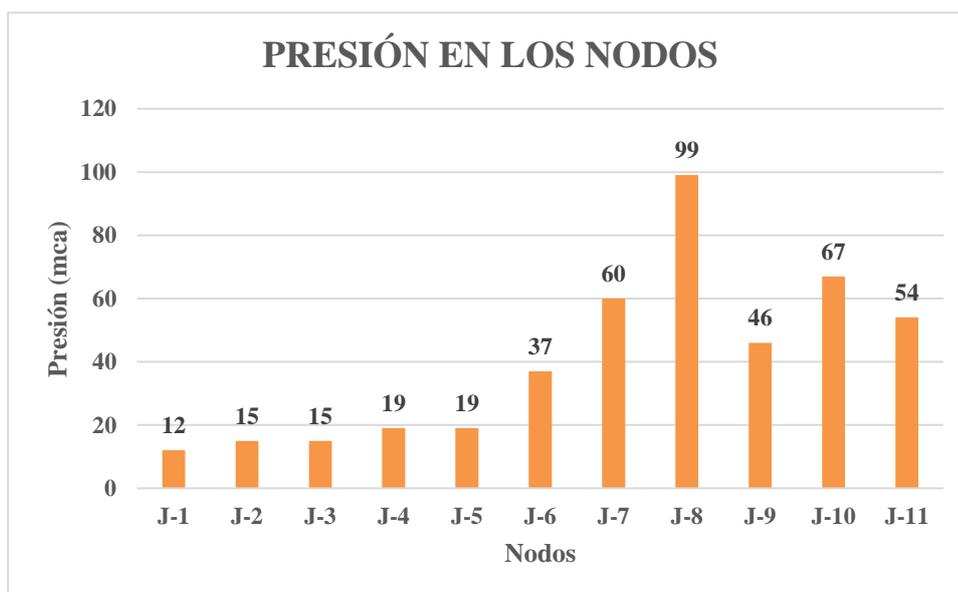
<b>Nodo</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Presión (m H2O)</b>
J-1	2869	0.0279	12
J-2	2866	0.0255	15
J-3	2866	0.011	15
J-4	2862	0.0026	19
J-5	2862	0.0347	19
J-6	2843	0.0823	37
J-7	2820	0.0129	60
J-8	2781	0.0562	99
J-9	2834	0.048	46

J-10	2813	0.0186	67
J-11	2826	0.0137	54

*Nota:* En la Tabla 6, tenemos la información de la demanda y presión existente en los nodos, obtenida mediante del modelamiento realizado en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29**

*Presión en nodos de la red - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 29, tenemos la comparación de la presión obtenida en cada nodo de la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7**

*Presión promedio existente en los nodos*

PROMEDIO	Presión (m H <sub>2</sub> O)
	40.27

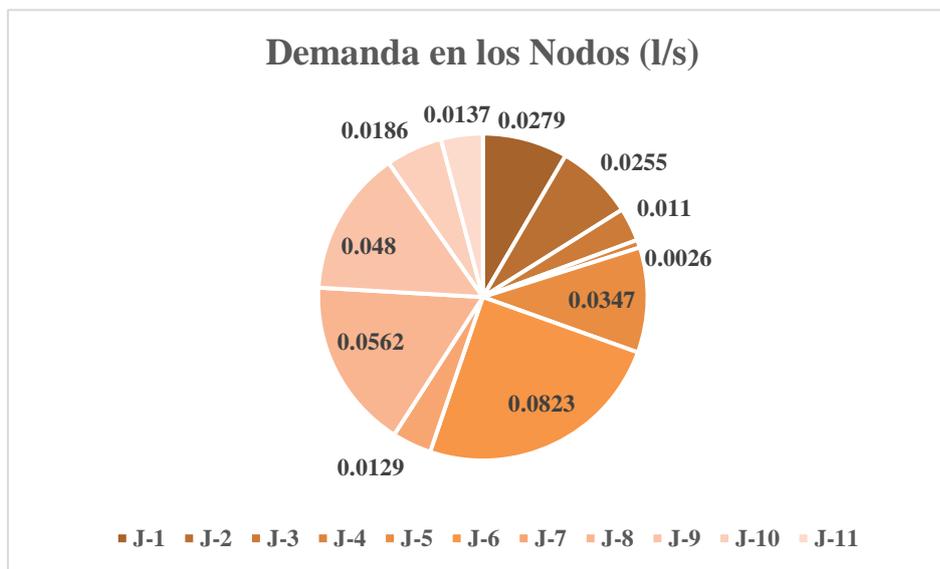
*Nota:* En la Tabla 7, tenemos presión promedio en los nodos de la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

De la Figura 29, observamos que en el Nodo J-7, J-8, J-10 y J-11, hay una presión de 60 mca, 99 mca, 67 mca y 54 mca, respectivamente, superando los niveles permitidos

en la norma; mientras que la presión mínima se presenta en el Nodo J-1 con un valor de 12 mca. Por otro lado, tenemos una presión promedio de 40.27 mca.

**Figura 30**

*Demanda en nodos de la red - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 30, tenemos la demanda obtenida en cada nodo de la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**

*Detalles de la tubería de la red de distribución*

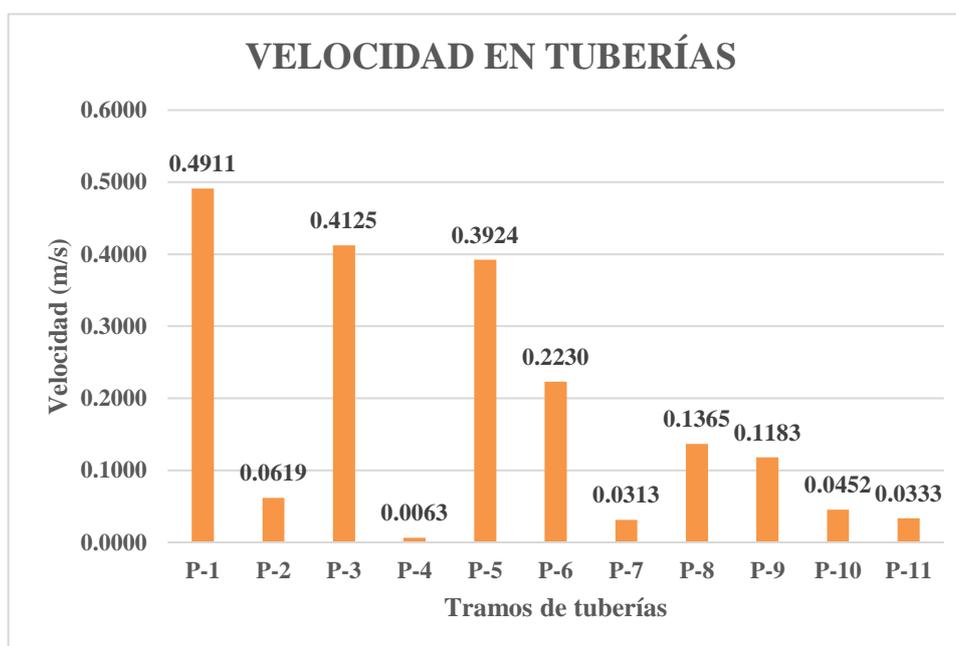
Tramo		Tub.	Long. (m)	Diám. (m)	Material	Caudal (L/s)	Vel. (m/s)	Darcy-Weisbach e (mm)	Pérdida de carga (m)
Inicio	Final								
T-1	J-1	P-1	14.00	29.4	PVC	0.3334	0.4911	0.0015	0.0208
J-1	J-2	P-2	170.00	22.9	PVC	0.0255	0.0619	0.0015	0.0196
J-1	J-3	P-3	17.00	29.4	PVC	0.2800	0.4125	0.0015	0.0185
J-3	J-4	P-4	18.00	22.9	PVC	0.0026	0.0063	0.0015	0.0009
J-3	J-5	P-5	40.00	29.4	PVC	0.2664	0.3924	0.0015	0.0324
J-5	J-6	P-6	88.00	29.4	PVC	0.1514	0.2230	0.0015	0.0191
J-6	J-7	P-7	86.00	22.9	PVC	0.0129	0.0313	0.0015	0.0321

J-6	J-8	P-8	373.00	22.9	PVC	0.0562	0.1365	0.0015	0.022
J-5	J-9	P-9	104.00	29.4	PVC	0.0803	0.1183	0.0015	0.0214
J-9	J-10	P-10	120.00	22.9	PVC	0.0186	0.0452	0.0015	0.0262
J-9	J-11	P-11	90.00	22.9	PVC	0.0137	0.0333	0.0015	0.0074

*Nota:* En la Tabla 8, tenemos la información de la longitud de tubería, tramos, diámetros, material, caudal, velocidad y pérdida de carga en las tuberías, la cual se obtuvo mediante del modelamiento realizado en el programa WaterCad. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 31**

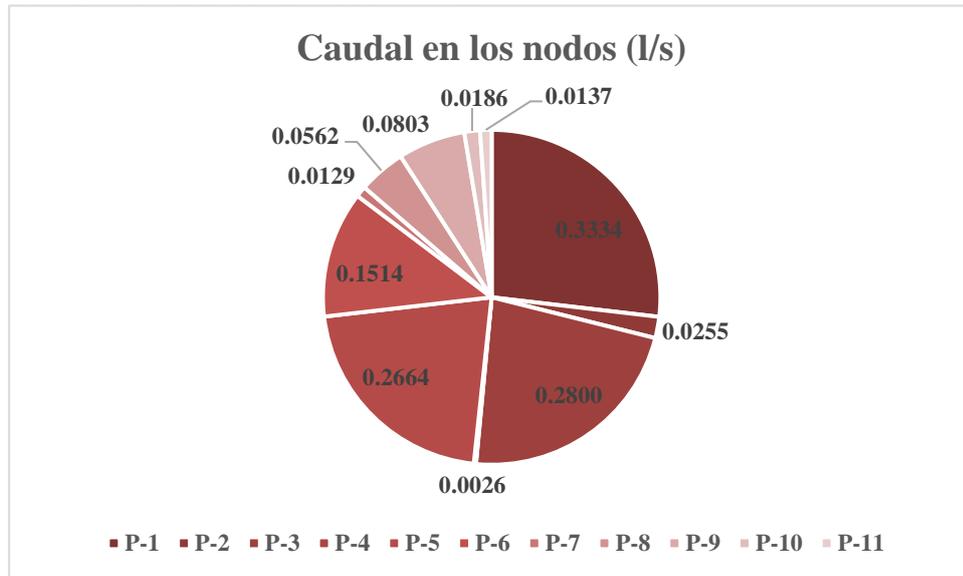
*Velocidad en las tuberías de la red - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 31, tenemos el grafico de la velocidad obtenida en cada tramo de tubería de la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia

**Figura 32**

*Caudal en las tuberías de la red - WaterCad*



*Nota:* En la Figura 32, tenemos representado el caudal obtenido en cada nodo de la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9**

*Promedio del caudal, velocidad y pérdida de carga en las tuberías*

Promedio	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)
	0.11	0.18	0.02

*Nota:* En la Tabla 9, tenemos el valor promedio obtenido del caudal, velocidad y pérdida de carga de la red de distribución del Sector La Pampa - Huangamarca. Fuente: Elaboración propia.

En los tramos J-3 a J-4, J-6 a J-8 y J-9 a J-11, obtenemos unas velocidades mínimas de de 0.0063 m/s, 0.0313 m/s y 0.0333 m/s respectivamente; mientras que las velocidades más altas las obtuvimos en los tramos T-1 a J-1, J-1 a J-3 y J-3 a J-5 con resultados de 0.4911 m/s, 0.4125 m/s y 0.3924 m/s, respectivamente. Estos resultados no cumplen con lo establecido en la norma elaborada para las zonas rurales del país, el cual indica que la velocidad mínima es de 0.60 m/s, y nunca menor a 0.30 m/s. Las tuberías

presentan una velocidad promedio de 0.18 m/s, caudal de 0.11 l/s y una pérdida de carga de 0.02 m.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Limitaciones

Algunas de las limitaciones encontradas al momento de desarrollar el presente trabajo de investigación fueron:

- Falta de información del proyecto del sistema de agua potable del Sector La Pampa – Huangamarca.
- Difícil acceso a la infraestructura existe de la red de agua potable.

### 4.2 Discusión

En la presente investigación la discusión de resultados se realiza con respecto a los resultados de las investigaciones citadas en los antecedentes, de tal forma tenemos:

1. El uso del programa WaterCad, nos permitió modelar el sistema de agua potable del Sector La Pampa – Huangamarca. Se tuvo en cuenta el material, diámetro y longitud de las tuberías, además de las elevaciones reales obtenidas a través de un levantamiento topográfico. En el mencionado programa, se pueden analizar diferentes situaciones. Y se obtienen resultados como la presión, caudal y velocidad.
2. En el trabajo de investigación presentado por Gutiérrez y Huamani (2019), denominada “Modelamiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Utilizando el Software WaterCad en el Diseño de la red de distribución en la Etapa I del Proyecto San Antonio de Mala – Distrito de Mala”; concluyeron que, el levantamiento topográfico influyó en el modelamiento, ya que las curvas de nivel son la base para el modelamiento. “WaterCAD” incide directamente en el diseño. Según los resultados y la topografía de nuestro lugar de estudio, pudimos observar que en zonas con mayor pendiente hubo una presión alta, mientras que en zonas con poca pendiente la presión es baja; en las velocidades sucede de la misma manera. El modelamiento en programas como WaterCad, permite interactuar con diferentes

escenarios y distintos tipos de topografía, en tiempos cortos y sin generar gastos de inversión.

3. En la tesis de Cotrado y Gutiérrez, "Evaluación de la red existente de agua potable del Subsector de Distribución 24 en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia y Región de Tacna", se realizó el diagnóstico de los componentes en campo, el cual fueron los siguientes, una captación de tipo ladera y concentrado, un reservorio rectangular apoyado de 7m<sup>3</sup>, línea de conducción de 2", línea de aducción de 1" y redes de distribución de ¾". El diagnóstico nos permite conocer a detalle los componentes que conforman el sistema de agua potable del lugar de estudio, dimensiones y estado actual.
4. En el trabajo de investigación mencionado anteriormente, identificaron la presión, caudal y velocidad existente en la red de distribución. Los resultados del modelamiento te permiten obtener con detalle en qué nodos o tubería existen los valores máximos y mínimos. Luego de haber realizado el modelamiento en el programa WaterCad, de nuestro trabajo de investigación, obtuvimos los valores existentes de las presiones en cada uno de los nodos de la red de distribución. El programa te permite identificar en qué nodo se obtuvo la presión máxima y mínima; y comprobamos que está relacionado a la topografía del terreno, ya que la mayor presión se da en las cotas más bajas.
5. En cada uno de los antecedentes mencionados, realizan un análisis de los resultados. Logrando identificar los valores existentes, y la relación que guardan con las curvas de nivel. Asimismo, se comprobó que realizar un modelamiento en el programa WaterCad es confiable.
6. El desarrollo del presente trabajo implicó conocer la realidad actual de los sistemas que abastecen de agua potable a la zona rural de la región La Libertad, en específico del Sector La Pampa – Huangamarca ubicado en la provincia de Otuzco. A su vez nos

permitió conocer la normativa vigente que se aplica en el desarrollo de proyectos en zonas rurales y los criterios a usar. Por otro lado, implica el manejo de programas para optimizar el tiempo de desarrollo de diferentes situaciones presente en el ámbito actual.

### 4.3 Conclusiones

1. Luego de realizar el modelamiento del sistema de agua potable del Sector La Pampa – Huangamarca, pudimos analizar dos situaciones diferentes en poco tiempo. Los resultados obtenidos, nos permitieron buscar soluciones para optimizar el diseño existente.
2. Se realizó el levantamiento topográfico del recorrido que realiza el sistema de agua potable del Sector La Pampa – Huangamarca; obteniendo una topografía de tipo ondulada. Con la información obtenida se pudo realizar el plano del recorrido que realiza la línea de conducción y red de distribución del sistema de agua potable.
3. En el informe de situación actual del sistema, ubicamos cada componente del sistema y el estado de la infraestructura. Pudimos observar que existen algunos tramos de tubería que se encuentran expuestos. Por otro lado, los pobladores reciben agua las 24 horas del día en tiempo de invierno, mientras que en verano el suministro se brinda por horas.
4. Se presenta una velocidad máxima de 0.49 m/s en la tubería P-1, y una mínima de 0.0063 m/s en la tubería P-4; dichos valores no cumplen con el valor mínimo de 0.60 m/s, establecido en la norma elaborada por el MVCS para las zonas rurales del Perú. La presión máxima se encuentra en el Nodo J-8 y la mínima en el Nodo J-1, con una presión de 99 mca y 12 mca respectivamente; en algunos nodos hay presiones que superan lo permitido en la norma.

5. Luego de realizar el análisis correspondiente a los resultados del modelamiento realizado, se realizó la implementación de CRP - Tipo 7. Con las cuales se logró reducir el valor de las presiones que excedían lo permitido (50 mca.

Finalmente, con el desarrollo del modelamiento de la red de distribución de agua potable del sector La Pampa – Huangamarca mediante el programa WaterCad y tras obtener los valores de las velocidades, caudales y presiones; concluimos que este programa nos permite interactuar con diferentes escenarios en tiempos cortos y los resultados que se obtienen son altamente confiables, logrando optimizar tiempo y recursos.

#### **4.4 Recomendaciones**

- Se recomienda a los profesionales interesados en realizar investigaciones de esta rama, a recolectar la mayor información posible en campo. Realizar el recorrido completo al sistema, y conocer su estado actual y funcionamiento. Dialogar con los directivos de la JASS y personal encargado de la Municipalidad de su jurisdicción.
- Al momento de realizar la visita en campo, se debe llevar los equipos necesarios, una libreta y una cámara fotográfica o celular para tener el registro fotográfico.
- Por otro lado, debe tener en cuenta la normativa que se ha establecido para el desarrollo de proyectos en las zonas rurales del país.

## REFERENCIAS

- Alberto, J., & Hurtado, W. (2019). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la localidad de Irhua, Taricá 2018* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/46424>
- Andina. (2019). *La Libertad: revelan que en 253 poblados se consume agua no apta para consumo humano*. Andina Agencia Peruana de Noticias. <https://andina.pe/agencia/noticia-la-libertad-revelan-que-253-poblados-se-consume-agua-no-apta-para-consumo-humano-759280.aspx>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (Episteme (ed.); Sexta edic.). [https://www.researchgate.net/publication/301894369\\_EL\\_PROYECTO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_6a\\_EDICION](https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION)
- Barrios, C., Torres, R., Lampoglia, T. y Agüero, R. (2009). *Gúia de orientación básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades*. [https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/BARRIOS%20et%20al%202009%20Guia%20de%20orientacion%20alcaldes.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/BARRIOS%20et%20al%202009%20Guia%20de%20orientacion%20alcaldes.pdf)
- Cabezas, E., Naranjo, D., & Torres, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica* (ESPE (ed.)). [http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion a la Metodologia de la investigacion científica.pdf](http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf)
- Cardenas, D., & Patiño, F. (2010). *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua, potable de la comunidad de Tutucán, canton Paute, Provincia del Azuay* [Universidad de Cuenca]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- Cotrado, K., & Gutierrez, G. (2019). *Evaluación de la Red Existente de agua Potable del Subsector de Distribución 24 en el Distrito Coronel Gregorio Albaracín Lanchipa, Provincia y Región de Tacna* [Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/838>
- García, E. (2009). *Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales*. Fondo Perú-Alemania. Recuperado de: [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)
- Gobierno de México. (2014). *Sistemas de agua potable - Sistemas de agua potable- Bombeo de agua*

- potable municipal Estados y municipios*. Comisión Nacional Para El Uso Eficiente de La Energía.  
<https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/sistemas-de-agua-potable-sistemas-de-agua-potable-bombeo-de-agua-potable-municipal-estados-y-municipios?state=published>
- Guillen, C. (2021). *Aplicación del software Watercad en el Modelamiento del Sistema de Abastecimiento de agua potable para la comunidad de Espite-Ayacucho – 2020* [Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63927>
- Gutierrez, Y., & Huamani, E. (2019). *Modelamiento Del Sistema De Abastecimiento De Agua Potable Utilizando El Software Watercad En El Diseño De Las Redes De Distribución En La Etapa I Del Proyecto San Antonio - Distrito de Mala*. Universidad San Martín de Porres.  
<https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5486/gutierrez-huamani%20%28abierto%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta* (Mc Graw Hi). <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- Hernández, S., & Duana, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico de Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 9(17), 51–53.  
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/view/6019>
- INEI. (2018). Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. In *Boletín: Agua y Saneamiento*.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_junio2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf)
- Martínez, M., Fernández, D., Castillo, R., & Uribe, D. (2011). *Líneas de Conducción por gravedad*.  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/SAGARPA s.f. Líneas de Conducción por gravedad..pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SAGARPA_s.f.L%C3%ADneas_de_Conducci%C3%B3n_por_gravedad..pdf)
- Morillo, A. (2020). *Modelamiento de Red de Sanemiento Básico del Caserío Coigobamba, Distrito De Huamachuco - Sanchez Carrión - La libertad 2021* [Universidad Privada del norte].  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/30297>
- Municipalidad Provincial de Otuzco. (n.d.). *Información Demográfica de Otuzco*. Municipalidad Provincial de Otuzco. <http://muniotuzco.gob.pe/la-ciudad/informacion-demografica/>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], (2018). *Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural*.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1743222/ANEXO%20RM%20192-2018-VIVIENDA%20B.pdf.pdf>

- MVCS. (2004). *Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento Para centros Poblados Rurales*.  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/saneamiento/\\_3\\_Parámetros\\_de\\_dise\\_de\\_infraestructura\\_de\\_agua\\_y\\_saneamiento\\_CC\\_PP\\_rurales.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/saneamiento/_3_Parámetros_de_dise_de_infraestructura_de_agua_y_saneamiento_CC_PP_rurales.pdf)
- MVCS, & SENCICO. (2006). *Reglamento nacional de edificaciones*.  
[https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf](https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento_Nacional_de_Edificaciones.pdf)
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación: Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (Ediciones de la U (ed.); 5a edición).  
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- OMS, & UNICEF. (2017). *Progresos en Materia de agua potable, saneamiento e higiene. In Organización Mundial de la Salud y Unicef*.  
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/260291/9789243512891-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SIAPA. (2014). *Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades en la Z.M.G.*  
<https://www.siapa.gob.mx/transparencia/criterios-y-lineamientos-tecnicos-para-factibilidades-en-la-zmg>
- Táez, F., & Méndez, E. (2015). *Modelo de gestión para creación de la Unidad de agua no contabilizada, para la actualización catastral de redes de agua potable, EMAPA-I, en el sector urbano del cantón Ibarra, provincia de Imbabura* [Universidad Técnica del Norte].  
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5272>
- UNESCO. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019. No dejar a nadie atrás*. <https://es.unesco.org/water-security/wwap/wwdr/2019>
- Universidad Nacional de Ingeniería (2008). *Mecánica de Fluidos*. Recuperado de:  
<https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/10/folleto-unidad-ii.pdf>
- Valenzuela, M., & Orrillo, G. (2019). *Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable en la localidad de Paucartambo - Cusco*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Recuperado de:  
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628079/ValenzuelaP\\_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628079/ValenzuelaP_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Villacis, K. (2018). *Evaluación de la línea de conducción del sistema de abastecimiento de agua potable del cantón Rumiñahui*. [Escuela Politécnica Nacional]  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19455/1/CD-8849.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO N° 01: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Sistema de Agua Potable</b>	<p>“Un sistema de agua potable consiste en una serie de obras necesarias para captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir el agua desde las fuentes, que pueden ser vertientes, quebradas, ojos de agua, etc., hasta una población específica que será favorecida con este servicio...”</p> <p>Cardenas, D. &amp; Patiño, F. (2010)</p>	<p>Se medirá a través del estado de la infraestructura, población beneficiaria.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento Topográfico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de cota de Terreno y de los elementos del SAP</li> </ul>	Nominal
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elementos del Sistema de Agua Potable (SAP)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Captación de agua</li> <li>- Línea de Conducción</li> <li>- Reservorio</li> <li>- Línea de Distribución</li> <li>- Cámaras Rompe Presión</li> </ul>	Nominal
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Demanda poblacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal existente</li> </ul>	Razón

**ANEXO N° 02: Matriz de consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES E INDICADORES				
		Variable: Sistema de agua potable				
		DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN	NIVELES O RANGOS
<b>Problema General:</b> ¿Cuál es el modelamiento del Sistema de agua potable del Centro Poblado de Huangamarca, Distrito y Provincia de Otuzco, La Libertad-2022?	<b>Objetivo General:</b> Modelar el sistema de agua potable del Centro Poblado de Huangamarca, distrito y provincia de Otuzco, departamento La Libertad – 2022, mediante el programa WaterCad. <b>Objetivos Específicos</b>	Levantamiento Topográfico	- Nivel de cota de Terreno y de los elementos del SAP	- Levantamiento Topográfico con estación total	- Nominal	- Cota mayor - Cota menor
<b>Problemas Específicos</b> - ¿Qué topografía presenta el terreno donde se encuentra ubicado el sistema de agua potable del Centro Poblado de Huangamarca? - ¿Cuál es el estado actual del sistema de agua potable del Centro Poblado de Huangamarca? - ¿Cuáles son los caudales, velocidades existentes en las tuberías, y presiones en los nodos del sistema de agua potable del Centro Poblado de Huangamarca? - ¿Cómo se puede mejorar el sistema de agua potable del Centro Poblado de Huangamarca?	<b>Objetivos Específicos</b> - Realizar el Levantamiento Topográfico del Centro Poblado de Huangamarca, distrito y provincia de Otuzco, La Libertad – 2022. - Realizar el diagnóstico del sistema de agua potable existente del Centro Poblado de Huangamarca, distrito y provincia de Otuzco, La Libertad – 2022. - Calcular los caudales y velocidades en las tuberías, y las presiones en los nudos de la red de distribución de agua del Centro Poblado de Huangamarca, distrito y provincia de Otuzco, La Libertad – 2022. - Realizar un análisis de los resultados del modelamiento del sistema de agua potable.	Elementos del Sistema de Agua Potable (SAP)	- Fuente de Captación - Línea de Conducción - Tanque o Cisterna de almacenamiento - Línea de Distribución - Cámaras Rompe Presión	- Definir el estado de los elementos del SAP	- Nominal	- Bueno - Regular - Malo
		Demanda poblacional	- Caudal existente	- Definir el caudal existente	- Nominal	- Apto - Deficiente

### ANEXO N° 03: Validación de instrumentos de recolección de datos

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
<b>Título de investigación:</b>	"MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUANGAMARCA, MEDIANTE EL PROGRAMA WATERCAD. DISTRITO Y PROVINCIA DE OTUZCO. LA LIBERTAD-2022"			
<b>Línea de investigación:</b>	SALUD PÚBLICA Y POBLACIONES VULNERABLES			
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	RODRIGUEZ ORBEGOSO DEYBI ABEL			
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE			
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	x		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	x		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
 DEYBI ABEL RODRIGUEZ ORBEGOSO Ingeniero Civil CIP N° 268426				

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de investigación:</b>	"MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUANGAMARCA, MEDIANTE EL PROGRAMA WATERCAD. DISTRITO Y PROVINCIA DE OTUZCO. LA LIBERTAD-2022"		
<b>Línea de investigación:</b>	SALUD PÚBLICA Y POBLACIONES VULNERABLES		
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	CARLOS ALBERTO HEREDIA DE LA TORRE		
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE		

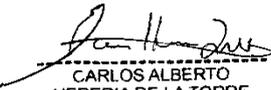
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

Ninguna, el instrumento es adecuado.

**Firma del experto:**



CARLOS ALBERTO  
 HEREDIA DE LA TORRE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 163063

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de investigación:</b>	"MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO HUANGAMARCA, MEDIANTE EL PROGRAMA WATERCAD. DISTRITO Y PROVINCIA DE OTUZCO. LA LIBERTAD-2022"
<b>Línea de investigación:</b>	SALUD PÚBLICA Y POBLACIONES VULNERABLES
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	JORGE LEONIDAS LIZARRAGA MEDINA
<b>El instrumento de medición pertenece a la variable:</b>	MODELAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. Tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

**Sugerencias:**

Ninguna, el instrumento es adecuado

**Firma del experto:**



Firmado digitalmente por:  
LIZARRAGA MEDINA JORGE  
LEONIDAS FIR 20603906 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 30/05/2023 09:25:39-0500

## ANEXO N° 04: Diagnóstico del Sistema de Agua Potable

### ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL SECTOR LA PAMPA – CENTRO POBLADO HUANGAMARCA, DISTRITO Y PROVINCIA DE OTUZCO, LA LIBERTAD

El centro poblado de Huangamarca pertenece al distrito y provincia de Otuzco, La Libertad. Está conformado por cinco sectores: La Pampa, Pampa El Arco, Satapampa, La Hondura y Nico Mendoza. En el presente trabajo se trabajará con Sistema de Agua Potable (SAP) del Sector La Pampa.

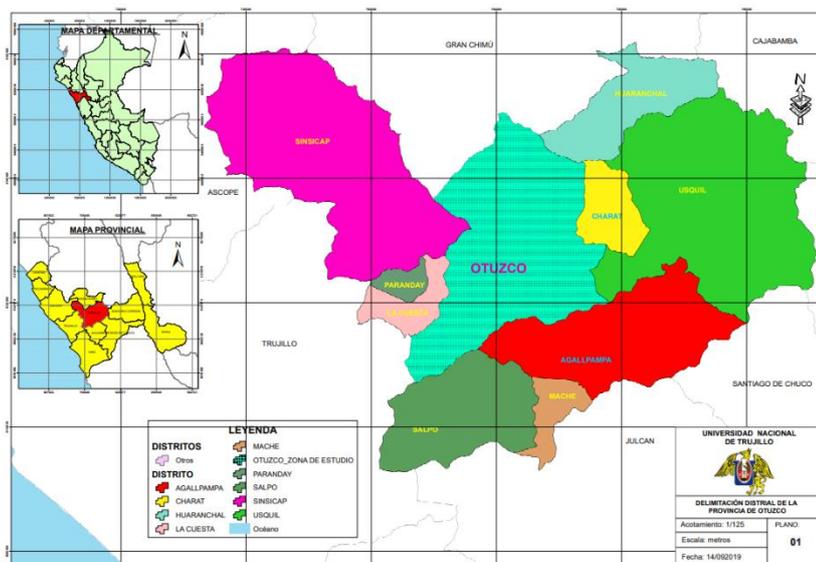
#### Información general del caserío/comunidad

##### I. Ubicación:

Región	:	La Libertad
Provincia	:	Otuzco
Distrito	:	Otuzco
Centro Poblado	:	Huangamarca
Sector	:	La Pampa
Coordenadas UTM	:	772963 E, 9130930 N, ZONA: 17M
Altura (m.s.n.m.)	:	2838 m.s.n.m.

##### Figura 1:

Mapa de ubicación de la Provincia de Otuzco, Departamento de La Libertad



Fuente: Recuperado de: <https://html.scribdassets.com/i194bo0cg7ds55j/images/1-968a7cea43.png>

**Figura 2:**

*Mapa de ubicación del Sector La Pampa – CC PP Huangamarca, Otuzco, La Libertad*



**Fuente:** Recuperado de: <http://1.bp.blogspot.com/-pA1I5ueEyS4/Td1kAHd0ybi/AAAAAAAAAAM/zdihIZ2p3fU/s1600/mapa+otuzco.JPG>

## II. Vías de acceso

### Tabla 1

*Vías de acceso al lugar de estudio*

DESDE	HASTA	Km	TIPO DE VÍA	TIEMPO
Trujillo	Otuzco	76 km	Pavimentado	2 horas
Otuzco	Huangamarca – Sector La Pampa	10.6 km	Asfaltado	30 min

**Fuente:** Fuente propia

## III. Información del Caserío/Comunidad

### a. Población

Este sector está constituido por 27 familias, con una población total de 56 habitantes.

### b. Servicios Públicos

#### - Establecimiento de Salud

No existe establecimientos de salud en este sector, la gente acude a los centros de salud del Distrito de Otuzco.

#### - Educación

Cuenta con dos instituciones educativas: el nivel inicial conformado por 12 estudiantes y el nivel primario por 30 alumnos, al año 2020.

#### - Energía eléctrica

Cuentan con el servicio eléctrico público y conexiones domiciliarias.

- **Agua potable**  
Cuenta con un sistema de agua potable por gravedad.
- **Saneamiento**  
No cuenta con un proyecto de saneamiento básico, existen pozos ciegos para la disposición de excretas o usan el campo.

#### IV. Estado actual del Sistema de Agua Potable (SAP)

El sistema de agua potable existente fue construido en el año 2011, por la Municipalidad Provincial de Otuzco.

Es un sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST), cuya fuente principal es un manantial. Dicho manantial abastece a una sola comunidad, al Sector La Pampa – Huangamarca; cuenta con 29 conexiones: 27 domiciliarias y 2 para las instituciones educativas (colegio y jardín).

La fuente de agua tiene un caudal de 0.25 l/s en épocas de sequía y 0.36 l/s en otras estaciones. Dicho caudal baja su cantidad en épocas de sequía, por ello se brinda el servicio por horas.

El sistema cuenta con una caseta de cloración por goteo. La calidad del agua, es supervisada por el Área Técnica de la Municipalidad Provincial de Otuzco.

#### Estado de la Infraestructura

**Tabla 2**

*Estado actual de la Captación del SAP*

CAPTACIÓN DE MANANTIAL		
Ítem	Componente	Descripción
01.00	<b>Captación N° 01:</b> Coordenadas UTM (WGS84, Zona 17M) E: 772562.71 y N: 9131558.11 Altitud: 2884.48 m.s.n.m.	No se ha identificado peligros que afecten la captación
	01.01	<b>Filtro de agua</b>
01.02	<b>Cámara Colectora</b>	Estructura de concreto en buen estado, cuenta con una tapa metálica para facilitar su limpieza. Además, está

	instalada su tubería de rebose y limpia, canastilla y dado de protección.
<b>01.03 Caja de válvulas</b>	Se encuentra en buen estado, incluyendo sus accesorios: llaves de paso de 2" y demás.
<b>01.04 Cerco perimétrico</b>	Cuenta con un cerco perimétrico construido de manera artesanal, se encuentra en buen estado.

**Tabla 3**
*Estado actual de la línea de conducción*

<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
<b>02.00</b>	<b>Línea de conducción</b>	No se ha identificado peligros que afecten la captación.
	<b>Tramo 1</b>	
	<b>Punto de inicio:</b> E: 772562.71, N: 9131558.11 y Elevación: 2884.477	- Longitud 281.96 m, tubería PVC-SAP Ø 2"
<b>02.01</b>	<b>Punto final:</b> E: 772562.71, N: 9131558.11 y Elevación: 2884.477	- Válvula de aire 1 – Ø 2" E: 772736.28, N: 9131647 y Elevación: 2880.188
	<b>Tramo 2 – Pase aéreo 1</b>	
	<b>Punto de inicio:</b> E: 772796.03, N: 9131645.72 y Elevación: 2879.208	- Longitud 62.74 m, tubería PVC-SAP Ø 2"
<b>02.02</b>	<b>Punto final:</b> E: 772856.19, N: 9131627.88 y Elevación: 2878.979	
	<b>Tramo 2</b>	
	<b>Punto de inicio:</b> E: 772856.19, N: 9131627.88 y Elevación: 2878.979	- Longitud 430.21 m, tubería PVC-SAP Ø 2"
<b>02.03</b>	<b>Punto final:</b> E: 772878.34, N: 9131302.84 y Elevación: 2879.703	- Válvula de aire 2 – Ø 2" E: 772953.16, N: 9131546.04 y Elevación: 2878.872
		- Válvula de aire 3 – Ø 2" E: 772969.74, N: 9131510.34 y Elevación: 2879.567
		- Válvula de aire 4 – Ø 2" E: 772981.94, N: 9131463.37 y Elevación: 2880.944
		- Válvula de aire 5 – Ø 2" E: 772965.21, N: 9131431.17 y Elevación: 2881.629
		- Válvula de aire 6 – Ø 2" E: 772964.92, N: 9131412.77 y Elevación: 2881.344

<b>Tramo 3 – Pase aéreo 2</b>	
<b>02.04</b>	<b>Punto de inicio:</b> E: 772878.34, N: 9131302.84 y Elevación: 2879.703 <b>Punto final:</b> E: 772873.44, N: 9131293.33 y Elevación: 2879.450
	- Longitud 10.69 m, tubería PVC-SAP Ø 2"
<b>Tramo 4</b>	
<b>02.05</b>	<b>Punto de inicio:</b> E: 772873.44, N: 9131293.33 y Elevación: 2879.450 <b>Punto final:</b> E: 772988.30, N: 9131078.41 y Elevación: 2881.299
	- Longitud 322.99 m, tubería PVC-SAP Ø 2"

**Tabla 4**
*Estado actual del Reservoirio*

<b>RESERVORIO</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
<b>03.00</b>	<b>Reservorio N° 01:</b> Coordinadas UTM (WGS84, Zona 17M) E: 772988.30, N: 9131078.41 y Elevación: 2881.299	No se ha identificado peligros que afecten el reservorio.
	<b>03.01</b>	<b>Tanque de almacenamiento</b>
<b>03.02</b>	<b>Tapa sanitaria (tanque de almacenamiento)</b>	Tapa sanitaria metálica, en buen estado y con seguro
<b>03.03</b>	<b>Tubería de ventilación</b>	Se encuentra en buen estado
<b>03.04</b>	<b>Caja de válvulas</b>	Estructura de concreto de las siguientes dimensiones: 0.90 m x 0.86 m y h: 0.65 m Cuenta con 2 llaves de paso de PVC Ø2", una de salida y otra de desagüe
<b>03.05</b>	<b>Tapa sanitaria (caja de válvulas)</b>	Tapa sanitaria metálica, en buen estado y con seguro
<b>03.06</b>	<b>Tubería de salida</b>	Tubería PVC-SAP Ø 2".
<b>03.07</b>	<b>Tubería de rebose y limpia</b>	Tubería PVC-SAP Ø 2". Cuenta con su canastilla y dado de protección.
<b>03.08</b>	<b>Cerco perimétrico</b>	Cuenta con un cerco perimétrico construido de manera artesanal, se encuentra en buen estado.

**Tabla 5**
*Estado actual de la red de distribución*

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Componente</b>	<b>Descripción</b>
		No se ha identificado peligros que afecten la captación.
<b>02.00</b>	<b>Línea de conducción</b>	La tubería está enterrada por completo, por lo que resulta difícil identificar todos los accesorios existentes.
<b>02.01</b>	<b>Tubería principal</b>	- Tubería PVC-SAP Ø 1"
<b>02.02</b>	<b>Conexiones domiciliarias</b>	- Tubería PVC-SAP Ø 3/4"

Nota: se verá a detalle en el modelamiento, incluyendo los accesorios según su recorrido.

**ANEXO N° 05: Levantamiento Topográfico****ESTUDIO TOPOGRÁFICO****PROYECTO:**

**“Modelamiento del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado Huangamarca, mediante el programa WaterCad. Distrito y Provincia de Otuzco. La Libertad-2022”**

**1. ANTECEDENTES**

En resumen, la siguiente fue la metodología adoptada en lo que respecta a topografía:

- Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar, se dejaron marcas definidas de todo el levantamiento que servirán de control, con fines de replanteo de las obras proyectadas.
- La automatización del trabajo de campo se efectuó en el día de la siguiente manera: se efectuó la toma de datos de campo durante el día, la transmisión de la información de campo a una computadora, la verificación en la computadora de la información tomada en campo, el procesamiento de la información para obtener planos topográficos a escala conveniente.
- Para el levantamiento topográfico se inició con dos puntos que fueron tomados con GPS navegador, y posteriormente introducidos a la estación, que sirvieron como BMs de inicio al levantamiento.
- A partir de los dos BMs se realizó el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, se tomó detalles como el punto de captación, tuberías existentes, reservorio, etc.
- Para el levantamiento topográfico se empleó 01 Estación Total South n7 con precisión de 2” ,01 GPS navegador, 01 prismas.
- Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software AutoCAD Land 3D Civil, elaborando planos topográficos a escalas convenientes

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. Objetivo Del Proyecto

El objetivo del proyecto es la elaboración de los Estudios definitivo de ingeniería para la ELABORACIÓN DEL PROYECTO “**Modelamiento del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado Huangamarca, mediante el programa WaterCad. Distrito y Provincia de Otuzco. La Libertad-2022**”.

### 2.2. Objetivo Del Estudio Topográfico

El objetivo de un levantamiento topográfico es la determinación, tanto en planimetría como en altimetría, de puntos del terreno necesarios para obtener la representación fidedigna de un determinado terreno natural a fin de:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de geotecnia y de impacto ambiental.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

### 2.3. Descripción Del Área Del Proyecto

#### a. Ubicación Política

<b>Departamento</b>	:	La Libertad
<b>Provincia</b>	:	Otuzco
<b>Distrito</b>	:	Otuzco
<b>Centro Poblado</b>	:	Huangamarca
<b>Sector</b>	:	La Pampa

**b. Ubicación Geográfica**

Coordenadas : 772963 E, 9130930 N, ZONA: 17M

**c. Vías de Acceso**

El sector La Pampa del centro poblado Huangamarca, Distrito de Otuzco, Provincia de Otuzco, La Libertad se encuentra situado a 2838.00 msnm, La pampa, actualmente es uno de los sectores del centro poblado de Huangamarca de la provincia de Otuzco, región La Libertad y se localiza a 86.60 kilómetros (2 horas y media) de la ciudad de Trujillo.

El proyecto se encuentra ubicado en el sector La Pampa, distrito de Otuzco, provincia de Otuzco, La libertad.

**d. Condiciones Climatológicas**

El clima del sector La Pampa, es completamente opuesto con respecto al clima de la costa del Perú; la primavera es de abril a junio, el verano de julio a septiembre, el otoño de octubre a diciembre y el invierno de enero a marzo. La temperatura varía según la estación, la altitud, día o noche, sombra o sol, las lluvias precipitan mayormente de octubre a marzo, el buen tiempo es de abril a septiembre.

**e. Altitud del área del proyecto**

El área del proyecto se encuentra ubicada sobre la cota 2884.48 msnm en el centro del proyecto.

**2.4. Metodología**

Todo levantamiento topográfico realizado por el área encargada contempla las etapas siguientes:

**a. Planeamiento**

La etapa del planeamiento consiste en el establecimiento de las condiciones geométricas, técnicas, económicas y de factibilidad que permiten la elaboración de un anteproyecto para realizar un levantamiento dado, destinado a satisfacer una determinada necesidad.

Esta etapa está ligada con la preevaluación, la cual deberá tener en cuenta factores de precisión requerida, disponibilidad de equipo, materiales, personal y demás facilidades, o sus requerimientos, incluyendo la consideración de factores ambientales previstos, de modo que sea posible hacer un planeamiento óptimo y establecer las normas y procedimientos específicos del levantamiento de acuerdo a las normas contenidas en este documento o las requeridas en casos específicos o especiales.

#### **b. Reconocimiento y monumentación**

El reconocimiento y la monumentación consisten en las operaciones de campos destinados a verificar sobre el terreno las características definidas por el planeamiento y a establecer las condiciones y modalidades no previstas por el mismo. Las operaciones que en este punto se indican deben desembocar necesariamente en la elaboración del proyecto definitivo. Por otra parte, esta etapa contempla el establecimiento físico de las marcas o monumentos del caso en los puntos preestablecidos.

#### **c. Trabajos de campo**

Los trabajos de campo están constituidos por el conjunto de observaciones que se realizan directamente sobre el terreno para realizar las mediciones requeridas por el proyecto, de acuerdo con las normas aplicables. Los cálculos y comprobaciones de campo se considerarán como parte integral de las observaciones, se hacen inmediatamente al final de las mismas. Tienen como propósito verificar la adherencia de los trabajos a las normas establecidas.

#### **d. Trabajos de gabinete**

Los cálculos de gabinete proceden inmediatamente a la etapa anterior y están constituidos por todas aquellas operaciones que, en forma ordenada y sistemática, calculan las correcciones y reducciones a las cantidades observadas y determinan los parámetros de interés mediante el empleo de criterios y fórmulas apropiadas que garanticen la exactitud requerida.

El ajuste o compensación deberá seguir, cuando sea aplicable, al cálculo de gabinete.

**e. Memoria de los trabajos**

Al final de cada trabajo se elabora una memoria que contenga los datos relevantes del levantamiento, incluyendo antecedentes, justificación, objetivos, criterios de diseño, personal, instrumental y equipo usados, normas, especificaciones y metodologías particulares empleadas, relación de los trabajos de campo con mención de las circunstancias que puedan haber influido en el desarrollo de los trabajos, información gráfica que muestre su ubicación, descripciones definitivas de los puntos, resultados de los cálculos y ajustes en forma de listados de parámetros finales.

**2.5. TRABAJOS DE CAMPO**

**a. Red de Control Horizontal**

El levantamiento topográfico fue realizado con coordenadas relativas ya que no existen puntos de primer orden cercanos para amarrar el levantamiento topográfico, dando al punto BM1 las coordenadas UTM en el Datum Horizontal WGS-84 obtenidas con el GPS navegador, luego se hizo vista atrás a otro punto BM2 cuyas coordenadas también se obtuvieron con el GPS navegador, para obtener las otras estaciones.

A partir de estos puntos se empezó con el levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, de acuerdo con los términos de referencia, se tomó detalles, como el punto de captación, tuberías existentes, reservorio, etc. El modo levantamiento con Estación Total se hizo con el método de colección de datos por coordenadas, obteniendo ángulos horizontales, verticales, distancia inclinada y la altura de instrumento, así como también las coordenadas Norte y Este y altura de cada punto radiado:

La medición de distancia horizontal entre estación a estación se hizo con el modo fino (el rayo infrarrojo recorre desde la estación hasta donde está ubicado el prisma dar la longitud horizontal deseado).

La medición de los ángulos horizontales de los rellenos topográficos se dará por el método de radiación.

La medición de la distancia vertical se realizará por el método de nivelación Trigonométrica.

Para el trabajo de replanteo, de todos los BMs obtenidos, se establecieron los puntos de control; BM1, ubicados tal como se muestran en el *Plano Topográfico, en lugares definidos y estables.*

#### **b. Equipos utilizados**

- Una Estación Total SOUTH N7.
- Un trípode de soporte.
- Un prisma con sus respectivo porta prisma
- Un GPS GARMIN.
- Wincha de fibra de lona de 50m.
- Libreta topográfica.
- Una cámara fotográfica.
- Pintura para especificar puntos de cambio.

#### **c. Personal**

- 01 topógrafo a cargo de los equipos topográficos.
- 01 persona encargada del prisma.

### **2.6. TRABAJOS DE GABINETE**

Durante y una vez terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software AutoCAD Civil 3D, elaborando planos topográficos a escala 1:200.

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.
- Elaboración de planos topográficos y de ubicación a escalas adecuadas.

**a. Procesamiento de información recolectada**

 - **CALCULO DE ÁNGULOS AZIMUTALES**

$$Z_B = Z_A \pm 180^\circ \pm < D$$

Si:  $Z_A < 180^\circ$

$$Z_B = Z_A + 180^\circ \pm < D$$

Si:  $Z_A > 180^\circ$

$$Z_B = Z_A - 180^\circ \pm < D$$

$$Z_B = Z_A \pm 180^\circ \pm < I$$

Si:  $Z_A < 180^\circ$

$$Z_B = Z_A + 180^\circ \pm < I$$

Si:  $Z_A > 180^\circ$

$$Z_B = Z_A - 180^\circ \pm < I$$

 - **CALCULO DE DISTANCIA HORIZONTAL**

$$D_H = D_I * \cos^2 \alpha$$

Donde:  $\alpha = 90^\circ - < V$

 - **CALCULO DE DISTANCIA VERTICAL**

$$D_V = D_I * \sen \alpha \cos \alpha$$

Donde:  $\alpha = 90^\circ - < V$

 - **CALCULO DE COORDENADAS RELATIVAS**

$$\Delta E = D_H * \sen(Z)$$

$$\Delta N = D_H * \cos(Z)$$

 - **CALCULO DE COORDENADAS ABSOLUTAS**

$$N = N' + \Delta N$$

**Donde:**  $N'$ = Norte obtenido por la ayuda de GPS

$$E = E' + \Delta E$$

**Donde:**  $E'$ = Este obtenido por la ayuda de GPS

#### - CALCULO DE COTAS

$$COTA B = COTA DE "A" \pm i \pm (D_V - m)$$

Si se jala cota:

$$COTA B = COTA DE "A" - i - (D_V - m)$$

Si se manda cota:

$$COTA B = COTA DE "A" + i + (D_V - m)$$

**Donde:**

- $i$ = Altura de instrumento
- $m$ = Altura de prisma
- $D_V$ = Distancia vertical
- Cota de "A" se obtiene con la ayuda de un GPS

#### 2.7. Software utilizado

- Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y software:
- 01 LAPTOP I7 (SAMSUNG QOSMIO).
- Software AutoCAD CIVIL 3D, para el procesamiento de los datos topográficos.
- Software AutoCAD 2020 para la elaboración de los planos correspondientes.

### 3. CONCLUSIONES

- La automatización del trabajo de campo se efectuó en el día utilizando: Una Estación Total SOUTH N7, un GPS GARMIN, software AutoCAD CIVIL 3D para el procesamiento de los datos topográficos, software AutoCAD 2020 para la elaboración de los planos correspondientes.
- Los trabajos referentes al levantamiento topográfico están referidos a coordenadas UTM con datum horizontal: WGS-84 y datum vertical: nivel medio del mar.
- Se ha elaborado planos topográficos del área de estudio a escala 1:200 con equidistancia de curvas de nivel a 1.00 m, la topografía procesada sirvió de base para la elaboración de los estudios del proyecto: **“Modelamiento del Sistema de Agua Potable del Centro Poblado Huangamarca, mediante el programa WaterCad. Distrito y Provincia de Otuzco. La Libertad-2022”**

### 4. PANEL FOTOGRÁFICO:



*Ilustración 1: Captación de Agua*



*Ilustración 3: Levantamiento Topográfico*



*Ilustración 2: Tanque del sistema de agua potable*



*Ilustración 4: Pase aéreo del sistema de agua potable*

**ANEXO N° 06: Demanda poblacional**

<b>Población Actual</b>	:	56 hab
<b>I.E. Inicial y I.E. Primaria</b>	:	2
<b>Tasa de crecimiento</b>	:	-1.30%
<b>Dotación</b>	:	80 l/hab/día
<b>Dotación I.E.</b>	:	20 l/alumno/día

Según la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, si la tasa de crecimiento es negativa se trabaja con una población igual o similar a la actual.

**- Caudal Promedio ( $Q_{prom}$ ):**

Usando la Ecuación 2, tenemos:

$$Q_p = \frac{80 \times 56}{86400} + \frac{20 \times 2}{86400}$$

$$Q_p = 0.05 \text{ l/s}$$

**- Caudal Máximo Diario ( $Q_{md}$ ):**

Luego reemplazamos la Ecuación 2 en la Ecuación 3:

$$Q_{md} = 1.3 \times 0.05$$

$$Q_{md} = 0.07 \text{ l/s}$$

**- Caudal Máximo Horario ( $Q_{mh}$ ):**

Reemplazamos la Ecuación 2 en la Ecuación 4:

$$Q_{mh} = 2 \times 0.05$$

$$Q_{mh} = 0.10 \text{ l/s}$$

- Para evaluar el estado actual del sistema de agua potable mediante el modelamiento, trabajamos con el caudal de salida del reservorio.

$$Q_{mh} = 0.33 \text{ l/s}$$

## ANEXO N° 07: Cálculo Hidráulico

**Tabla 1**

*Distribución de caudales – Método por Longitud*

<i>NODO</i>	<i>PTO PARTIDA</i>	<i>PTO LLEGADA</i>	<i>LONG. INFLUENCIA</i>	<i>LONG. PARCIAL</i>
J1	J1	J2	85.521	93.766
	J1	J3	8.245	
J2	J2	J1	85.521	85.521
	J3	J1	8.245	
J3	J3	J4	8.661	36.896
	J3	J5	19.990	
J4	J4	J3	8.661	8.661
	J5	J3	19.990	
J5	J5	J6	44.222	116.587
	J5	J9	52.376	
J6	J6	J5	44.222	276.252
	J6	J7	43.329	
J6	J6	J8	188.702	188.702
	J7	J6	43.329	
J7	J7	J6	43.329	43.329
	J8	J6	188.702	
J8	J8	J6	188.702	188.702
	J9	J5	52.376	
J9	J9	J10	62.514	161.027
	J9	J11	46.138	
J10	J10	J9	62.514	62.514
J11	J11	J10	46.138	46.138

**Fuente:** Elaboración propia.

**Caudal Unitario por Longitud:**

$$q_{Unxlong}: 0.000297780966 \text{ l/seg/m}$$

**Tabla 2***Caudal Inicial en los Nodos*

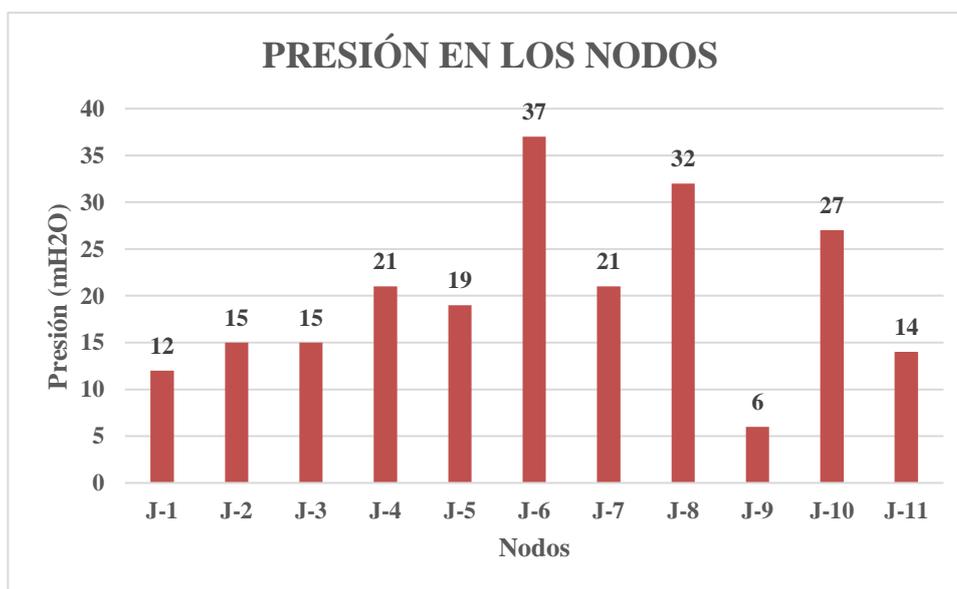
<i>NODOS</i>	<i>COTAS</i>	<i>qi</i>
J1	2869	0.0279
J2	2866	0.0255
J3	2866	0.0110
J4	2862	0.0026
J5	2862	0.0347
J6	2843	0.0823
J7	2820	0.0129
J8	2781	0.0562
J9	2834	0.0480
J10	2813	0.0186
J11	2826	0.0137

**Fuente:** Elaboración propia.

**ANEXO N° 08: Modelamiento 02 Software WaterCad – Alternativa de Solución 01**
**Tabla 1**
*Demanda y presión existente en los nodos*

<b>Nodo</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Demanda (L/s)</b>	<b>Presión (m H<sub>2</sub>O)</b>
J-1	2869	0.0279	12
J-2	2866	0.0255	15
J-3	2866	0.011	15
J-4	2860	0.0026	21
J-5	2862	0.0347	19
J-6	2843	0.0823	37
J-7	2820	0.0129	21
J-8	2781	0.0562	32
J-9	2834	0.048	6
J-10	2813	0.0186	27
J-11	2826	0.0137	14

**Fuente:** Elaboración propia.

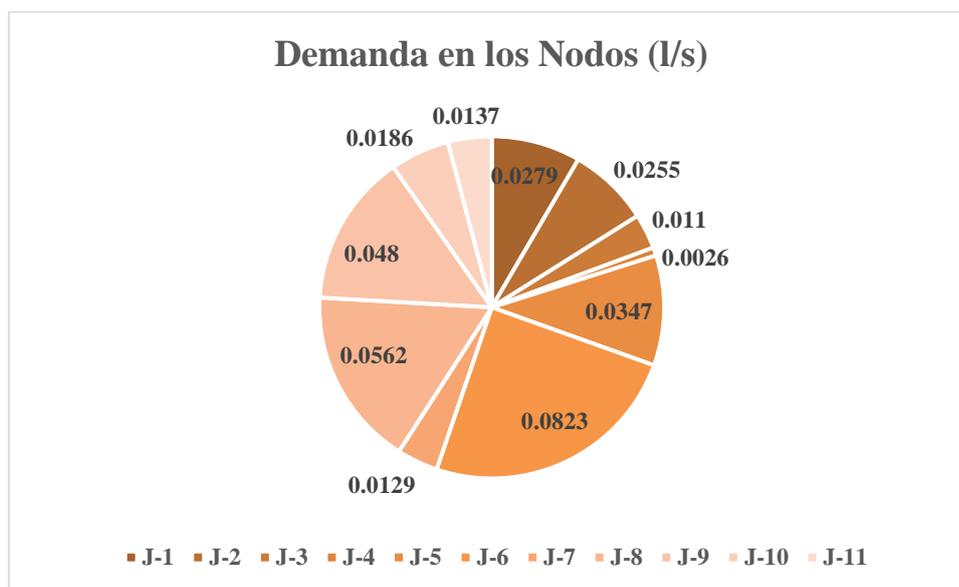
**FIGURA 1**
*Presión en nodos de la red - WaterCad*

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 2**  
*Presión promedio existente en los nodos*

PROMEDIO	Presión (m H <sub>2</sub> O)
	19.91

**Fuente:** Elaboración propia.

**FIGURA 2**  
*Demanda en nodos de la red - WaterCad*



**Fuente:** Elaboración propia.

Con la implementación de las cámaras rompe presión, observamos que en el Nodo J-6 la presión alcanza un máximo de 37 mca cumpliendo los niveles permitidos en la norma; mientras que la mínima se presenta en el Nodo J-9 siendo una presión de 6 mca. Por otro lado, tenemos una presión promedio de 19.91 mca. Estos valores están dentro de los límites establecidos en la norma.

**Tabla 3**  
*Detalles de las tuberías de la red de distribución*

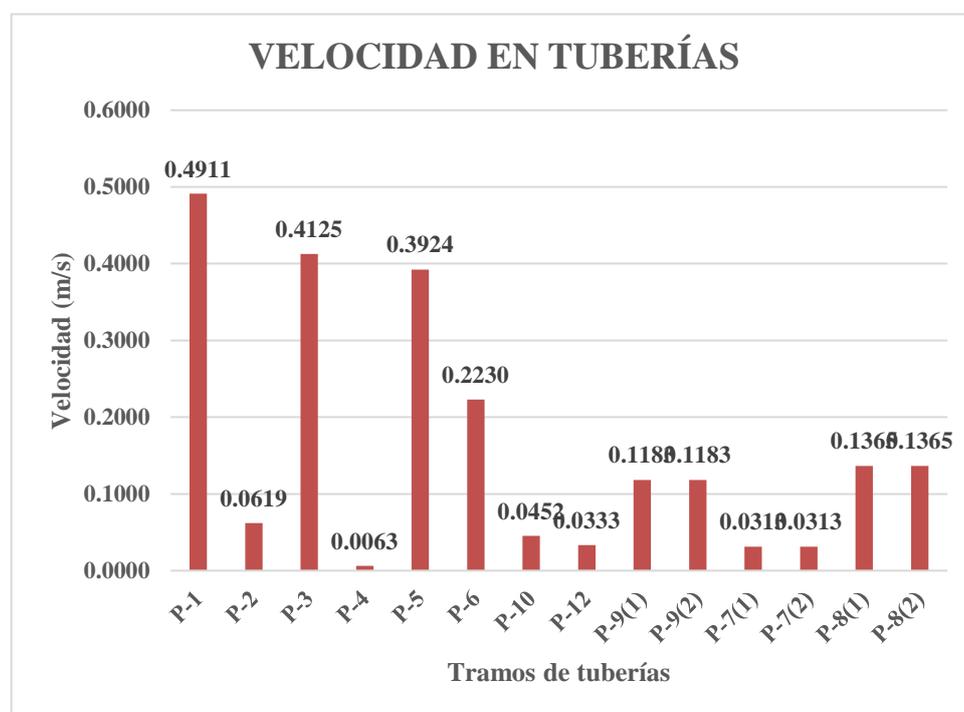
Tramo		Tubería	Longitud (m)	Diámetro (m)	Material	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Darcy-Weisbach e (mm)	Pérdida de carga (m)
Inicio	Fin								
T-1	J-1	P-1	14.00	29.4	PVC	0.3334	0.4911	0.0015	0.0120
J-1	J-2	P-2	170.00	22.9	PVC	0.0255	0.0619	0.0015	0.0000

J-1	J-3	P-3	17.00	29.4	PVC	0.2800	0.4125	0.0015	0.0090
J-3	J-4	P-4	18.00	22.9	PVC	0.0026	0.0063	0.0015	0.0000
J-3	J-5	P-5	40.00	29.4	PVC	0.2664	0.3924	0.0015	0.0080
J-5	J-6	P-6	88.00	29.4	PVC	0.1514	0.2230	0.0015	0.0030
J-9	J-10	P-10	120.00	22.9	PVC	0.0186	0.0452	0.0015	0.0000
J-9	J-11	P-12	90.00	22.9	PVC	0.0137	0.0333	0.0015	0.0000
J-5	PRV- 9	P-9(1)	81.00	29.4	PVC	0.0803	0.1183	0.0015	0.0010
PRV- 9	J-9	P-9(2)	23.00	29.4	PVC	0.0803	0.1183	0.0015	0.0010
J-6	PRV- 10	P-7(1)	6.00	22.9	PVC	0.0129	0.0313	0.0015	0.0000
PRV- 10	J-7	P-7(2)	79.00	22.9	PVC	0.0129	0.0313	0.0015	0.0000
J-6	PRV- 11	P-8(1)	181.00	22.9	PVC	0.0562	0.1365	0.0015	0.0010
PRV- 11	J-8	P-8(2)	192.00	22.9	PVC	0.0562	0.1365	0.0015	0.0010

**Fuente:** Elaboración propia.

### FIGURA 3

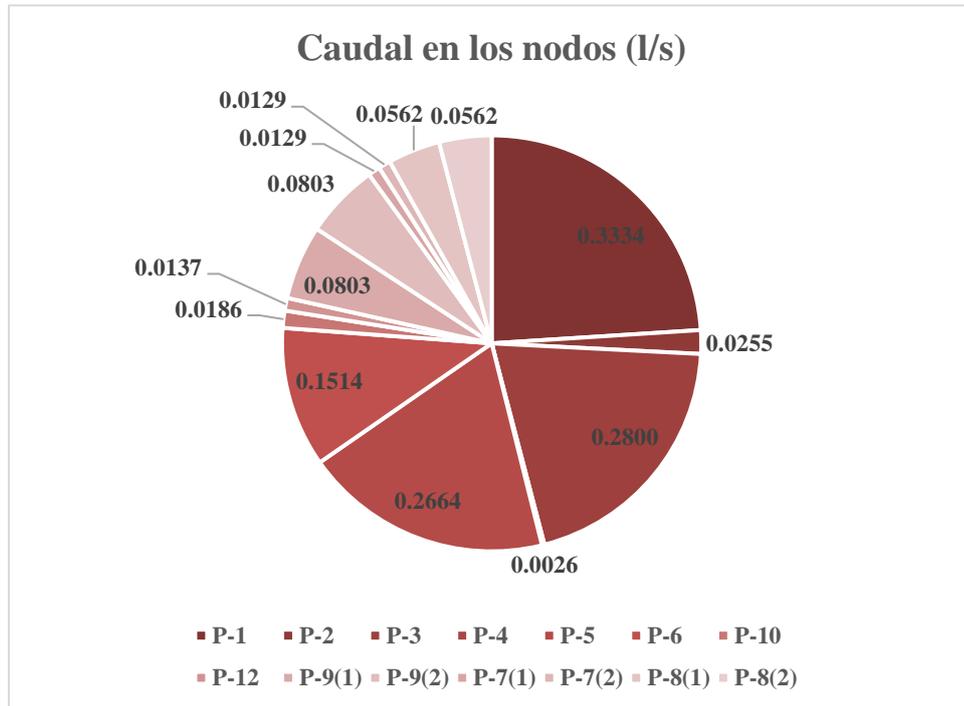
*Velocidad en las tuberías de la red - WaterCad*



**Fuente:** Elaboración propia.

**FIGURA 4**

*Caudal en las tuberías de la red - WaterCad*



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 4**

Promedio del caudal, velocidad y pérdida de carga en las tuberías

Promedio	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga (m)
	0.09	0.16	0.0026

**Fuente:** Elaboración propia.

Las tuberías presentan una velocidad promedio de 0.16 m/s, caudal de 0.09 l/s y una pérdida de carga de 0.0026 m.

## ANEXO N° 09: Panel fotográfico

### Imagen 1:

*Captación del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

### Imagen 2:

*Captación del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Imagen 3:**

*Línea de conducción del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Imagen 4:**

*Pase aéreo de la línea de conducción del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Imagen 5:**

*Línea de conducción del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Imagen 6:**

*Reservorio del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Imagen 7:**

*Red de distribución del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Imagen 8:**

*Red de distribución del sistema de agua potable*



**Fuente:** Elaboración Propia

**Imagen 9:**

*Reunión con la JASS del Sector La Pampa – Huangamarca*



**Fuente:** Elaboración Propia

ANEXO N° 10: Encuestas



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

FORMATO N° 01

ESTADO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

INFORMACIÓN GENERAL DEL CASERÍO / COMUNIDAD

A. Ubicación:

1. Comunidad/Caserío: Huangamarca 4. Distrito: Otuzco
2. Código del lugar (no llenar): ..... 5. Provincia: Otuzco
3. Anexo/Sector: La Pampa 6. Departamento: La Libertad
7. Altura (m.s.n.m.): 2.838 m.s.n.m
8. Cuántas familias tiene el caserío / anexo o sector: 27 familias
9. Promedio de integrantes por familia (dato del INEI, no llenar): .....
10. ¿Cuál es la ruta para llegar al Caserío/Centro Poblado desde la capital del distrito?

Desde	Hasta	Tipo de Vía	Medio de transporte	Distancia (KM)	Tiempo (Horas)
<u>Trujillo</u>	<u>Otuzco</u>	<u>Vía pavimentada</u>	<u>Bus, auto, moto</u>	<u>77.4 km</u>	<u>2 hr</u>
<u>Otuzco</u>	<u>Huangamarca-Sector La Pampa</u>	<u>Vía afirmada</u>	<u>Bus, auto, moto</u>	<u>10.5 km</u>	<u>0.4 hr</u>

11. ¿Qué servicios públicos tiene el caserío/ anexo o sector? Marque con una X

- Establecimiento de Salud SI  NO
- Centro Educativo SI  NO 
  - Inicial  Primaria  Secundaria
- Energía Eléctrica SI  NO

12. Fecha en que se concluyó la construcción del sistema de agua potable:

2011

 13. Institución Ejecutora: Municipalidad

14. ¿Qué tipo de fuente de agua abastece al sistema? Marque con una X

 Manantial  Pozo  Agua Superficial 

15. ¿Cómo es el sistema de abastecimiento? Marque con una X

 Por Gravedad  Por Bombeo 

 B. Cobertura del Servicio:

 16. ¿Cuántas familias se benefician con el agua potable? (Indicar el número) 

 Número de comunidades que tienen acceso al SAP 

 C. Cantidad de agua:

 17. ¿Cuál es el caudal de la fuente en época de sequía? En litros / segundo 

 18. ¿Cuántas conexiones domiciliarias tiene su sistema? (Indicar el número) 

19. ¿El sistema tiene piletas públicas? Marque con una X

 SI  NO  (Pasar a la pgta. 21)

 20. ¿Cuántas piletas públicas tiene su sistema? (Indicar el número) 

 D. Continuidad del Servicio:

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

NOMBRES DE LAS FUENTES	DESCRIPCIÓN			Mediciones					CAUDAL
	Permanente	Baja cantidad pero no se seca	Se seca totalmente en algunos meses	1°	2°	3°	4°	5°	
El Pozuco		X		0.38	0.35	0.36	0.36	0.37	0.36

22. ¿En los últimos doce (12) meses, cuánto tiempo han tenido el servicio de agua?

Marque con una X

Todo el día durante todo el año

Por horas sólo en época de sequía

Por horas todo el año

Solamente algunos días por semana

E. Calidad del Agua:

23. ¿Colocan cloro en el agua en forma periódica? Marque con una X

SI  NO  (Pasar a la pgta. 25)

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

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

25. ¿Cómo es el agua que consumen? Marque con una X

Agua clara  Agua turbia  Agua con elementos extraños

26. ¿Se ha realizado el análisis bacteriológico en los últimos doce meses? Marque con una X

SI  NO

27. ¿Quién supervisa la calidad del agua? Marca con una X

Municipalidad  MINSA  JASS

Otro  (nombrarlo) ..... Nadie

F. Estado de la Infraestructura:

○ Captación: Altitud: 2884.48 msnm X: 9131558.11 Y: 2884.48

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

29. Describa el cerco perimétrico y el material de construcción de las captaciones.

Marque con una X

Captación	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la captación		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
1	X			X		2884.48	9131538.11	742562.71

Captación	Identificación de peligros							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
1	X							

30. Determine el tipo de captación y describa el estado de la infraestructura. Marcar

con una X

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

- B = Bueno
- R = Regular
- M = Malo





o Caja o buzón de reunión:

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

SI

NO

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

Caja o buzón de Reunión	Estado del Cerco Perimétrico			Material de construcción de la caja de reunión		Datos Geo-referenciales		
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						

Caja o buzón de Reunión	Identificación de peligros							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua

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

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

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Descripción	Tapa Sanitaria							Estructura	Canastilla		Tubería de limpia y rebose		Dado de protección			
	No tiene	Si tiene			Madera	Seguro			Concreto	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	No tiene	Si tiene	
		Concreto				Metal		No tiene								Si tiene
		B	R	M		B	R									
C1																
C2																
C3																
C4																



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

Descripción	Tubos rompe carga						
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	N° 6	N° 7
Bueno							
Malo							

o Línea de conducción:

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

SI

NO

(Pasar a la pgta. 44)

**Identificación de peligros:**

No presenta

Huaycos

Crecidas o avenidas

Hundimiento de terreno

Inundaciones

Deslizamientos

Desprendimiento de rocas o árboles

Contaminación de la fuente de agua

Especifique: \_\_\_\_\_

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

Enterrada totalmente

Enterrada parcialmente

Malograda

Colapsada

42. ¿Tiene cruces / pases aéreos?

SI

NO

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

Bueno

Regular

Malo

Colapsado

o Planta de Tratamiento de Aguas

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

SI

NO



**Identificación de peligros:**

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

Especifique: \_\_\_\_\_

45. ¿Tiene cerco perimétrico la estructura? Marque con una X

SI, en buen estado  SI, en mal estado  No tiene

46. ¿En qué estado se encuentra la estructura? Marque con una X

Bueno  Regular  Malo

o Reservorio:

47. ¿Tiene reservorio? Marque con una X

SI  NO

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

Reservorio	Estado del Cerco Perimétrico		Material de construcción del Reservorio		Datos Geo-referenciales			
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal	Altitud	X	Y
	En buen estado	En mal estado						
Reservorio 1	X			X		2881.28	9131072.41	7729 88.30
Reservorio 2								
Reservorio 3								

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

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

DESCRIPCIÓN: RESERVORIO Volumen: _____		ESTADO ACTUAL					
		NO TIENE	SI TIENE			SEGURO	
			Bueno	Regular	Malo	Si tiene	No tiene
Tapa sanitaria 1 (T. A.)	De concreto						
	Metálica		X		X		
	Madera						
Tapa sanitaria 2 (C. V.)	De concreto						
	Metálica		X		X		
	Madera						
Reservorio/tanque de almacenamiento				X			
Caja de válvulas				X			
Canastilla				X			
Tubería de limpia y rebose				X			
Tubo de ventilación				X			
Hipoclorador		X					
Válvula flotadora		X					
Válvula de entrada							
Válvula de salida							
Válvula de desagüe							
Nivel estático							
Dado de protección				X			
Cloración por goteo		X					
Grifo de enjuague		X					

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

○ Línea de Aducción y red de distribución:

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

Cubierta Totalmente       Cubierta en forma parcial   
 Malograda       Colapsada       No tiene



**Identificación de peligros:**

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

Especifique: \_\_\_\_\_

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

SI  NO

52. ¿En qué estado se encuentran los cruces / pases aéreos? Marque con una X.

Bueno  Regular  Malo  Colapsado

o Válvulas:

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

Descripción	SI TIENE		Cantidad	NO TIENE	
	Bueno	Malo		Necesita	No necesita
Válvulas de aire	<input checked="" type="checkbox"/>		6		
Válvulas de purga					<input checked="" type="checkbox"/>
Válvulas de control					

o Cámaras rompe presión CRP-7

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

SI  NO

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

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

CRP 7	CERCO PERIMÉTRICO			MATERIA DE CONSTRUCCIÓN	
	Si tiene		No tiene	Concreto	Artesanal
	En buen estado	En mal estado			
CRP7 1					
CRP7 2					
CRP7 3					
CRP7 4					
CRP7 5					
CRP7 6					
CRP7 7					
CRP7 8					
CRP7 9					
CRP7 10					
CRP7 11					
CRP7 12					

Reservorio	Identificación de peligros							
	No presenta	Huayco	Crecidas o avenidas	Hundimiento de terreno	Inundaciones	Deslizamientos	Desprendimiento de rocas o arboles	Contaminación de la fuente de agua
CRP7 1								
CRP7 2								
CRP7 3								
CRP7 4								
CRP7 5								
CRP7 6								
CRP7 7								
CRP7 8								
CRP7 9								
CRP7 10								
CRP7 11								
CRP7 12								

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

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

B = Bueno

R = Regular

M = Malo

Descripción	Tapa Sanitaria 1						Tapa Sanitaria 2 (caja de válvulas)						Estructura		Canastilla		Tubería de limpia y repose		Válvula de Control		Válvula flotadora		Dado de protección			
	No tiene			Si tiene			No tiene			Si tiene			Seguro		No tiene		Si tiene		No tiene		Si tiene		No tiene		Si tiene	
	Concreto	Metal	Madera	Concreto	Metal	Madera	Concreto	Metal	Madera	Concreto	Metal	Madera	Concreto	Metal	Concreto	Metal	Concreto	Metal	Concreto	Metal	Concreto	Metal	Concreto	Metal	Concreto	Metal
CRP-7 N° 1																										
CRP-7 N° 2																										
CRP-7 N° 3																										
CRP-7 N° 4																										
CRP-7 N° 5																										
CRP-7 N° 6																										
CRP-7 N° 7																										
CRP-7 N° 8																										
CRP-7 N° 9																										
CRP-7 N° 10																										
CRP-7 N° 11																										
CRP-7 N° 12																										

Bach. Silva Alfaro, Judith Milagritos  
Bach. Zumaran Robles, Wilmer Eduardo

Pág. 13

○ Piletas públicas

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

DESCRIPCIÓN	PEDESTAL O ESTRUCTURA				VALVULA DE PASO			GRIFO		
	Bueno	Regular	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene	Bueno	Malo	No tiene
P1										
P2										
P3										
P4										
P5										
P6										
P7										
P8										
P9										
P10										

○ Piletas domiciliarias

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

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

Fecha: 22 / 12 / 2022

Nombre del encuestador: Judith Silva Alfaro  
Wilmer Zumaran Robles

Bach. Silva Alfaro, Judith Milagritos  
Bach. Zumaran Robles, Wilmer Eduardo

Pág. 14

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

**FORMATO N° 03**

**ENCUESTA SOBRE GESTIÓN DE LOS SERVICIOS (CONCEJO DIRECTIVO)**

Comunidad / Caserío: Huangamarca Anexo / Sector: La Pampa  
 Distrito: Otuzco Provincia: Otuzco Departamento: La Libertad

81. ¿Quién es responsable de la administración del servicio de agua? Marque con una X

- |                                |                                     |                     |                          |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| - Municipalidad .....          | <input type="checkbox"/>            | - Autoridades ..... | <input type="checkbox"/> |
| - Núcleo ejecutor / Comité ... | <input type="checkbox"/>            | - Nadie .....       | <input type="checkbox"/> |
| - Junta Administradora .....   | <input type="checkbox"/>            | - EPS .....         | <input type="checkbox"/> |
| - JASS reconocida .....        | <input checked="" type="checkbox"/> |                     |                          |

82. ¿Identificar a cada uno de los integrantes del Consejo Directivo? Marque con una X si fue entrevistado

NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	CARGO	ENTREVISTADO
Carlos Rodríguez Rodríguez	19023634	Presidente	
Manuel Argomedo Rodríguez	19079916	Tesorero	X
Nixon Mendoza Argomedo	19037473	Secretario	
Flor Solano Gutiérrez	41907976	Fiscal	
Susy Merdoza Argomedo	45995753	Vocal (J)	X

83. ¿Quién tiene el expediente técnico, memoria descriptiva o expediente replanteado?

Marque con una X

- |                         |                                     |                          |                          |
|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| - Municipalidad .....   | <input checked="" type="checkbox"/> | - No existe .....        | <input type="checkbox"/> |
| - Comunidad .....       | <input type="checkbox"/>            | - No sabe .....          | <input type="checkbox"/> |
| - Núcleo ejecutor ..... | <input type="checkbox"/>            | - EPS .....              | <input type="checkbox"/> |
| - JASS .....            | <input type="checkbox"/>            | - Entidad Ejecutora..... | <input type="checkbox"/> |

84. ¿Qué instrumentos de gestión usan? Marque con una X



- Reglamento y Estatutos .....
- Padrón de asociados y control de recaudos ....
- Libro de actas .....
- Libro de caja .....
- Recibos de pago de cuota familiar .....
- No usan ninguna de las anteriores .....
- Otros: Especificar.....
- Asignación de recursos de agua: .....  (Licencia, permiso, autorización)
- No usan ninguna de las anteriores .....

85. ¿Cuántos usuarios existen en el padrón de asociados del sistema? 29

86. ¿Existe una cuota familiar establecida para el servicio de agua potable? Marque con una X

SI  NO  (Pasar a la pgta. 89)

87. ¿Cuánto es la cuota por el servicio de agua?  (Indicar nuevos soles)

88. ¿Cuántos no pagan la cuota familiar?  (Indicar el número)

89. ¿Cuántas veces se reúne la directiva con los usuarios del sistema? Marque con una X

- Mensual .....
- 3 veces por año o más .....
- 1 o 2 veces por año .....
- Sólo cuando es necesario .....
- No se reúnen .....

90. ¿Cada qué tiempo cambian la Junta Directiva? Marque con una X

- Al año .....
- A los dos años .....
- A los tres años .....
- Más de tres años .....

91. ¿Quién ha escogido el modelo de pileta que tienen? Marque con una X

- La esposa .....
- El esposo .....
- La familia .....
- El proyecto .....

92. ¿Cuántas mujeres participan de la Directiva del Sistema? Marque con una X

- De 2 mujeres a más
- 1 mujer
- Ninguna

93. ¿Han recibido cursos de capacitación? Marque con una X

- SI
- NO
- Charlas a veces

94. ¿Qué tipo de cursos han recibido los actuales miembros del Consejo Directivo?

Marque con una X; cuando se trate de los directivos.

Cuando se trate de los usuarios, colocar el número de los que se beneficiaron

DESCRIPCIÓN	TEMAS DE CAPACITACIÓN		
	Limpieza, desinfección y cloración	Operación y reparación del sistema	Manejo administrativo
<b>A Directivos:</b>			
Presidente	X	X	X
Secretario	X	X	X
Tesorero	X	X	X
Vocal 1	X	X	X
Vocal 2	X	X	X
Fiscal	X	X	X
<b>A Usuario:</b>			X

95. ¿ Se han realizado nuevas inversiones, después de haber entregado el sistema de agua potable a la comunidad? Marque con una X

SI

NO

96. ¿ En qué se ha invertido? Marque con una X

Reparación

Mejoramiento

Ampliación

Captación

○ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

97. ¿Existe un plan de mantenimiento? Marque con una X

- SI, y se cumple .....

- SI, pero no se cumple .....

- SI, se cumple a veces .....

- No existe .....

98. ¿Los usuarios participan en la ejecución del plan de mantenimiento? Marque con una X

- SI, y se cumple .....

- SI, pero no se cumple .....

- SI, se cumple a veces .....

- No existe .....

99. ¿Cada qué tiempo realizan la limpieza y desinfección del sistema? Marcar con una X

- |                           |                          |                                   |                                     |
|---------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| - Una vez al año .....    | <input type="checkbox"/> | - Cuatro veces al año .....       | <input checked="" type="checkbox"/> |
| - Dos veces al año .....  | <input type="checkbox"/> | - Más de cuatro veces al año .... | <input type="checkbox"/>            |
| - Tres veces al año ..... | <input type="checkbox"/> | - No se hace .....                | <input type="checkbox"/>            |

100. ¿Cada qué tiempo cloran el agua? Marcar con una X

- |                               |                          |                               |                                     |
|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| - SI, y se cumple .....       | <input type="checkbox"/> | - SI, pero no se cumple ..... | <input type="checkbox"/>            |
| - SI, se cumple a veces ..... | <input type="checkbox"/> | - No existe .....             | <input checked="" type="checkbox"/> |

101. ¿Qué prácticas de conservación de la fuente de agua, en el área de influencia del manantial existen? Marque con una X

- |                                |                                     |                                             |                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| - Zanjas de infiltración ..... | <input type="checkbox"/>            | - Conservación de la vegetación natural ... | <input checked="" type="checkbox"/> |
| - Forestación .....            | <input checked="" type="checkbox"/> | - No existe .....                           | <input type="checkbox"/>            |

102. ¿Quién se encarga de los servicios de gasfitería? Marque con X

- |                            |                                     |                      |                          |
|----------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------------|
| - Gasfitero/operador ..... | <input checked="" type="checkbox"/> | - Los usuarios ..... | <input type="checkbox"/> |
| - Los directivos .....     | <input type="checkbox"/>            | - Nadie .....        | <input type="checkbox"/> |

103. ¿Es remunerado el encargado de los servicios de gasfitería? Marque con una X

- |                             |                                        |
|-----------------------------|----------------------------------------|
| SI <input type="checkbox"/> | NO <input checked="" type="checkbox"/> |
|-----------------------------|----------------------------------------|

104. ¿Cuenta el sistema con herramientas necesarias para la operación y mantenimiento? Marque con una X

- |            |                                     |                           |                          |
|------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------|
| - SI ..... | <input checked="" type="checkbox"/> | - Algunas .....           | <input type="checkbox"/> |
| - NO ..... | <input type="checkbox"/>            | - Son del gasfitero ..... | <input type="checkbox"/> |

Fecha: 17 / 12 / 2022

Nombre del encuestador: Judith Silva Alfaro  
Wilmer Zumaran Robles