



**UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE CAHUANA,  
DISTRITO DE ALCA, LA UNIÓN – AREQUIPA - 2023”.**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR**

**Bach. LUIS ALFONSO COAQUIRA MAMANI  
Código ORCID 0009-0005-8362-1498**

**ASESOR:  
Dr. NESTOR ALEJANDRO CRUZ CALAPUJA  
Código ORCID 0000-0002-0327-3579**

**AREQUIPA – PERÚ**

**2023**

# COAQUIRA MAMANI LUIS ALFONSO - R2

## INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

13%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	2%
2	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
3	<b>Submitted to Universidad Alas Peruanas</b> Trabajo del estudiante	1%
4	<b>Submitted to Universidad Católica de Santa María</b> Trabajo del estudiante	1%
5	<b>docobook.com</b> Fuente de Internet	1%
6	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
7	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	1%
8	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	1%
9	<b>repositorio.uap.edu.pe</b> Fuente de Internet	

1 %

10

Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote

Trabajo del estudiante

1 %

11

repositorio.uprit.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

12

catalogo.escuelaing.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

13

www.mef.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

14

es.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

15

www.lumensoft.pe

Fuente de Internet

<1 %

16

nike.vivienda.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

18

es.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

19

ribuni.uni.edu.ni

Fuente de Internet

<1 %

20

www.corantioquia.gov.co

Fuente de Internet

<1 %

21

[repositorio.unp.edu.pe](http://repositorio.unp.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

22

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

23

[pomalca.weebly.com](http://pomalca.weebly.com)

Fuente de Internet

<1 %

24

[www.buenastareas.com](http://www.buenastareas.com)

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Universidad Politecnica  
Salesiana del Ecuador

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Apagado

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida, Salud, sabiduría e inmenso amor.

A mis padres JAIME S.A. y NILDA T.C.M., por su formación, por formar en mí, una persona con determinación y por su abnegado sacrificio.

A mis adoradas Magaly W.Y.N. y Jadiyah O.Y. por su apoyo íntegro, impasible y cordialidad por cristalizar esta aspiración y hacerme una óptima persona.

A todos mis familiares en general y personas que siempre estuvieron ahí para brindarme todo su respaldo.

El autor.

## **AGRADECIMIENTO.**

Gracias a todos los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por haber compartido con nosotros sus sabias enseñanzas y experiencias profesionales durante mi carrera profesional y universitaria. Les estoy muy agradecido a todos ellos.

A mí adorada escuela profesional de Ing. Civil y docentes que me transmitieron su sapiencia y vivencia durante los años de permanencia en las aulas universitarias.

## RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar las condiciones técnicas del “EVALUACIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE CAHUANA, DISTRITO DE ALCA, LA UNIÓN – AREQUIPA - 2023”. Se analizan los resultados de la investigación geoespacial, geotécnica, hidrológica y ambiental, para luego proceder al diseño del sistema de saneamiento. En definitiva, la realización del proyecto mejorará la calidad de vida de la población local de Cahuana, a la vez que reducirá los desplazamientos y evitará los problemas respiratorios y de alcantarillado causados por el polvo, y potenciará el crecimiento urbano de la zona y de la ciudad.

Al mismo tiempo, reducirá los desplazamientos, eliminará los trastornos respiratorios y gastrointestinales causados por el polvo y mejorará la zona y la ciudad.

## **ABSTRACT**

The present project aims to develop the technical conditions of the " EVALUATION OF THE SERVICE OF THE DRINKING WATER AND SEWERAGE SYSTEM IN THE LOCATION OF CAHUANA, DISTRICT OF ALCA, LA UNION - AREQUIPA – 2023" We analyze the results of geospatial research, geotechnical, hydrological, and environmental impacts, then proceed to the design of the sanitation system. Ultimately, the completion of the project will improve the quality of life of Cahuana's local population, while reducing travel and preventing respiratory and sewage problems caused by dust, and enhancing the urban growth of the area and the city. Simultaneously, it will reduce travel, eliminate respiratory and gastrointestinal disorders caused by dust, and improve the area and the city.

## INTRODUCCIÓN

El tema de esta selección para el título de Ingeniero Civil se denomina " EVALUACIÓN DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE CAHUANA, DISTRITO DE ALCA, LA UNIÓN – AREQUIPA - 2022"; Se produce con el objetivo de reforzar los conocimientos adquiridos durante el proceso de aprendizaje. Este trabajo se divide en cinco capítulos:

El Capítulo I trata de la realidad del problema, desglosando la descripción del hecho del problema, formulación general del problema y se describen los problemas específicos, las razones y la importancia por la cual el proyecto es factible, se identifican los límites, se establecen las metas generales y los objetivos específicos

El Capítulo II enmarca el desarrollo del proyecto propiamente dicho y se dan a conocer las conclusiones y recomendaciones que surgen de la aplicación del mismo.

El Capítulo III desarrolla la metodología de la investigación, detalla el tipo de estudio, tipo de estudio, métodos de investigación, población y muestra, lugar del estudio, recolección de datos técnicas y herramientas, y finalmente, el análisis. y procesamiento de datos.

El Capítulo IV divulga referencias de investigación como libros y sitios web utilizados para desarrollar la investigación del proyecto.

El Capítulo V presenta un conjunto de términos utilizados a lo largo del desarrollo del estudio.

El Capítulo VI finaliza añadiendo anexos a este trabajo

## TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
INTRODUCCIÓN .....	vi
TABLA DE CONTENIDO.....	vii
CAPÍTULO I:.....	9
<b>REALIDAD PROBLEMÁTICA</b> .....	9
1.1 Descripción de la Realidad Problemática .....	9
1.2 Formulación del Problema .....	9
1.1.1. Problema General .....	9
1.1.2. Problemas Específicos.....	10
1.3 Objetivos del proyecto.....	10
1.1.3. Objetivo General .....	10
1.1.4. Objetivos Específicos.....	10
1.4 Justificación .....	10
1.5 Limitantes de la Investigación .....	11
CAPÍTULO II:.....	12
<b>DESARROLLO DEL PROYECTO</b> .....	12
2.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado.....	12
2.1.1. Requerimientos.....	14
2.1.2. Cálculos.....	15
2.1.3. Dimensionamiento .....	61
2.1.4. Equipos utilizados .....	87
2.1.5. Conceptos básicos .....	87
2.1.6. Planificación del proyecto .....	88
2.1.7. Servicios y Aplicaciones.....	90
2.2 Conclusiones.....	91
2.3 Recomendaciones .....	91
CAPÍTULO III.....	92
<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b> .....	92
3.1 Tipo y diseño de Investigación .....	92
3.2 Método de Investigación .....	92

3.3	Población y Muestra .....	92
3.4	Lugar de Estudio .....	93
3.5	Técnica e Instrumentos para la recolección de la información .....	93
3.6	Análisis y Procesamiento de datos .....	94
CAPÍTULO IV .....		103
REFERENCIAS .....		103
5.1.	Libros .....	103
CAPÍTULO V .....		104
GLOSARIO DE TÉRMINOS .....		104
CAPITULO VI .....		108
INDICES .....		108
5.2.	Índice de Gráficos .....	108
5.3.	Índice de Tablas .....	109
5.4.	Índice de Fotografías .....	110
CAPITULO VI .....		111
ANEXOS .....		111

# **CAPÍTULO I:**

## **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

### **1.1 Descripción de la Realidad Problemática**

La localidad de Cahuana del Distrito de Alca cuenta con 548 habitantes distribuidos en 274 familias; de las cuales el 75% de ellas tienen un sistema de agua entubado con una antigüedad de aproximadamente 20 años administrado por la Junta Administradora de Agua y Saneamiento-JAAS de Cahuana, se ha identificado una situación del sistema de agua en estado deplorable, las que además se encuentran en diversos tramos, expuestas a la intemperie, la captación, el reservorio y las tuberías en las calles sobre todo en las zonas alejadas de la localidad, así mismo las conexiones domiciliarias se encuentran obsoletas y que sólo cobertura a 180 familias las cuales representan al 65.69% de la población, de igual manera cuenta con 01 reservorio existente, el cual se encuentra deteriorado.

### **1.2 Formulación del Problema**

#### **1.1.1. Problema General**

¿Cuáles son las condiciones adecuadas del servicio del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Cahuana, distrito de Alca, La Unión – Arequipa?

### **1.1.2. Problemas Específicos**

- ✓ ¿Cuál es el estado del servicio del sistema de agua potable en la localidad de Cahuana, distrito de Alca, La Unión – Arequipa?
- ✓ ¿Cuál es el estado del alcantarillado en la localidad de Cahuana, distrito de Alca, La Unión – Arequipa?

## **1.3 Objetivos del proyecto**

### **1.1.3. Objetivo General**

- ✓ Determinar el estado y serviciabilidad del sistema de agua potable y alcantarillado para impulsar la ejecución de una red de agua potable y saneamiento, privilegiando así a sus habitantes para lograr una mejora significativa en su calidad de vida en Cahuana, distrito de Alca, La Unión – Arequipa

### **1.1.4. Objetivos Específicos**

- ✓ Identificar el estado y grado de serviciabilidad del servicio del sistema de agua potable en la localidad de Cahuana, distrito de Alca, La Unión – Arequipa
- ✓ Describir el estado de servicio del alcantarillado en la localidad de Cahuana, distrito de Alca, La Unión – Arequipa.
- ✓ Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la población de Cahuana, brindándoles en términos de salubridad y servicio, óptimas redes de agua y de saneamiento

## **1.4 Justificación**

Este proyecto posibilita la investigación en agua potable y saneamiento, asegurando la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento; Los

problemas y objetivos anteriores se resolverán a su vez. Este proyecto pretende mejorar y ampliar la red de agua y saneamiento con el fin último de mejorar la calidad de vida, con calidad de servicio y con los estándares establecidos.

a.) Razones por las cuales la solución de los conflictos de agua y saneamiento es de interés de la comunidad: Con la implementación del proyecto se propone en la mejorara de las condiciones de salud para las personas a través de proporcionar Suministro eficiente de agua potable y servicios de saneamiento (sistemas de drenaje), facilitando la reducción de enfermedades relacionadas con el agua y el saneamiento. Se presentan menos casos de diarreas, infecciones y parásitos, afectando la economía del hogar por la reducción de costos de atención y medicamentos, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas de la zona afectada.

### **1.5 Limitantes de la Investigación**

Se tiene como principal limitante la falta de proyectos en este rubro teniendo la importancia detallada en los párrafos anteriores. Esto es a raíz de la falta de inversión de las municipalidades que priorizan otras obras a nivel de distrito descuidando un servicio de agua potable de calidad.

## **CAPÍTULO II: DESARROLLO DEL PROYECTO**

### **2.1 Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado**

El nombre para el presente estudio según la tipología y el objetivo de la intervención es:

**“EVALUACION DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE CAHUANA, DISTRITO DE ALCA, LA UNIÓN – AREQUIPA - 2022”.**

#### **UBICACIÓN:**

Departamento : Código UBIGEO (04) Arequipa  
Provincia : Código UBIGEO (0408) La Unión  
Distrito : Código UBIGEO (040802) Alca  
Centro Poblado : Asentamiento Humano Cahuana  
Población Censada – 2017 : 548 Hab.  
Zona : Urbana / Rural  
Ubicación Geográfica : 15° 12' 27" "S 72° 45' 50" "W

**Imagen 1**  
*Ubicación*



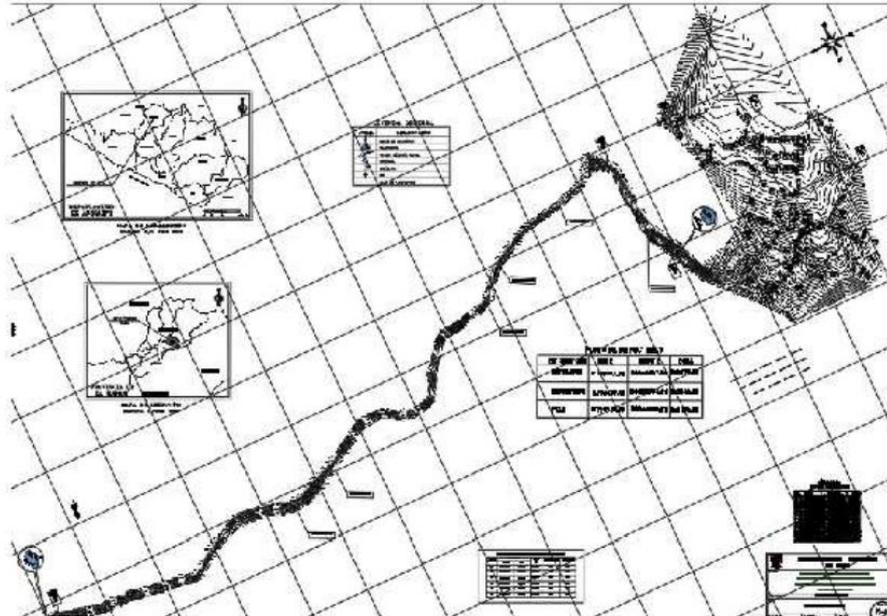
Nota: Se muestra la provincia de la Unión.

**Imagen 2**  
*Localización del distrito de Alca*



Nota: Se muestra el Distrito de Alca

**Imagen 3**  
*Plano georreferenciado*



Fuente: Elaboración Propia

### 2.1.1. Requerimientos

- RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nro 539 – 2017 – ANA/AAA I C-O
- RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA N° 101-2019-ANA-AAA-ICO-ALA-OP (Resolución de disponibilidad hídrica).
- FORMATO SNIP-03(FICHA DE REGISTRO DE PROYECTOS): Código SNIP del proyecto de Inversión Pública 309770.
- CERTIFICADO DE INEXISTENCIA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS (CIRA): CIRA N°161-2016-DMA-DDC-ARE/MC
- NTP 214.046:2013 CALIDAD DE AGUA.

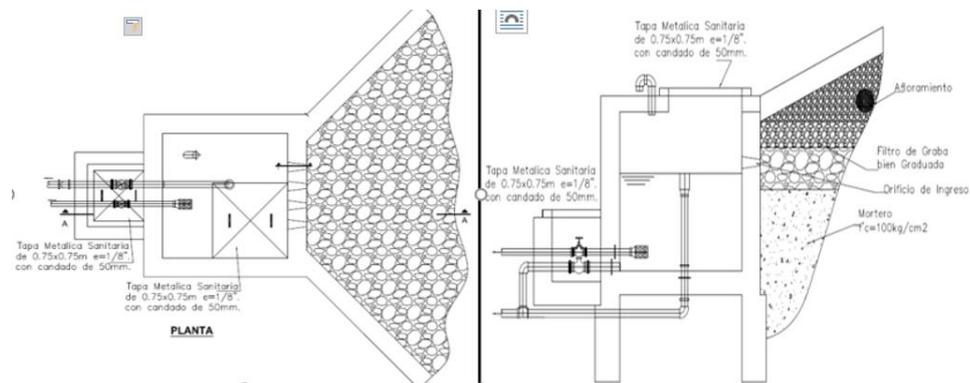
## 2.1.2. Cálculos

### A. Captación

Los manantes tipo ladera, se captará mediante una estructura de concreto armado de sección rectangular cuyas medidas interiores serán 1.00m x 1.00m con altura a 1.00m. Las paredes son de espesor de 0.15m. El concreto a utilizar será de 280kg/cm<sup>2</sup>. Adicionalmente se colocará una tapa metálica de 0.60m x 0.60m la cámara húmeda y otra tapa metálica de 0.40m x 0.40m para la cámara de válvulas.

**Gráfico 1**

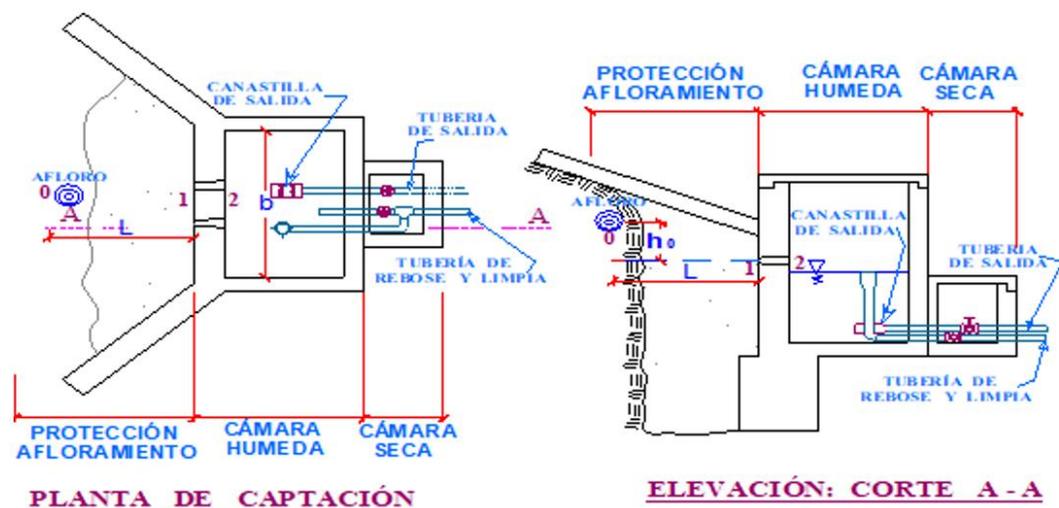
*Diseño de cámara*



Fuente: calculos

**Gráfico 2**

*Planta de captación*



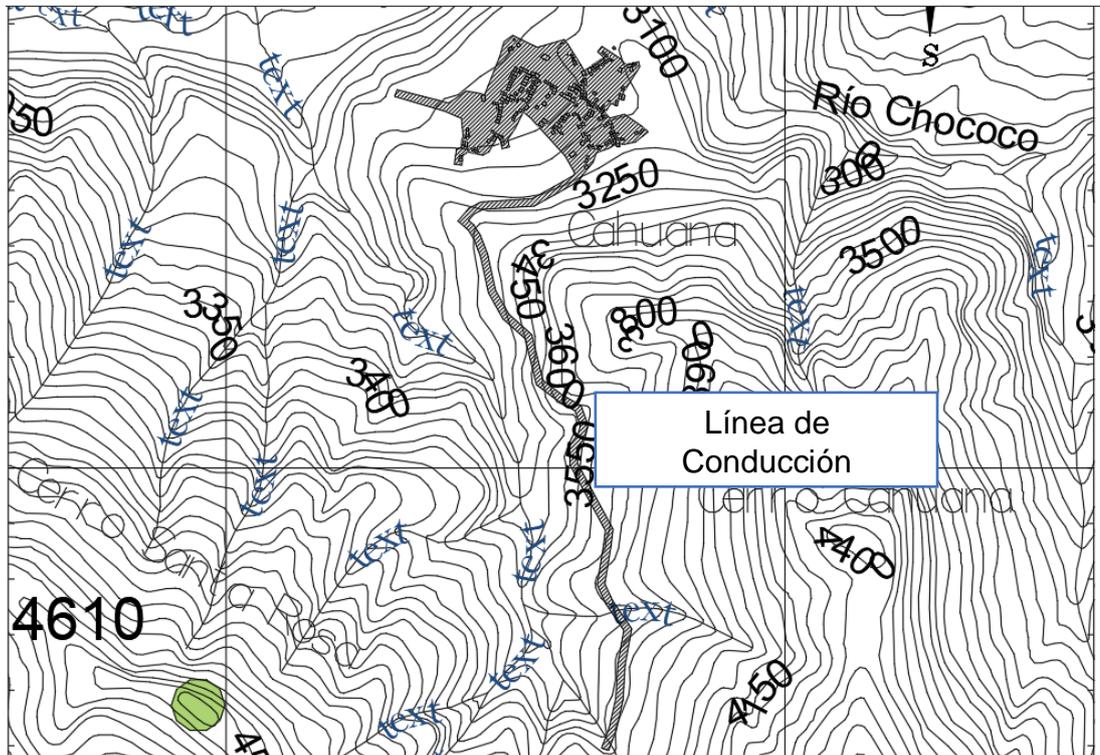
Fuente: calculos

## B. Línea de conducción.

En este proyecto se propone la instalación de tubería de PVC Sap de 1 1/4", la línea de aducción tiene una longitud total de 3.748,51 ml de tubería de PVC SAP de 1 1/4" C-10 desde la captación hasta el embalse propuesto, y se propone la construcción de nueve cámaras de rotura de presiones (CRP-6) dentro de la línea de aducción para el óptimo funcionamiento de las presiones.

### Diseño de Línea de Aducción

**Gráfico 3**  
*Cálculo de agua potable*



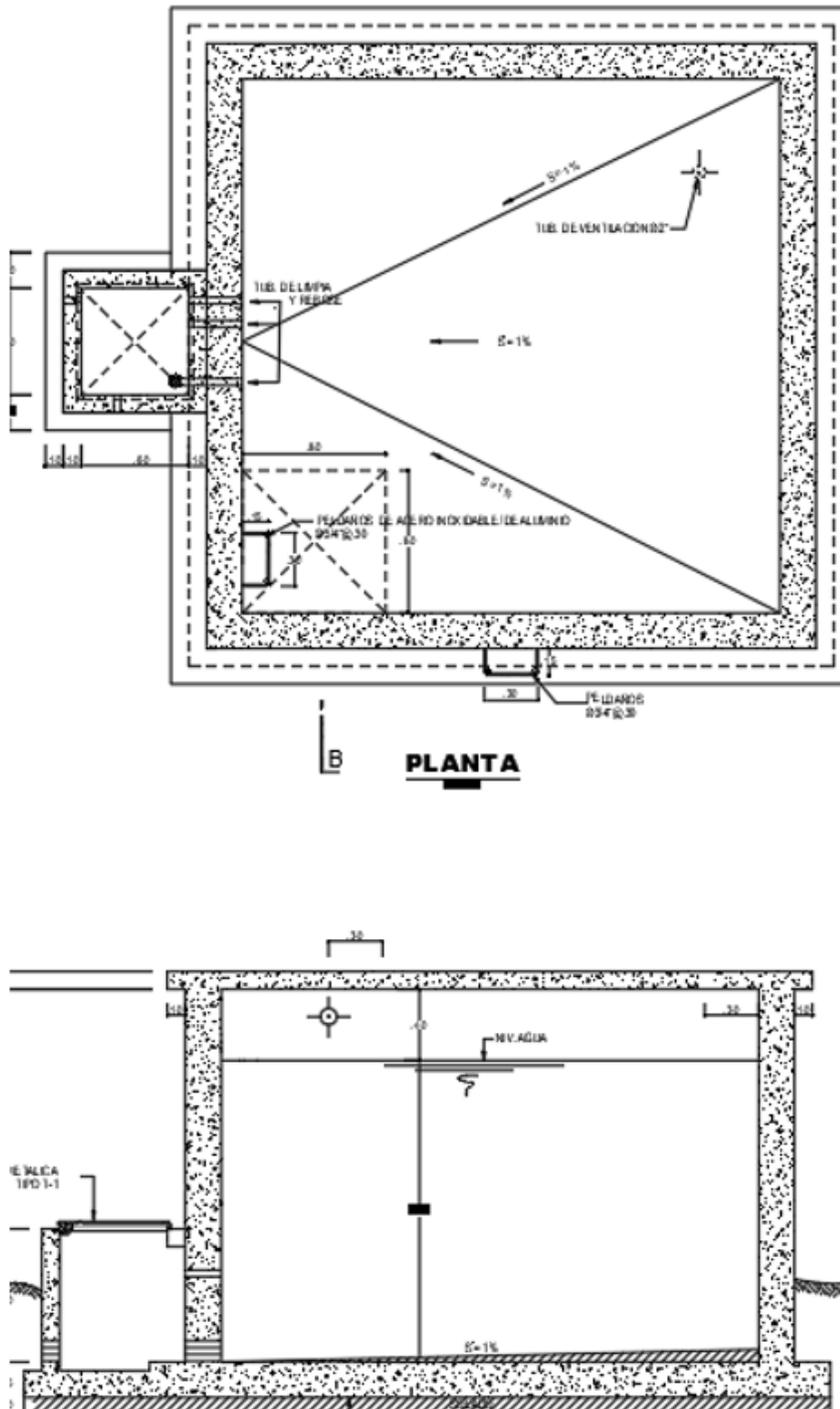
Fuente: calculos

## C. Reservorio.

Para el sector de Cahuana se plantea la construcción de un reservorio con capacidad de 15 m<sup>3</sup> de concreto  $f'c=280$  Kg/cm<sup>2</sup> de forma rectangular, su respectiva caja de válvulas, accesorios y además se construirá un cerco

perimétrico con malla ganadera y poste metálico  $\varnothing 2'' \times 2.30$  m. cada 3.00m.  
 Y por último se construirá un adecuado sistema de clarificado por goteo para dotar a la población con agua de calidad.

**Gráfico 4**  
*Planta Reservorio*

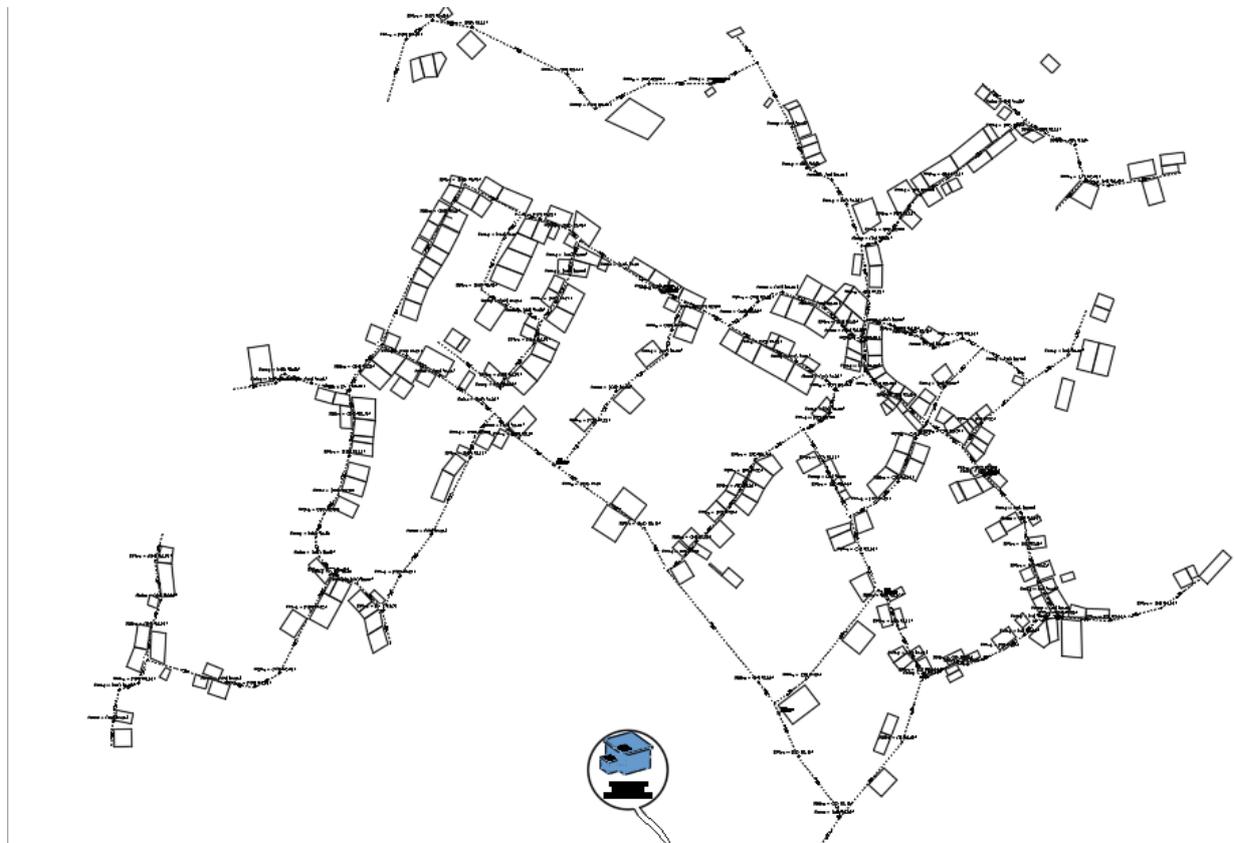


## D. RED DE DISTRIBUCIÓN.

Para el presente proyecto se plantea le cambio total de la red de distribución con la instalación de tubos de distribución con los diámetros de, 1 ½" 1" clase-10 en una longitud total de 6119.21 ml. (ver Anexos) Watercad-HAZEN-WILLIAMS.

### Gráfico 5

*Mapa de Red de agua potable*



- **CONEXIONES DOMICILIARIAS** Las conexiones domiciliarias son 274 conexiones de tubería PVC SAP de diámetro de ½”.
- **RED DE ALCANTARILLADO.** El centro Poblado de Cahuana no cuenta con sistema de desagüe, solo existe unos pequeños silos y letrinas que en su mayoría se encuentran en desuso, y los pobladores tiene que hacer uso de la intemperie para hacer sus necesidades básicas, por ende, se urge la construcción de un sistema de eliminación de excretas para no seguir contaminando el medio ambiente.

#### **E. Diseño de alcantarillado**

✓ **Descripción del Sistema de Alcantarillado.**

Se refiere a una red de conductos subterráneos cuyo propósito es eliminar las sustancias perjudiciales que deben ser trasladadas o transferidas por el agua a través del transporte hidráulico.

✓ **Red de Colectores**

A) Sistema Colector. - Las tuberías de PVC se instalarán en toda la ciudad, incluidas todas las zonas de expansión urbana previstas.

El circuito se iniciará con colectores laterales o ramales.

- Colectores principales; es la fusión de dos o más colectores secundarios.
- Interceptor; es donde descargan todos los colectores primarios.
- El Emisor es el encargado de transportar todos los vertidos a la planta de tratamiento.

- Aguas residuales; es el material que transporta el efluente desde la instalación de tratamiento hasta su eventual lugar de eliminación.

B) Cámaras de inspección. - Serán cámaras de inspección tipo buzón. En los cruces de tuberías, cambios de dirección, cambios de diámetro y pendientes, se instalarán sumideros.

- La profundidad mínima es de 1,20 metros. El diámetro interior debe ser de 1,20 metros. Para tuberías de hasta 200 milímetros.
- Cuando el diámetro aumenta, los tubos de las cámaras de inspección deben corresponder en la clave.
- La red de saneamiento estará compuesta por tuberías de PVC con juntas flexibles y anillos de goma, así como buzones del Ministerio de Vivienda de la variedad "Standard". Los diámetros de las tuberías serán de 6" y 8".
- De acuerdo con la Normativa Nacional de Edificación, se prevé que el 80% del caudal máximo horario como contribución a la red de saneamiento se destine al alcantarillado.

✓ **Calculo Hidráulico de los colectores**

El cálculo hidráulico de los colectores se ha realizado con el programa Civilcad Sewerage Networks, mientras que el programa Sewercad se ha utilizado para determinar las alturas de los pozos y el caudal de impacto de cada pozo.

Los caudales inicial y final deben estimarse para todos los segmentos de la red, con un caudal inicial mínimo de 1,5 l/s.

Las inclinaciones de las tuberías deberán cumplir las condiciones de autolimpieza mediante la aplicación del criterio de esfuerzo de tracción, que se deriva para el flujo inicial y corresponde a un coeficiente de Manning de  $n=0,013$ .

La siguiente fórmula puede utilizarse para calcular la pendiente más pequeña que satisface esta condición.

$$S_{o \min} = 0.0055Q_i^{-0.47}$$

Para los coeficientes de Manning distintos de 0,013, es importante justificar el valor de la tensión media de tracción y de la inclinación mínima a emplear. Para el cálculo hidráulico, la fórmula de Manning es la expresión sugerida.

## F. Planta de tratamiento de aguas residuales

**TABLA N° 1**

*Cuadro de resumen*

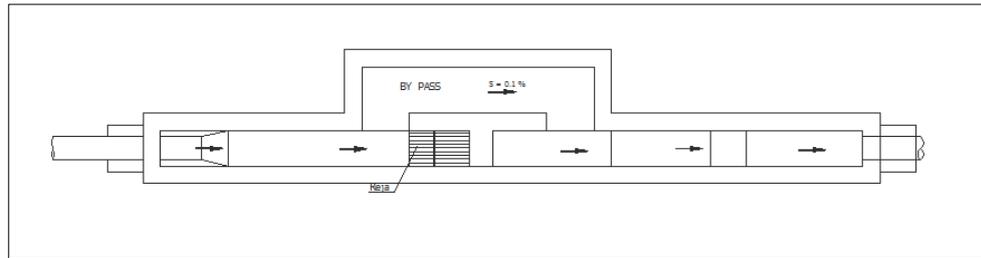
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
CÁMARA DE REJAS - DESARENADOR	1	Unid.
TANQUE INHOFF	1	Unid.
LECHO DE SECADO DE LODOS	1	Unid.
POZO PERCOLADOR	7	Unid.
CERCO PERIMÉTRICO (MALLA METÁLICA Y TUBO DE F°G°)	90	ml.

- CÁMARA DE REJAS (01 UND.). -

Esta obra consistirá en muros de hormigón  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , acero  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , y la entrega e instalación de accesorios.

Además, la cámara de rejillas se equipará con un sistema de rastrillo y polea para eliminar los materiales gruesos del sistema de alcantarillado.

**Gráfico 6**  
*Cámara de Rejas*



- **DESARENADOR**

- Es una estructura hidráulica cuya finalidad es separar y eliminar las partículas sólidas que puedan entrar en el canal, sobre todo durante las crecidas. La baja velocidad del agua en el desarenador precipita la sedimentación de las partículas, que se descargan a través de una compuerta de fondo.
- Si no se separan y eliminan estos sedimentos, se producirán daños importantes en las obras:
- Los sedimentos acabarían llenando el Canal de Conducción.
- En los embalses nocturnos, se obstruiría con sedimentos.
- El desarenador se construirá para un diámetro de partícula específico, partiendo de la base de que todos los diámetros de partícula mayores que el seleccionado deben ser depositados.

- **TANQUE IMHOFF (01 Und)**

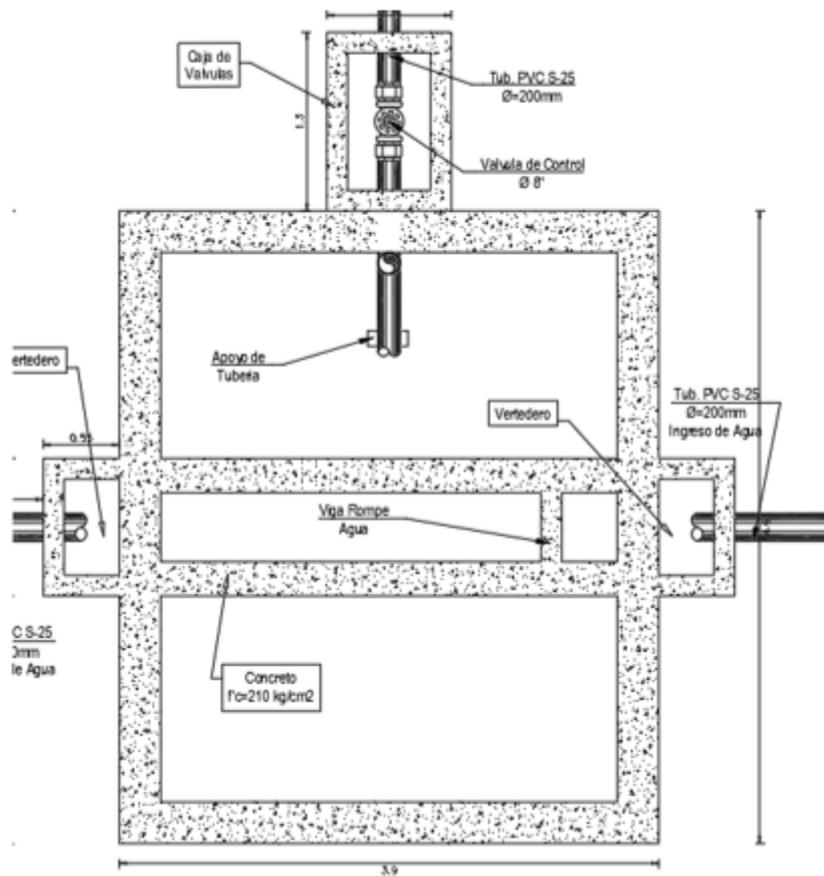
La función del tanque Imhoff, una unidad de tratamiento primario, es eliminar los sólidos en suspensión.

El tanque Imhoff estándar tiene una forma rectangular con tres compartimentos:

1. la cámara de sedimentación

2. cámara para la digestión de los lodos
3. espacio para la aireación y la acumulación de nata
4. Los planos y las especificaciones técnicas definen la geometría y el diseño

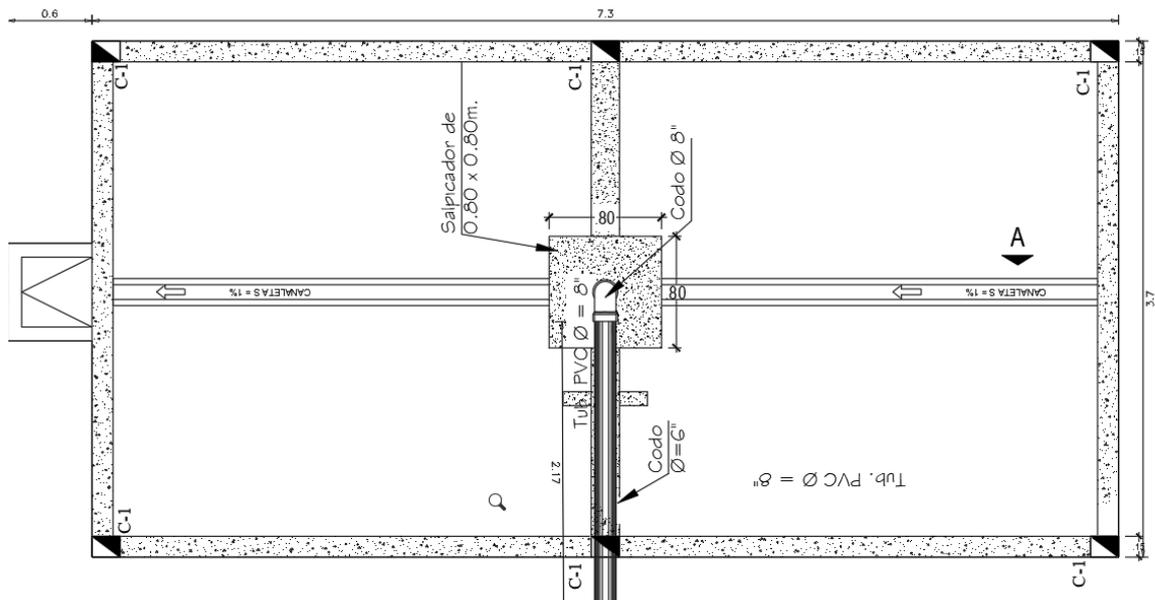
**Gráfico 7**  
Tanque IMHOFF



- LECHO DE SECADOS (01 UND.)

Como subproducto del tratamiento biológico de las aguas residuales, se forman lodos. Estos lodos deben ser deshidratados antes de su eliminación (normalmente como abono). Sus dimensiones y atributos se describen en los planos del proyecto.

**Gráfico 8**  
*Lecho de secado*



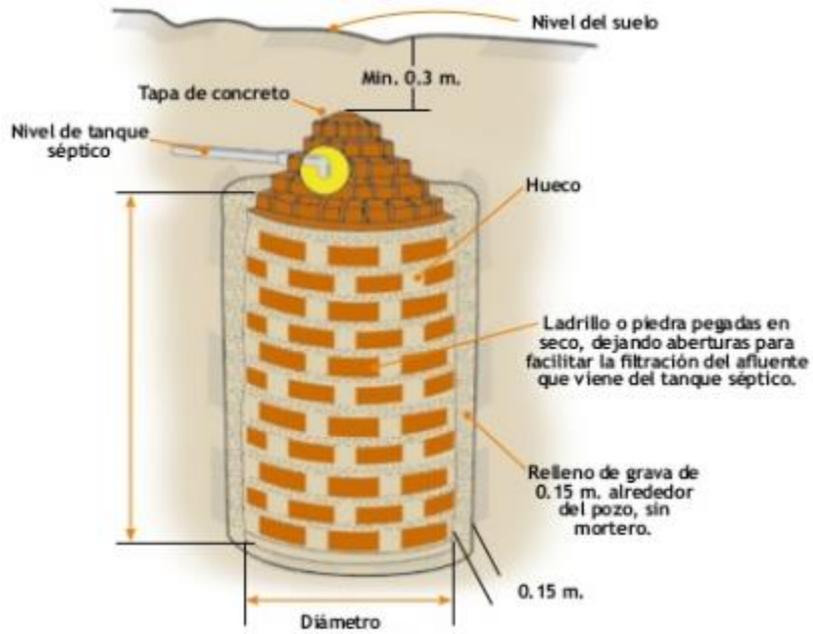
Nota: se muestra el lecho de secado con el salpicador de 0.80x0.80m

- **POZOS PERCOLADORES**

Además de la fosa séptica o Imhoff, el pozo de absorción es un sistema de tratamiento auxiliar de las aguas residuales.

El efluente de la fosa Imhoff viaja a través de este pozo circular y cubierto. Las paredes del pozo están construidas de ladrillo o piedra (sin mortero), y el agua se limpia con los microorganismos del suelo circundante. Es necesario realizar un análisis del suelo, ya que las dimensiones y el número de pozos dependerán de la permeabilidad del suelo y de la capa freática (agua subterránea).

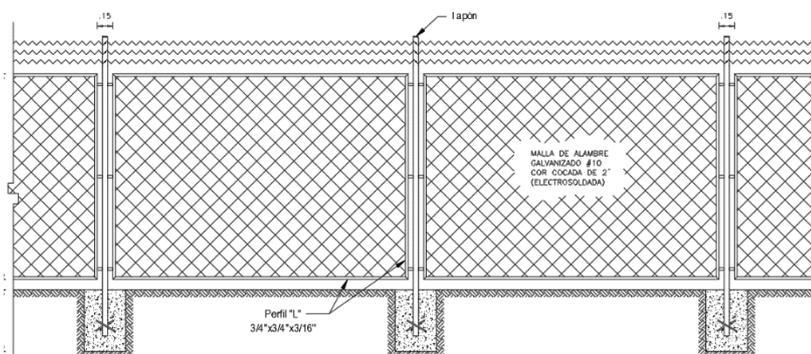
**Gráfico 9**  
*Pozo de percolación*



## G. CERCO PERIMÉTRICO

La instalación de tratamiento incluirá una valla perimetral construida con postes horizontales y verticales de hierro galvanizado de 2" con malla ganadera y tubo de hierro galvanizado de 3" de diámetro cada 2,0 m para delimitar y restringir la entrada de personas no autorizadas.

**Gráfico 10**  
*Cerco perimétrico*



<i>Item</i>	<i>Descripción</i>	<i>Unidad</i>	<i>Metrado</i>
01	<u>AGUA POTABLE</u>		
01.03	SISTEMA DE CAPTACION	und.	1.00
01.04	LINEA DE CONDUCCION	m	3,748.51
01.05	CAMARA ROMPE PRESION	und.	9.00
01.06	RESERVORIO Y CASETA DE VALVULAS 15 m3	und.	1.00
01.07	LINEA DE ADUCCION Y DISTRIBUCION	m	6,119.21
01.08	INSTALACIÓN DOMICILIARIA DE AGUA	und.	274.00
02	<u>SISTEMA DE DESAGUE</u>		
02.01	INSTALACION DE TUBERIA DE DESAGUE	m	6,512.40
02.02	CAMARAS DE INSPECCION (BUZONES Y BUZONETAS)	und.	196.00
02.03	CONEXIONES DOMICILIARIAS DE DESAGUE	und.	274.00
03	<u>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</u>		
03.01	SISTEMA DE TANQUE INHOFF		
03.01.01	CAMARA DE REJAS Y DESARENADOR	und.	1.00
03.01.02	TANQUE IMHOFF	und.	1.00
03.01.03	LECHO DE SECADO	und.	1.00
03.01.04	POZO DE PERCOLACION	und.	7.00

## H. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Como fase principal se realizó un planeamiento de las redes y líneas de conducción y la ubicación apropiada de las infraestructuras de saneamiento. Posteriormente se realizó el levantamiento y la

determinación de puntos topográficos para la ubicación y lotización de la zona urbana, así mismo se toma y verifica los puntos en el alineamiento de las vías y accesos principales para determinar el trazo de la Infraestructura de Saneamiento, así como la modelación de los puntos en el Programa AutoCAD Civil 3D; Posteriormente se realizó la ubicación de los puntos de control como muestra la siguiente tabla de coordenadas UTM.

#### EQUIPOS Y BRIGADA UTILIZADOS.

Los recursos utilizados en el presente trabajo son:

- 01 estación total, marca Leica TS06 Plus Nueva.
- 02 prismas de largo alcance
- 02 porta prismas
- 02 bastones
- 03 radios de Alta Frecuencia
- 01 GPS
- 02 winchas metálicas de 50mts y de 5mts.
- Pintura, Brocha, Cámara Fotográfica, Etc.
- 01 laptop Toshiba Satélite
- 02 libretas Topográficas
- 01 escalímetro.

#### PERSONAL

- 01 jefe de proyecto y/o estudios
- 01 topógrafo
- 02 ayudantes

### *Cahuana*

<b>PUNTO</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>COTA</b>
<b>BM-1</b>	739798.085	8324271.432	3236.00
<b>BM-2</b>	729405.300	8323989.215	3212.00
<b>BM-3</b>	739591.205	8324122.725	3211.00
<b>BM-4</b>	739899.911	8324152.625	3236.00
<b>BM-5</b>	740107.792	8324189.550	3269.00
<b>BM-6</b>	739896.369	8323986.614	3245.00
<b>BM-7</b>	740047.869	8323878.046	3275.00
<b>BM-8</b>	739918.397	8323824.053	3269.00
<b>BM-9</b>	739281.362	8323733.542	3227.00
<b>BM-10</b>	739320.002	8323391.715	3436.00
<b>BM-11</b>	739779.628	8323505.279	3342.00
<b>BM-12</b>	740045.136	8320499.095	3977.00

## **I. ESTUDIO DE SUELOS**

### DESCRIPCIÓN DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO

La siguiente conformación se deriva del trabajo de campo y de los exámenes de laboratorio realizados en las muestras recogidas en los pozos de prueba.

#### **TABLA N° 2**

*Resultado de Ensayos de Laboratorio*

Calicata	Profundidad (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	IP (%)	SUCS	Densidad Natural (Tn/m <sup>3</sup> )	Humedad Natural (%)	Ang. Fric. $\phi$	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )
C-1	0.00-1.60	0.33	64.38	35.29	NP	NP	NP	SM	—	16.33	—	—
C-2	0.00-1.10	45.19	35.61	19.20	28.34	27.27	1.07	GM	—	5.35	—	—
C-3	0.00-1.30	64.43	28.19	7.38	25.29	25.00	0.59	GP-GM	—	5.77	—	—
C-4	0.00-1.20	65.07	21.38	13.55	24.26	20.00	4.26	GC-GM	—	6.05	—	—
C-5	0.00-1.20	74.25	14.56	11.19	29.61	22.22	7.39	GP-GC	—	5.73	—	—
C-6	0.00-1.20	44.09	41.21	14.70	26.80	22.22	4.57	GM	—	5.95	—	—
C-7	0.00-1.50	39.89	32.04	28.07	36.35	27.27	9.08	GM	1.55	6.11	26.57*	0.162
C-8	0.00-1.10	42.02	37.85	20.13	26.26	16.67	9.60	GC	—	5.87	—	—
C-9	0.00-1.20	34.24	40.28	25.47	29.81	17.65	12.16	SC	—	5.59	—	—
C-10	0.00-1.10	38.58	36.56	24.86	26.42	22.22	4.20	GM	—	4.63	—	—

- ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN

El análisis del perfil de suelo encontrado en la zona del proyecto y particularmente en la zona de ubicación del reservorio permite recomendar una alternativa de cimentación

Alternativa 1 La alternativa de cimentación para el proyecto será por medio de losa de cimentación de concreto armado desplantadas sobre gravas limosas (GM)

## J. CÁLCULO HIDRÁULICO

### METODO UTILIZADO

Método del balde y cronometro



## NMERO DE PRUEBAS

3 pruebas por cada manante: Fecha de aforo: 16 de abril del 2019

ACHOMA

TIEMPOS:

T-1= 2.90 seg

T-2= 3.25 seg

T-3= 3.15 seg

MEDIDAS DEL RECIPIENTE

DIAMETRO= 7.62 CM

ALTURA= 60CM

CAPACIDAD=2736.23 CM3

CAPACIDAD=2.74 LTS

MANANTE	1°	2°	3°	PROMEDIO
	LT/SEG	LT/SEG	LT/SEG	LT/SEG
<b>CAPTACIÓN CAHUANA</b>	0.94 l/seg	0.84 l/seg	0.87 l/seg	0.88 l/seg

## K. DISEÑO DE CAPTACIÓN

### DISEÑO HIDRÁULICO DE CAPTACIÓN DE LADERA ( $Q_{\text{diseño}}=1.00 \text{ l/s}$ )

Gasto Máximo de la Fuente:  $Q_{\text{max}}= 1.50 \text{ l/s}$

Gasto Mínimo de la Fuente:  $Q_{\text{min}}= 1.30 \text{ l/s}$

Gasto Máximo Diario:  $Q_{\text{md1}}= 1.00 \text{ l/s}$

**TABLA N° 3**

*Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos*

ITEM	COMPONENTE HIDRÁULICO	CRITERIO PRINCIPAL	CRITERIOS SECUNDARIOS	DESCRIPCIÓN
1	Barraje Fijo sin Canal de Derivación	$Q_{\text{md}} \text{ (l/s)} = (\text{menor a } 0,50) \text{ o } (>0,50 - 1,00) \text{ o } (> 1,00 - 1,50)$	Población final y dotación	Para un caudal máximo diario " $Q_{\text{md}}$ " menor o igual a 0,50 l/s, se diseña con 0,50 l/s, para un " $Q_{\text{md}}$ " mayor a 0,50 l/s y hasta 1,00 l/s, se diseña con 1,00 l/s y así sucesivamente.
2	Barraje Fijo con Canal de Derivación			
3	Balsa Flotante			
4	Caisson			
5	Manantial de Ladera			
6	Manantial de Fondo			
7	Galería Filtrante			

**Gráfico 11**

*Determinación del ancho de la pantalla*

Sabemos que:		$Q_{max} = v_2 \times C_d \times A$		
Despejando:		$A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times C_d}$		
Donde:	Gasto máximo de la fuente:	$Q_{max} =$	1.50 l/s	
	Coeficiente de descarga:	$C_d =$	<b>0.80</b>	(valores entre 0.6 a 0.8)
	Aceleración de la gravedad:	$g =$	9.81	m/s <sup>2</sup>
	Carga sobre el centro del orificio:	$H =$	<b>0.50</b>	m (Valor entre 0.40m a 0.50m)
	Velocidad de paso teórica:	$v_{2t} = C_d \times \sqrt{2gH}$		
		$v_{2t} =$	2.51	m/s (en la entrada a la tubería)
	Velocidad de paso asumida:	$v_2 =$	<b>0.60</b>	m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)
	Área requerida para descarga:	$A =$	0.003	m <sup>2</sup>
Además, sabemos que:		$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$		
	Diámetro Tub. Ingreso (orificios):	$D_c =$	0.063	m
		$D_c =$	2.483	pulg

Asumimos un Diámetro comercial:

$$Da = 2.00$$

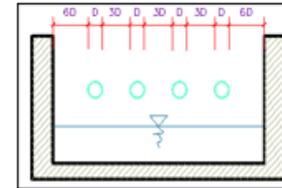
pulg

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

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$Norif = \left(\frac{Dc}{Da}\right)^2 + 1$$

0.05  
m



Número de orificios:

$$Norif = 3 \text{ orificios}$$

A partir del número de orificios y del diámetro del tubo de entrada, es posible calcular la anchura de la pantalla (b) mediante la siguiente fórmula:

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

Ancho de la pantalla:

$$b = 1.10 \text{ m}$$

(Pero con 1.50 también es trabajable)

Fuente: Hoja de cálculo hidráulico

## Gráfico 12

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

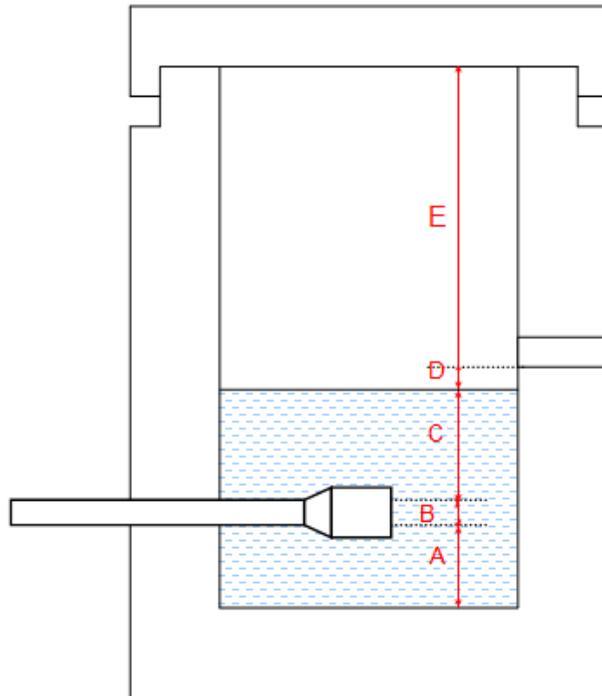
Sabemos que:		$H_f = H - h_o$		
Donde:	Carga sobre el centro del orificio:	$H =$	0.5 m	
Además:		$h_o = 1.56 \frac{v^2}{2g}$		
	Pérdida de carga en el orificio:	$h_o =$	0.029 m	
Hallamos:	Pérdida de carga afloramiento - captación:		<b><math>H_f = 0.47</math> m</b>	
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:		$L = \frac{H_f}{0.30}$		
	Distancia afloramiento - Captación:		<b><math>L = 1.571</math> m</b>	<b>1.6 Se asume</b>

Fuente: Hoja de cálculo hidráulico

### Gráfico 13

Altura de la cámara húmeda

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



Donde:

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

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

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

$$B = 0.038 \text{ cm} \quad \Leftrightarrow \quad 1.5 \text{ plg}$$

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

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

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

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

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

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

Donde: Caudal máximo diario:  $Qmd = 0.0010 \text{ m}^3/\text{s}$   
 Área de la Tubería de salida:  $A = 0.002 \text{ m}^2$

Por tanto: Altura calculada:  $C = 0.019 \text{ m}$

Resumen de Datos:

A = 10.00 cm  
 B = 3.75 cm  
 C = 30.00 cm  
 D = 10.00 cm  
 E = 40.00 cm

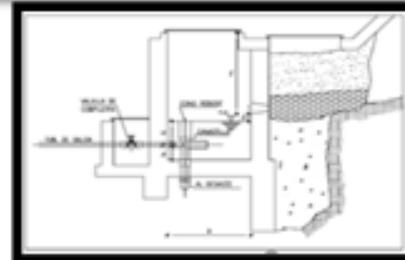
Hallamos la altura total:  $Ht = A + B + H + D + E$

$Ht = 0.94 \text{ m}$

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

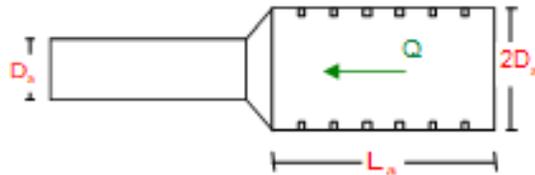
Q	$\text{m}^3/\text{s}$
A	$\text{m}^2$
g	$\text{m}/\text{s}^2$

En base a los elementos identificados de la figura 1.A, la altura total de la cámara bimoda se calcula mediante la siguiente ecuación:  
 $H_t = A + B + H + D + E$   
 Donde:  
 A = Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permite la sedimentación de la arena.  
 B = Se considera el diámetro de salida.  
 H = Altura de agua sobre la canastilla.  
 D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua del afloramiento y el nivel de agua de la cámara bimoda (mínimo 5 cm).  
 E = Borde libre (mínimo 30 cm).



## Gráfico 14

Dimensionamiento de la Canastilla:



### Diámetro de la Canastilla

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

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

$$D_{\text{canastilla}} = 3 \text{ pulg}$$

### Longitud de la Canastilla

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

$$L = 3 \times 1.5 = 4.5 \text{ pulg} = 11.43 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 1.5 = 9 \text{ pulg} = 22.86 \text{ cm}$$

$$L_{\text{canastilla}} = 20.0 \text{ cm} \quad \text{¡OK!}$$

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

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

### Gráfico 15

Área total de las ranuras:

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

$$A_{TOTAL} = 2A_s$$

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

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

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

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

Donde: Diámetro de la granada:  $D_g = 3 \text{ pulg} = 7.62 \text{ cm}$   
 $L = 20.0 \text{ cm}$

$$A_g = 0.0239389 \text{ m}^2$$

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

Determinar el número de ranuras:

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

**Número de ranuras: 115 ranuras**

## Gráfico 16

### Cálculo de Rebose y Limpia

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

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

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

#### Tubería de Rebose

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 1.50$  l/s  
Perdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose:  $D_R = 2.00$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  $D_R = 2$  pulg

#### Tubería de Limpieza

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{max} = 1.50$  l/s  
Perdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015$  m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de limpia:  $D_L = 2.001$  pulg

Asumimos un diámetro comercial:  $D_L = 2$  pulg

### Gráfico 17

Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera

Gasto Máximo de la Fuente:	1.50 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	1.30 l/s
Gasto Máximo Diario:	1.00 l/s
<b>1) Determinación del ancho de la pantalla:</b>	
Diámetro Tub. Ingreso (orificios):	2.0 pulg
Número de orificios:	3 orificios
Ancho de la pantalla:	1.10 m
<b>2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:</b>	
L=	1.571 m      se asume 1.60 m
<b>3) Altura de la cámara húmeda:</b>	
Ht=	1.00 m
Tubería de salida=	1.50 plg
<b>4) Dimensionamiento de la Canastilla:</b>	
Diámetro de la Canastilla	3 pulg
Longitud de la Canastilla	20.0 cm
Número de ranuras :	115 ranuras
<b>5) Cálculo de Rebose y Limpia:</b>	
Tubería de Rebose	2 pulg
Tubería de Limpieza	2 pulg

## L. DISEÑO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN

**TABLA N° 4**

*Datos de diseño*

DESCRIPCION	DATOS	UND
NÚMERO DE LOTES:	274	Lotes
DENSIDAD DE POBLACIÓN:	2	Hab/Lote
POBLACIÓN ACTUAL	548	Hab
TASA DE CRECIMIENTO	0.00%	%
HORIZONTE DEL PROYECTO	20	años
POBLACIÓN FUTURA	548	Hab
DOTACIÓN:	80	lt/Hab/día

Fuente: Hoja de cálculo hidráulico del expediente

**TABLA N° 5**

*Caudal de diseño*

CENTRO EDUCATIVOS	NIVEL	LOCALIDAD	DOCENTES	ALUMNOS
40513 SAN MIGUEL ARCANGEL	PRIMARIA	CAHUANA	2	26
CAHUANA	INICIAL -JARDIN	CAHUANA	2	20
DULCE TERNURA	INICIAL NO ESCOLARIZADO	CAHUANA	1	6
TOTAL			5	52

Fuente: Hoja de cálculo hidráulico del expediente

Habt.	Dotación	Q. promedio	caudal max horario	caudal residual
57	20	0.013	0.026	0.011

Caudal Promedio:

$$Q_p = \frac{\text{Dotación} * \text{Población}}{86400}$$

$$Q_p = 0.51 \text{ lt/seg}$$

Variaciones de Consumo:

Caudal Maximo Diario:

$$Q_{md} = 0.670 \text{ lt/seg}$$

**Gráfico 18**

Cuadro de velocidades línea de conducción cahuana

Para el cálculo de las tuberías que están trabajando a presión, se utilizará a Fórmula establecida por HAZEN y WILLIAMS, el cual se presenta a

$$Q = 0.0004264 (C) (D^{2.63}) (h_f^{0.54})$$

Referencia: Arturo Rocha Felices, "HIDRAULICA DE TUBERIAS Y CANALES", Pg. 218.

Donde:

- C** : Coeficiente de Hazen y Williams  $(\sqrt{P}/Seg)$
- D** : Diámetro de la tubería (Pulgadas)
- h<sub>f</sub>** : Pérdida de carga unitaria - pendiente (m./Km)
- Q<sub>CONDUCION</sub>** : Caudal de conducción (Lts./Seg.)

Según la sección (e), Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la Tabla N° 01. Para el caso de tuberías no consideradas, se deberá

COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAMS	
TIPO DE TUBERIA	C
(R.N.E) Tub.: Acero sin costura	120
(R.N.E) Tub.: Acero soldado en espiral	100
(R.N.E) Tub.: Cobre sin costura	150
(R.N.E) Tub.: Concreto	110
(R.N.E) Tub.: Fibra de vidrio	150
(R.N.E) Tub.: Hierro fundido	100
(R.N.E) Tub.: Hierro fundido con	140
(R.N.E) Tub.: Hierro galvanizado	100
(R.N.E) Tub.: Polietileno, Asbesto Cemento	140
(R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC)	150

DATOS DE CALCULO

CAUDAL MAXIMO DIARIO:	0.670 L/S
COEFICIENTE C:	150

**TABLA N° 6**

Datos obtenidos de SOFTWARE WATERCAD

TUBERIA	NODO DE INICIO	NODO DE TERMINO	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO INTERIOR (mm)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS	LONGITUD (m)	CAUDAL (L/s)	VELOCIDAD (m/s)	
34	J-3	J-4	1 1/4"	38.00	PVC	150	59.33	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
37	J-5	J-6	1 1/4"	38.00	PVC	150	61.94	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
40	J-7	J-1	1 1/4"	38.00	PVC	150	62.06	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
42	J-8	J-9	1 1/4"	38.00	PVC	150	64.00	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
45	J-10	J-11	1 1/4"	38.00	PVC	150	65.97	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
48	J-2	J-10	1 1/4"	38.00	PVC	150	66.06	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
52	J-14	J-12	1 1/4"	38.00	PVC	150	71.21	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
54	J-6	J-15	1 1/4"	38.00	PVC	150	74.06	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
59	J-18	J-3	1 1/4"	38.00	PVC	150	77.58	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
61	J-19	J-16	1 1/4"	38.00	PVC	150	77.83	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
63	R-1	J-8	1 1/4"	38.00	PVC	150	81.01	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
72	J-25	J-26	1 1/4"	38.00	PVC	150	88.57	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
75	J-27	J-18	1 1/4"	38.00	PVC	150	89.26	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
77	J-24	J-28	1 1/4"	38.00	PVC	150	90.43	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
79	J-29	J-23	1 1/4"	38.00	PVC	150	92.15	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
83	J-31	J-32	1 1/4"	38.00	PVC	150	94.44	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
86	J-33	J-25	1 1/4"	38.00	PVC	150	95.15	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
88	J-4	J-34	1 1/4"	38.00	PVC	150	98.36	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
90	J-35	J-36	1 1/4"	38.00	PVC	150	103.65	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
96	J-17	J-31	1 1/4"	38.00	PVC	150	104.54	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
97	J-32	J-7	1 1/4"	38.00	PVC	150	105.16	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
100	J-9	J-33	1 1/4"	38.00	PVC	150	108.39	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
101	J-28	J-35	1 1/4"	38.00	PVC	150	108.51	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
102	J-39	J-30	1 1/4"	38.00	PVC	150	111.85	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
103	J-34	J-5	1 1/4"	38.00	PVC	150	113.52	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
104	J-26	J-29	1 1/4"	38.00	PVC	150	114.14	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
107	J-41	J-22	1 1/4"	38.00	PVC	150	120.99	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
109	J-15	J-41	1 1/4"	38.00	PVC	150	133.24	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
110	J-40	J-14	1 1/4"	38.00	PVC	150	159.02	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
111	J-36	J-37	1 1/4"	38.00	PVC	150	178.86	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
115	J-12	FCV-1	1 1/4"	38.00	PVC	150	63.96	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
116	FCV-1	J-13	1 1/4"	38.00	PVC	150	5.28	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
121	J-23	PRV-2	1 1/4"	38.00	PVC	150	77.51	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
122	PRV-2	J-24	1 1/4"	38.00	PVC	150	8.33	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
124	J-37	PRV-3	1 1/4"	38.00	PVC	150	67.97	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
125	PRV-3	J-38	1 1/4"	38.00	PVC	150	36.50	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
127	J-38	PRV-4	1 1/4"	38.00	PVC	150	93.92	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
128	PRV-4	J-39	1 1/4"	38.00	PVC	150	14.32	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
130	J-30	PRV-5	1 1/4"	38.00	PVC	150	85.50	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
131	PRV-5	J-27	1 1/4"	38.00	PVC	150	7.18	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
133	J-22	PRV-6	1 1/4"	38.00	PVC	150	10.40	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
134	PRV-6	J-21	1 1/4"	38.00	PVC	150	72.96	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
136	J-21	PRV-7	1 1/4"	38.00	PVC	150	74.07	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
137	PRV-7	J-19	1 1/4"	38.00	PVC	150	8.94	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
139	J-16	PRV-8	1 1/4"	38.00	PVC	150	69.40	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
140	PRV-8	J-17	1 1/4"	38.00	PVC	150	7.91	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
142	J-1	PRV-9	1 1/4"	38.00	PVC	150	52.81	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
143	PRV-9	J-2	1 1/4"	38.00	PVC	150	2.85	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
145	J-11	PRV-10	1 1/4"	38.00	PVC	150	106.11	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!
146	PRV-10	J-40	1 1/4"	38.00	PVC	150	11.31	0.67	0.6	Pasa ¡Ok!

**TABLA N° 7**

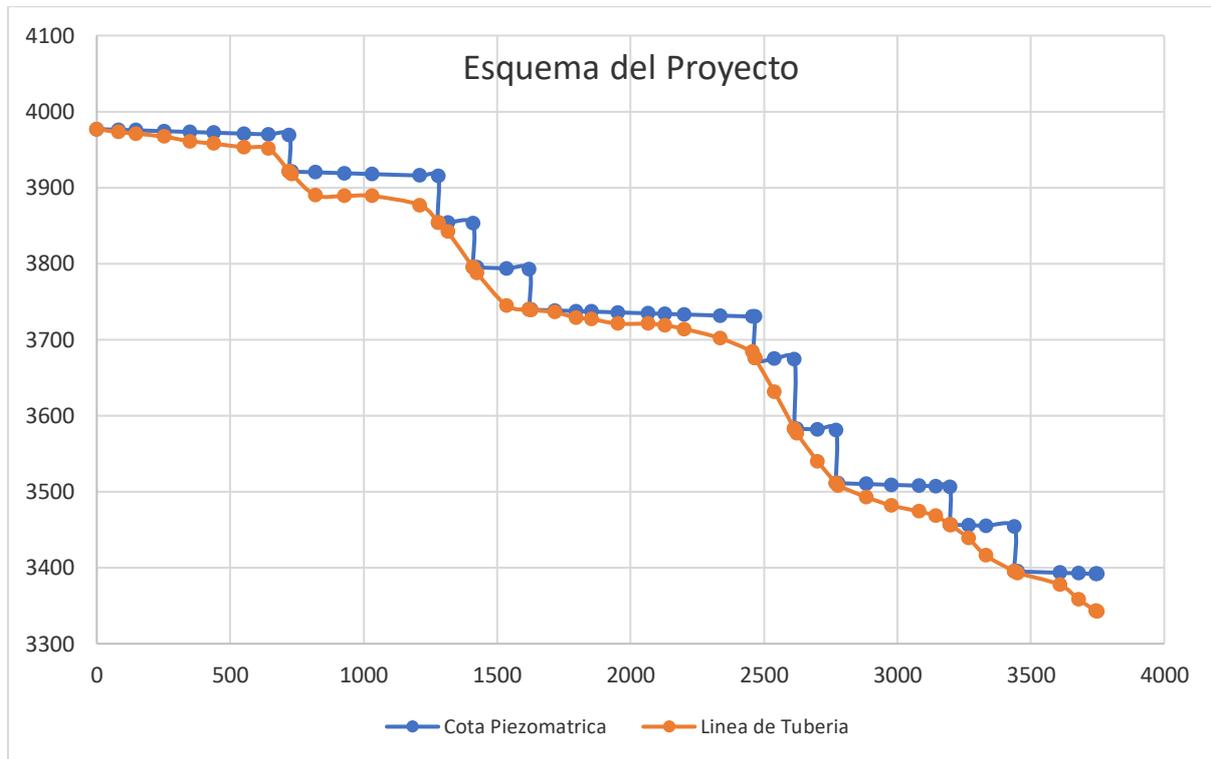
*Cuadro de presiones línea de conducción*

NODO	ELEVACION (m)	GRADIENTE HIDRAULICA (m)	PRESION (m H2O)	
J-1	3468.00	3507.18	39.18	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-2	3456.00	3456.58	0.58	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-3	3729.00	3737.56	8.56	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-4	3727.00	3736.91	9.91	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-5	3721.00	3734.6	13.6	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-6	3718.97	3733.92	14.95	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-7	3474.00	3507.86	33.86	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-8	3973.00	3976.12	3.12	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-9	3971.00	3975.42	4.42	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-10	3439.00	3455.86	16.86	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-11	3416.00	3455.14	39.14	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-12	3358.00	3392.58	34.58	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-13	3342.40	3391.82	49.42	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-14	3377.74	3393.35	15.61	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-15	3714.00	3733.11	19.11	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-16	3540.00	3581.87	41.87	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-17	3508.00	3511.19	3.19	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-18	3736.00	3738.41	2.41	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-19	3577.00	3582.72	5.72	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-21	3631.00	3674.85	43.85	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-22	3684.00	3730.33	46.33	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-23	3951.00	3969.98	18.98	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-24	3918.00	3921.11	3.11	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-25	3961.00	3973.2	12.2	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-26	3958.00	3972.23	14.23	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-27	3739.00	3739.39	0.39	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-28	3890.00	3920.12	30.12	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-29	3953.00	3970.98	17.98	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-30	3745.00	3793.77	48.77	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-31	3493.00	3510.04	17.04	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-32	3482.00	3509.01	27.01	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-33	3967.00	3974.23	7.23	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-34	3721.00	3735.84	14.84	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-35	3889.00	3918.94	29.94	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-36	3889.00	3917.8	28.8	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-37	3877.00	3915.85	38.85	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-38	3842.00	3853.83	11.83	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-39	3788.00	3794.99	6.99	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-40	3393.00	3395.09	2.09	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!
J-41	3702.00	3731.65	29.65	La tubería no Sobrepasa la LGH ¡ok!

NOTA: Los datos obtenidos de SOFTWARE WATERCAD

**Gráfico 19**

Esquema del Proyecto



**M. CALCULO DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO**

- LOCALIDAD DE CAHUANA

<b>NÚMERO DE VIVIENDAS</b>	<b>274</b>
<b>HAB X VIVIENDA</b>	<b>2</b>
<b>TOTAL, DE HABITANTES</b>	<b>548</b>
<b>TASA DE CRECIMIENTO</b>	<b>0.00%</b>

**1. CALCULO DE POBLACION FUTURA**

<b>POBLACIÓN INICIAL (PO)</b>	<b>548</b>
<b>TASA DE CRECIMIENTO (.R)</b>	<b>0.00%</b>
<b>TIEMPO FUTURO (T)</b>	<b>2039</b>
<b>TIEMPO ACTUAL (TO)</b>	<b>2019</b>
<b>POBLACIÓN FUTURA (PF)</b>	<b>548</b>

“Elegir el caso más desfavorable”

**a) Método Aritmético**

$P_f = P_o + r(t - t_o)$	
<b>Pf =</b>	548

**b) Método interés simple**

$P_f = P_o(1 + r(t - t_o))$	
<b>Pf =</b>	548

**c) Método geométrico**

$P_f = P_o(1 + r)^{(t - t_o)}$	
<b>Pf =</b>	548

**2. ANALISIS DE LA DEMANDA**

Para poblaciones menores a 10,000.00 habitantes, según el RNE, no se considera obligatoria la la demanda contra incendio.

Para este caso el consumo de agua es netamente doméstico ya que el uso del agua es exclusivo para las familias que viven en ellas. es exclusivo para las familias que viven en ellas.

**3. DOTACION**

<b>REGION</b>	<b>SIN ARRASTRE HIDRAULICO</b>	<b>CON ARRASTRE HIDRAULICO</b>
COSTA	60l/h/d	90l/h/d
SIERRA	50l/h/d	80l/h/d
SELVA	70l/h/d	100l/h/d

<b>DOTACIÓN DE AGUA (D)</b>	<b>80</b>	<b>LTS/HAB/DÍA</b>
-------------------------------------	-----------	--------------------

Porque es una ciudad pequeña, sin centros comerciales o industriales y con un estatus económico relativamente bajo.

con un estatus económico algo bajo.

#### 4. VARIACION DE CONSUMO

La demanda de agua no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios. Para el cálculo de estos es necesario utilizar coeficientes de variación horaria y diaria.

Para la variación del consumo se ha tomado el RNE con los siguientes coeficientes.

<b>Coeficiente de consumo máximo diario (K1)</b>	<b>1.3</b>
<b>Coeficiente de consumo máximo horario (K1)</b>	1.8 - 2.5

Se toman estos valores debido a que la localidad no presenta zonas industriales que incrementarían el consumo.

**TABLA N° 8**

*Periodos de diseño de infraestructura sanitaria*

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

Nota: Elaboración propia

**TABLA N° 9**

*Caudales de diseño*

Centro Educativos	NIVEL		LOCALIDAD	DOCENTES	ALUMNOS
40513 SAN MIGUEL ARCANGEL	PRIMARIA		CAHUANA	2	26
CAHUANA	INICIAL - JARDIN		CAHUANA	2	20
DULCE TERNURA	INICIAL NO ESCOLARIZADO		CAHUANA	1	6
			TOTAL	5	52

Habt.	Dotacion	Q. promedio	caudal max horario	caudal residual
57	20	0.013	0.026	0.011

CAUDAL PROMEDIO DIARIO (Qpd)  $Qpd = Pf * Dotación(D) / 86400$

Qpd = 0.51 lts/s

CAUDAL MAXIMO DIARIO (Qmd)  $Qmd = Qpd * K1$

Qmd = 0.670 lts/s

CAUDAL MAXIMO HORARIO (Qmh)  $Qmh = Qpd * K2$

Para este caso 2

Qmh = 1.340 lts/s

VOLUMEN DE REGULACION

$VR = 30% * Qpd * 24 / 1000$  VR = 13.15 m<sup>3</sup>

**TABLA N° 10**

*Determinación del volumen de almacenamiento*

RANGO	V <sub>alm</sub> (REAL)	SE UTILIZA:
1 – Reservoirio	≤ 5 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>
2 – Reservoirio	> 5 m <sup>3</sup> hasta ≤ 10 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>
3 – Reservoirio	> 10 m <sup>3</sup> hasta ≤ 15 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>
4 – Reservoirio	> 15 m <sup>3</sup> hasta ≤ 20 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>
5 – Reservoirio	> 20 m <sup>3</sup> hasta ≤ 40 m <sup>3</sup>	40 m <sup>3</sup>
1 – Cisterna	≤ 5 m <sup>3</sup>	5 m <sup>3</sup>
2 – Cisterna	> 5 m <sup>3</sup> hasta ≤ 10 m <sup>3</sup>	10 m <sup>3</sup>
3 – Cisterna	> 10 m <sup>3</sup> hasta ≤ 20 m <sup>3</sup>	20 m <sup>3</sup>

Asumimos un reservoirio de **15.00 m<sup>3</sup>**

## N. DISEÑO DE RED DISTRIBUCIÓN

**TABLA N° 11**  
*Datos de diseño*

DESCRIPCION	DATOS	UND
NÚMERO DE LOTES:	274	Lotes
DENSIDAD DE POBLACIÓN:	2	Hab/Lote
POBLACIÓN ACTUAL	548	Hab
TASA DE CRECIMIENTO	0.00%	%
HORIZONTE DEL PROYECTO	20	años
POBLACIÓN FUTURA	548	Hab
DOTACIÓN:	80	lt/Hab/día

CENTRO EDUCATIVOS	NIVEL	LOCALIDAD	DOCENTES	ALUMNOS
40513 SAN MIGUEL ARCANGEL	PRIMARIA	CAHUANA	2	26
CAHUANA	INICIAL - JARDIN	CAHUANA	2	20
DULCE TERNURA	INICIAL NO ESCOLARIZADO	CAHUANA	1	6
		TOTAL	5	52

Caudal Promedio:

$$Q_p = \frac{\text{Dotación} * \text{Población}}{86400}$$

**Qp = 0.51 lt/seg**

Variaciones de Consumo: \*Incluyendo los Instituciones Educativas

Caudal Maximo diario (QMD) k=1.3

**Qd = 0.66 lt/seg**      **0.67 lt/seg**

Caudal Máximo Horario (QMH) K=2.0:

**QMH = 1.32 lt/seg**      **1.35 lt/seg**

Caudal Mínimo Horario (Qmh) K=0.5:

**Qmh = 0.33 lt/seg**      **0.34 lt/seg**

## 1. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

### CONSUMO POR TRAMO DE TUBERÍA

Número de Conexiones	274.00 und
Caudal total	1.35 lt/seg

**TABLA N° 12**

*Consumo por tramo de tubería*

<b>TRAMO</b>	<b>LONGITUD (ml)</b>	<b>N° CONEX/TRAMO</b>	<b>CONSTANTE</b>	<b>Q (lt/seg)</b>
N-1		2	0.00491	0.010
N-2			0.00491	0.000
N-3		3	0.00491	0.015
N-4			0.00491	0.000
N-5			0.00491	0.000
N-6		3	0.00491	0.015
N-7		2	0.00491	0.010
N-8			0.00491	0.000
N-9			0.00491	0.000
N-10			0.00491	0.000
N-11		4	0.00491	0.020
N-12			0.00491	0.000
N-13			0.00491	0.000
N-14		3	0.00491	0.015
N-15			0.00491	0.000
N-16		1	0.00491	0.005
N-17			0.00491	0.000
N-18			0.00491	0.000
N-19			0.00491	0.000
N-20			0.00491	0.000
N-21			0.00491	0.000
N-22		2	0.00491	0.010
N-23		2	0.00491	0.010
N-24			0.00491	0.000
N-25			0.00491	0.000
N-26		1	0.00491	0.005
N-27			0.00491	0.000
N-28		1	0.00491	0.005
N-29		1	0.00491	0.005
N-30		1	0.00491	0.005
N-31		3	0.00491	0.015
N-32			0.00491	0.000
N-33			0.00491	0.000
N-34		1	0.00491	0.005
N-35			0.00491	0.000
N-36		3	0.00491	0.015
N-37			0.00491	0.000
N-38			0.00491	0.000
N-39		4	0.00491	0.020
N-40			0.00491	0.000
N-41		4	0.00491	0.020
N-42		1	0.00491	0.005
N-43		3	0.00491	0.015
N-44			0.00491	0.000
N-45			0.00491	0.000
N-46		4	0.00491	0.020
N-47			0.00491	0.000
N-48		3	0.00491	0.015
N-49			0.00491	0.000
N-50			0.00491	0.000

N-51		0.00491	0.000
N-52		0.00491	0.000
N-53		0.00491	0.000
N-54		0.00491	0.000
N-55		0.00491	0.000
N-56	2	0.00491	0.010
N-57		0.00491	0.000
N-58		0.00491	0.000
N-59	1	0.00491	0.005
N-60	3	0.00491	0.015
N-61	1	0.00491	0.005
N-62	4	0.00491	0.020
N-63	2	0.00491	0.010
N-64	3	0.00491	0.015
N-65	3	0.00491	0.015
N-66	1	0.00491	0.005
N-67	3	0.00491	0.015
N-68		0.00491	0.000
N-69		0.00491	0.000
N-70	2	0.00491	0.010
N-71		0.00491	0.000
N-72	2	0.00491	0.010
N-73	1	0.00491	0.005
N-74		0.00491	0.000
N-75	4	0.00491	0.020
N-76		0.00491	0.000
N-77	2	0.00491	0.010
N-78	2	0.00491	0.010
N-79		0.00491	0.000
N-80	2	0.00491	0.010
N-81		0.00491	0.000
N-82		0.00491	0.000
N-83	4	0.00491	0.020
N-84		0.00491	0.000
N-85	6	0.00491	0.029
N-86	1	0.00491	0.005
N-87		0.00491	0.000
N-88	2	0.00491	0.010
N-89		0.00491	0.000
N-90	4	0.00491	0.020
N-91		0.00491	0.000
N-92		0.00491	0.000
N-93	3	0.00491	0.015
N-94		0.00491	0.000
N-95	3	0.00491	0.015
N-96	3	0.00491	0.015
N-97	4	0.00491	0.020
N-98	3	0.00491	0.015
N-99	1	0.00491	0.005
N-100		0.00491	0.000
N-101	1	0.00491	0.005
N-102	3	0.00491	0.015
N-103		0.00491	0.000
N-104	2	0.00491	0.010
N-105		0.00491	0.000
N-106	1	0.00491	0.005
N-107	1	0.00491	0.005
N-108	3	0.00491	0.015
N-109	1	0.00491	0.005
N-110	6	0.00491	0.029

N-111	1	0.00491	0.005
N-112		0.00491	0.000
N-113	3	0.00491	0.015
N-114	3	0.00491	0.015
N-115		0.00491	0.000
N-116		0.00491	0.000
N-117	2	0.00491	0.010
N-118		0.00491	0.000
N-119		0.00491	0.000
N-120		0.00491	0.000
N-121	3	0.00491	0.015
N-122		0.00491	0.000
N-123		0.00491	0.000
N-124		0.00491	0.000
N-125	5	0.00491	0.025
N-126		0.00491	0.000
N-127	4	0.00491	0.020
N-128	4	0.00491	0.020
N-129	4	0.00491	0.020
N-130	2	0.00491	0.010
N-131		0.00491	0.000
N-132	3	0.00491	0.015
N-133		0.00491	0.000
N-134	5	0.00491	0.025
N-135		0.00491	0.000
N-136	1	0.00491	0.005
N-137	3	0.00491	0.015
N-138	4	0.00491	0.020
N-139	3	0.00491	0.015
N-140	7	0.00491	0.034
N-141	1	0.00491	0.005
N-142	3	0.00491	0.015
N-143	5	0.00491	0.025
N-144	1	0.00491	0.005
N-145	4	0.00491	0.020
N-146		0.00491	0.000
N-147		0.00491	0.000
N-148		0.00491	0.000
N-149	2	0.00491	0.010
N-150	1	0.00491	0.005
N-151	5	0.00491	0.025
N-152	4	0.00491	0.020
N-153		0.00491	0.000
N-154	5	0.00491	0.025
N-155		0.00491	0.000
N-156		0.00491	0.000
N-157	1	0.00491	0.005
N-158	1	0.00491	0.005
N-159	1	0.00491	0.005
N-160		0.00491	0.000
N-161	1	0.00491	0.005
N-162		0.00491	0.000
N-163	2	0.00491	0.010
N-164		0.00491	0.000
N-165	2	0.00491	0.010
N-166	2	0.00491	0.010
N-167		0.00491	0.000
N-168	4	0.00491	0.020
N-169	1	0.00491	0.005
N-170	1	0.00491	0.005

N-171	2	0.00491	0.010
N-172	2	0.00491	0.010
N-173		0.00491	0.000
N-174	3	0.00491	0.015
N-175		0.00491	0.000
N-176	2	0.00491	0.010
N-177	2	0.00491	0.010
N-178	2	0.00491	0.010
N-179		0.00491	0.000
N-180		0.00491	0.000
N-181		0.00491	0.000
N-182		0.00491	0.000
N-183	3	0.00491	0.015
N-184	6	0.00491	0.029
N-185	4	0.00491	0.020
N-186		0.00491	0.000
N-187	2	0.00491	0.010
	<b>0.00</b>	<b>274</b>	<b>1.35</b>

**TABLA N° 13**

*Presiones de red de agua*

**\*TODOS LOS DATOS OBTENIDOS DE SOFTWARE WATERCAD**

LABEL	ELEVACION (m)	DEMANDA (L/s)	GRADIENTE HIDRAULICO (m)	PRESION (m H2O)
N-1	3289.97	0.007	3340.61	50.54
N-4	3284.96	0.000	3340.62	55.55
N-5	3256.00	0.000	3295.00	38.92
N-6	3256.00	0.011	3295.00	38.92
N-7	3255.80	0.007	3295.19	39.31
N-8	3254.62	0.000	3295.19	40.49
N-9	3310.00	0.000	3340.65	30.59
N-10	3307.44	0.000	3340.57	33.06
N-11	3300.08	0.015	3340.62	40.46
N-12	3301.79	0.000	3340.62	38.75
N-13	3220.01	0.000	3258.35	38.26
N-14	3219.67	0.011	3258.35	38.61
N-15	3212.75	0.000	3258.36	45.51
N-16	3213.00	0.011	3258.36	45.27
N-17	3242.80	0.000	3258.68	15.85
N-18	3244.32	0.000	3258.69	14.33
N-19	3244.22	0.000	3294.98	50.65
N-20	3243.49	0.000	3294.97	51.38
N-21	3243.43	0.000	3258.71	15.26
N-22	3246.28	0.007	3258.70	12.40
N-24	3243.10	0.000	3294.94	51.74
N-25	3275.18	0.000	3295.34	20.12
N-26	3281.25	0.006	3340.62	59.25
N-29	3216.52	0.004	3258.36	41.75
N-30	3217.73	0.011	3258.36	40.54
N-31	3215.40	0.011	3258.38	42.90
N-32	3214.41	0.000	3258.38	43.88
N-33	3257.00	0.000	3295.02	37.95
N-35	3216.45	0.000	3258.37	41.83

N-36	3215.87	0.011	3258.37	42.41
N-37	3241.91	0.000	3294.97	52.96
N-38	3245.45	0.000	3294.94	49.39
N-39	3243.00	0.015	3258.79	15.76
N-40	3243.17	0.000	3258.78	15.58
N-41	3213.21	0.015	3258.37	45.06
N-42	3211.00	0.004	3258.36	47.27
N-43	3244.90	0.011	3258.87	13.94
N-44	3244.00	0.000	3258.85	14.82
N-45	3246.00	0.000	3258.73	12.70
N-46	3265.49	0.015	3294.93	29.38
N-47	3267.52	0.000	3294.92	27.35
N-48	3301.00	0.011	3340.61	39.53
N-49	3300.00	0.000	3340.61	40.53
N-51	3229.89	0.000	3258.61	28.66
N-52	3248.00	0.000	3294.94	46.84
N-54	3219.17	0.000	3258.35	39.10
N-55	3218.29	0.000	3258.35	39.98
N-56	3245.57	0.007	3258.76	13.16
N-57	3233.85	0.000	3258.27	24.38
N-58	3231.00	0.000	3258.27	27.22
N-59	3245.90	0.004	3294.98	48.98
N-60	3213.31	0.011	3258.36	44.96
N-61	3212.98	0.004	3258.37	45.30
N-62	3248.34	0.015	3294.98	46.54
N-63	3251.15	0.007	3294.98	43.74
N-64	3266.61	0.011	3294.92	28.25
N-65	3221.18	0.011	3258.46	37.21
N-66	3220.00	0.004	3258.48	38.40
N-67	3302.37	0.001	3340.61	38.16
N-68	3221.24	0.000	3258.35	37.03
N-69	3241.76	0.000	3294.97	53.10
N-70	3245.34	0.007	3294.97	49.52
N-71	3220.83	0.000	3258.51	37.60
N-72	3222.62	0.011	3258.53	35.84
N-73	3286.39	0.004	3340.61	54.11
N-74	3227.48	0.000	3258.60	31.06
N-75	3224.93	0.015	3258.59	33.59
N-77	3250.79	0.007	3295.19	44.31
N-78	3242.27	0.007	3294.96	52.58
N-80	3245.43	0.007	3294.97	49.44
N-81	3249.87	0.000	3294.99	45.02
N-82	3248.17	0.000	3294.98	46.72
N-83	3216.84	0.015	3258.36	41.43
N-85	3253.52	0.022	3294.99	41.38
N-86	3246.00	0.004	3258.89	12.86
N-87	3249.21	0.000	3258.27	9.05
N-88	3242.48	0.007	3258.27	15.76
N-89	3298.17	0.000	3340.62	42.37
N-90	3292.61	0.015	3340.62	47.91
N-91	3242.79	0.000	3294.97	52.08
N-92	3303.00	0.000	3340.62	37.54
N-93	3301.50	0.011	3340.61	39.04
N-94	3217.15	0.000	3258.35	41.11
N-95	3216.17	0.011	3258.35	42.09

N-96	3218.45	0.011	3258.35	39.82
N-97	3227.07	0.015	3258.27	31.15
N-98	3267.00	0.011	3294.92	27.87
N-99	3269.00	0.004	3294.92	25.87
N-100	3271.00	0.000	3294.92	23.88
N-101	3214.89	0.004	3258.36	43.38
N-102	3224.00	0.011	3258.28	34.22
N-103	3223.46	0.000	3258.29	34.76
N-104	3295.91	0.007	3340.61	44.61
N-105	3223.22	0.000	3258.35	35.06
N-106	3224.73	0.004	3258.59	33.78
N-107	3225.00	0.004	3258.58	33.52
N-108	3281.18	0.011	3340.61	59.31
N-109	3235.00	0.004	3294.97	59.85
N-110	3240.00	0.022	3294.97	54.86
N-111	3222.00	0.004	3258.54	36.46
N-112	3235.95	0.000	3294.94	58.87
N-113	3235.38	0.011	3294.94	59.44
N-114	3213.75	0.011	3258.39	44.55
N-115	3214.22	0.000	3258.43	44.12
N-116	3212.31	0.000	3258.27	45.87
N-117	3214.28	0.011	3258.27	43.90
N-118	3224.61	0.000	3258.30	33.62
N-119	3222.40	0.000	3258.31	35.84
N-120	3263.02	0.000	3295.15	32.06
N-121	3263.17	0.011	3295.19	31.96
N-122	3213.03	0.000	3258.36	45.24
N-123	3300.84	0.000	3340.61	39.69
N-124	3213.31	0.000	3258.36	44.95
N-125	3214.63	0.018	3258.35	43.63
N-126	3235.81	0.000	3294.94	59.01
N-127	3263.64	0.015	3294.99	31.29
N-128	3263.76	0.015	3294.99	31.16
N-129	3251.00	0.015	3294.93	43.84
N-130	3217.57	0.007	3258.27	40.62
N-131	3220.74	0.000	3258.27	37.46
N-132	3211.75	0.011	3258.36	46.52
N-133	3269.00	0.000	3294.92	25.87
N-134	3262.00	0.018	3295.09	33.03
N-135	3238.14	0.000	3294.93	56.67
N-136	3235.97	0.004	3294.93	58.84
N-137	3243.81	0.011	3258.82	14.98
N-138	3234.76	0.015	3258.64	23.83
N-139	3238.16	0.011	3258.65	20.45
N-140	3268.85	0.026	3294.99	26.08
N-141	3214.00	0.004	3237.93	23.88
N-142	3214.25	0.011	3237.93	23.63
N-143	3255.26	0.018	3294.93	39.59
N-144	3234.16	0.004	3258.36	24.15
N-145	3229.37	0.015	3258.36	28.93
N-146	3227.51	0.000	3258.58	31.01
N-147	3231.00	0.000	3258.61	27.55
N-148	3265.16	0.000	3294.92	29.70
N-149	3253.00	0.007	3294.99	41.91
N-150	3282.49	0.004	3340.61	58.00

N-151	3211.00	0.018	3258.36	47.27
N-152	3210.00	0.015	3258.36	48.27
N-153	3224.61	0.000	3258.38	33.70
N-154	3216.00	0.018	3258.49	42.40
N-155	3215.85	0.000	3258.35	42.42
N-156	3268.00	0.000	3295.27	27.21
N-157	3215.58	0.004	3237.93	22.31
N-158	3225.36	0.004	3258.58	33.16
N-159	3226.56	0.004	3258.58	31.96
N-160	3278.37	0.000	3295.46	17.06
N-161	3279.00	0.004	3295.71	16.68
N-162	3259.56	0.000	3294.92	35.30
N-163	3219.83	0.007	3258.47	38.56
N-164	3322.32	0.000	3341.11	18.76
N-165	3265.47	0.007	3294.99	29.45
N-166	3258.48	0.007	3294.99	36.44
N-167	3212.43	0.000	3258.36	45.83
N-168	3238.40	0.015	3294.93	56.42
N-169	3237.48	0.004	3294.94	57.35
N-171	3220.74	0.007	3258.33	37.51
N-172	3221.97	0.007	3237.93	15.92
N-173	3217.62	0.000	3237.93	20.27
N-174	3299.02	0.011	3340.61	41.51
N-175	3299.00	0.000	3340.61	41.53
N-176	3265.00	0.007	3294.99	29.93
N-177	3234.11	0.007	3237.93	3.81
N-178	3238.37	0.007	3258.65	20.24
N-179	3222.63	0.020	3258.40	35.70
N-180	3293.04	0.000	3296.23	3.18
N-181	3229.24	0.000	3237.93	8.67
N-182	3208.83	0.000	3237.93	29.04
N-183	3307.23	0.011	3340.63	33.34
N-184	3211.29	0.022	3258.37	46.98
N-185	3278.00	0.015	3294.92	16.89
N-186	3260.03	0.000	3295.36	35.25
N-187	3214.54	0.011	3258.35	43.73
N-189	3246.76	0.000	3295.19	48.33
N-190	3277.05	0.000	3295.63	18.53
N-194	3279.53	0.000	3295.80	16.23
N-195	3222.91	0.000	3258.58	35.59
N-196	3232.71	0.000	3237.93	5.21
N-197	3283.89	0.000	3340.61	56.61
N-198	3276.55	0.000	3294.99	18.40
N-199	3269.32	0.000	3294.99	25.62
N-200	3222.35	0.000	3258.55	36.12
N-201	3235.22	0.000	3294.94	59.59
N-202	3232.20	0.000	3237.93	5.72

TUBERIA	NODO DE INICIO	NODO DE TERMINO	DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO INTERIOR (MM)	MATERIAL	HAZEN WILLIAMS	LONGITUD (M)	CAUDAL (L/S)
0 (POLYLINE)-2	N-5	N-6	1 1/2"	43.4	PVC	150	3.01	0.194
0 (POLYLINE)-195	N-7	N-8	1 1/2"	43.4	PVC	150	6.23	0.007
0 (POLYLINE)-3	N-9	N-10	1 1/2"	43.4	PVC	150	8.82	0.907
0 (POLYLINE)-4	N-11	N-12	1 1/2"	43.4	PVC	150	9.27	0.068
0 (POLYLINE)-5	N-13	N-14	1 1/2"	43.4	PVC	150	9.49	0.011
0 (POLYLINE)-6	N-15	N-16	1"	29.4	PVC	150	10.78	0.012
0 (POLYLINE)-8	N-19	N-20	1 1/2"	43.4	PVC	150	11.29	0.095
0 (POLYLINE)-9	N-21	N-22	1 1/2"	43.4	PVC	150	11.51	0.23
0 (POLYLINE)-11	N-29	N-30	1"	29.4	PVC	150	12.22	0.008
0 (POLYLINE)-12	N-31	N-32	1"	29.4	PVC	150	13.43	0.055
0 (POLYLINE)-13	N-35	N-36	1"	29.4	PVC	150	14.27	0.051
0 (POLYLINE)-14	N-20	N-37	1 1/2"	43.4	PVC	150	15.59	0.095
0 (POLYLINE)-15	N-24	N-38	1 1/2"	43.4	PVC	150	14.77	0.09
0 (POLYLINE)-16	N-39	N-40	1 1/2"	43.4	PVC	150	15.28	0.237
0 (POLYLINE)-17	N-41	N-42	1"	29.4	PVC	150	15.92	0.04
0 (POLYLINE)-18	N-43	N-44	1 1/2"	43.4	PVC	150	15.93	0.263
0 (POLYLINE)-19	N-45	N-21	1 1/2"	43.4	PVC	150	16.02	0.23
0 (POLYLINE)-20	N-46	N-47	1 1/2"	43.4	PVC	150	16.31	0.042
0 (POLYLINE)-21	N-48	N-49	1 1/2"	43.4	PVC	150	16.34	0.057
0 (POLYLINE)-23	N-38	N-52	1 1/2"	43.4	PVC	150	16.59	0.09
0 (POLYLINE)-25	N-54	N-55	1"	29.4	PVC	150	17.2	0.014
0 (POLYLINE)-26	N-36	N-31	1"	29.4	PVC	150	17.9	0.062
0 (POLYLINE)-27	N-40	N-56	1 1/2"	43.4	PVC	150	18.29	0.237
0 (POLYLINE)-28	N-57	N-58	1"	29.4	PVC	150	18.29	0.008
0 (POLYLINE)-29	N-59	N-19	1 1/2"	43.4	PVC	150	18.63	0.095
0 (POLYLINE)-30	N-60	N-61	1"	29.4	PVC	150	18.71	0.066
0 (POLYLINE)-31	N-62	N-63	1 1/2"	43.4	PVC	150	18.78	0.124
0 (POLYLINE)-32	N-64	N-47	1 1/2"	43.4	PVC	150	18.95	0.011
0 (POLYLINE)-33	N-65	N-66	1"	29.4	PVC	150	19.18	0.094
0 (POLYLINE)-34	N-49	N-67	1 1/2"	43.4	PVC	150	19.6	0.057
0 (POLYLINE)-35	N-68	N-54	1"	29.4	PVC	150	19.67	0.014
0 (POLYLINE)-182	N-69	N-70	1 1/2"	43.4	PVC	150	17.56	0.069
0 (POLYLINE)-186	N-77	N-8	1 1/2"	43.4	PVC	150	20	0.007
0 (POLYLINE)-181	N-78	N-69	1 1/2"	43.4	PVC	150	20.99	0.164
0 (POLYLINE)-43	N-30	N-83	1"	29.4	PVC	150	20.46	0.036
0 (POLYLINE)-45	N-63	N-85	1 1/2"	43.4	PVC	150	20.65	0.131
0 (POLYLINE)-46	N-86	N-43	1 1/2"	43.4	PVC	150	20.92	0.274
0 (POLYLINE)-47	N-87	N-88	1"	29.4	PVC	150	20.95	0
0 (POLYLINE)-184	N-70	N-91	1 1/2"	43.4	PVC	150	20.35	0.026
0 (POLYLINE)-50	N-92	N-48	1 1/2"	43.4	PVC	150	21.47	0.068
0 (POLYLINE)-51	N-93	N-67	1 1/2"	43.4	PVC	150	21.49	0.022
0 (POLYLINE)-52	N-94	N-95	1"	29.4	PVC	150	21.49	0.014

0 (POLYLINE)-53	N-96	N-30	1"	29.4	PVC	150	21.61	0.033
0 (POLYLINE)-54	N-22	N-18	1 1/2"	43.4	PVC	150	21.89	0.223
0 (POLYLINE)-55	N-58	N-97	1"	29.4	PVC	150	22.05	0.008
0 (POLYLINE)-56	N-47	N-98	1 1/2"	43.4	PVC	150	22.05	0.031
0 (POLYLINE)-57	N-99	N-100	1 1/2"	43.4	PVC	150	22.33	0.015
0 (POLYLINE)-58	N-101	N-29	1"	29.4	PVC	150	22.37	0.012
0 (POLYLINE)-59	N-55	N-94	1"	29.4	PVC	150	22.45	0.014
0 (POLYLINE)-60	N-102	N-103	1"	29.4	PVC	150	22.47	0.052
0 (POLYLINE)-61	N-1	N-104	1 1/2"	43.4	PVC	150	22.68	0.027
0 (POLYLINE)-62	N-67	N-104	1 1/2"	43.4	PVC	150	22.91	0.034
0 (POLYLINE)-63	N-68	N-105	1"	29.4	PVC	150	23.03	0.044
0 (POLYLINE)-64	N-106	N-107	1 1/2"	43.4	PVC	150	23.11	0.04
0 (POLYLINE)-67	N-91	N-110	1 1/2"	43.4	PVC	150	23.53	0.026
0 (POLYLINE)-69	N-112	N-113	1 1/2"	43.4	PVC	150	24.13	0.063
0 (POLYLINE)-70	N-114	N-115	1"	29.4	PVC	150	24.14	0.128
0 (POLYLINE)-71	N-116	N-117	1"	29.4	PVC	150	24.54	0
0 (POLYLINE)-72	N-118	N-119	1"	29.4	PVC	150	24.79	0.052
0 (POLYLINE)-73	N-120	N-121	1 1/2"	43.4	PVC	150	25.03	0.365
0 (POLYLINE)-74	N-51	N-74	1 1/2"	43.4	PVC	150	25.43	0.197
0 (POLYLINE)-76	N-122	N-15	1"	29.4	PVC	150	25.66	0.012
0 (POLYLINE)-77	N-103	N-118	1"	29.4	PVC	150	25.8	0.052
0 (POLYLINE)-78	N-123	N-93	1 1/2"	43.4	PVC	150	26.09	0.011
0 (POLYLINE)-79	N-124	N-101	1"	29.4	PVC	150	26.16	0.016
0 (POLYLINE)-190	N-4	N-26	1 1/2"	43.4	PVC	150	25.14	0.006
0 (POLYLINE)-80	N-125	N-60	1"	29.4	PVC	150	26.28	0.043
0 (POLYLINE)-82	N-127	N-128	1 1/2"	43.4	PVC	150	26.57	0.055
0 (POLYLINE)-83	N-52	N-129	1 1/2"	43.4	PVC	150	26.63	0.09
0 (POLYLINE)-84	N-130	N-131	1"	29.4	PVC	150	26.67	0.018
0 (POLYLINE)-86	N-42	N-132	1"	29.4	PVC	150	27.18	0.027
0 (POLYLINE)-87	N-121	N-7	1 1/2"	43.4	PVC	150	27.65	0.014
0 (POLYLINE)-88	N-98	N-133	1 1/2"	43.4	PVC	150	27.66	0.02
0 (POLYLINE)-89	N-134	N-120	1 1/2"	43.4	PVC	150	27.68	0.365
0 (POLYLINE)-90	N-83	N-35	1"	29.4	PVC	150	27.74	0.051
0 (POLYLINE)-91	N-75	N-106	1 1/2"	43.4	PVC	150	27.95	0.044
0 (POLYLINE)-92	N-66	N-71	1"	29.4	PVC	150	28.04	0.098
0 (POLYLINE)-93	N-32	N-41	1"	29.4	PVC	150	28.27	0.055
0 (POLYLINE)-95	N-135	N-136	1 1/2"	43.4	PVC	150	28.69	0.004
0 (POLYLINE)-96	N-137	N-39	1 1/2"	43.4	PVC	150	28.7	0.252
0 (POLYLINE)-98	N-140	N-127	1 1/2"	43.4	PVC	150	28.98	0.026
0 (POLYLINE)-99	N-131	N-97	1"	29.4	PVC	150	29.03	0.018
0 (POLYLINE)-100	N-141	N-142	1 1/2"	43.4	PVC	150	29.14	0.012
0 (POLYLINE)-101	N-129	N-143	1 1/2"	43.4	PVC	150	29.25	0.075
0 (POLYLINE)-102	N-88	N-57	1"	29.4	PVC	150	29.46	0.008
0 (POLYLINE)-104	N-144	N-145	1"	29.4	PVC	150	30.46	0.004
0 (POLYLINE)-105	N-61	N-114	1"	29.4	PVC	150	30.49	0.07
0 (POLYLINE)-106	N-146	N-147	1 1/2"	43.4	PVC	150	30.81	0.227

0 (POLYLINE)-107	N-148	N-64	1 1/2"	43.4	PVC	150	31.19	0
0 (POLYLINE)-108	N-85	N-5	1 1/2"	43.4	PVC	150	31.19	0.153
0 (POLYLINE)-110	N-89	N-11	1 1/2"	43.4	PVC	150	31.93	0.083
0 (POLYLINE)-111	N-44	N-137	1 1/2"	43.4	PVC	150	32.08	0.263
0 (POLYLINE)-112	N-133	N-99	1 1/2"	43.4	PVC	150	32.26	0.02
0 (POLYLINE)-113	N-105	N-145	1"	29.4	PVC	150	32.73	0.044
0 (POLYLINE)-115	N-149	N-6	1 1/2"	43.4	PVC	150	33.12	0.087
0 (POLYLINE)-117	N-151	N-152	1"	29.4	PVC	150	33.34	0.01
0 (POLYLINE)-118	N-145	N-153	1"	29.4	PVC	150	33.76	0.063
0 (POLYLINE)-119	N-115	N-154	1"	29.4	PVC	150	33.77	0.128
0 (POLYLINE)-120	N-60	N-122	1"	29.4	PVC	150	33.96	0.012
0 (POLYLINE)-121	N-155	N-125	1"	29.4	PVC	150	34.31	0.025
0 (POLYLINE)-122	N-121	N-156	1 1/2"	43.4	PVC	150	34.82	0.39
0 (POLYLINE)-123	N-157	N-141	1 1/2"	43.4	PVC	150	35.17	0.016
0 (POLYLINE)-124	N-158	N-159	1 1/2"	43.4	PVC	150	35.29	0.032
0 (POLYLINE)-125	N-117	N-130	1"	29.4	PVC	150	35.56	0.011
0 (POLYLINE)-126	N-12	N-92	1 1/2"	43.4	PVC	150	35.62	0.068
0 (POLYLINE)-127	N-95	N-155	1"	29.4	PVC	150	35.7	0.025
0 (POLYLINE)-128	N-156	N-25	1 1/2"	43.4	PVC	150	35.7	0.39
0 (POLYLINE)-129	N-99	N-162	1 1/2"	43.4	PVC	150	36.42	0.001
0 (POLYLINE)-196	N-111	N-163	1"	29.4	PVC	150	36.83	0.134
0 (POLYLINE)-130	N-164	N-9	1 1/2"	43.4	PVC	150	36.87	1.022
0 (POLYLINE)-131	N-51	N-138	1 1/2"	43.4	PVC	150	37.11	0.197
0 (POLYLINE)-132	N-165	N-166	1 1/2"	43.4	PVC	150	37.7	0.014
0 (POLYLINE)-133	N-16	N-167	1"	29.4	PVC	150	38.27	0
0 (POLYLINE)-134	N-113	N-168	1 1/2"	43.4	PVC	150	38.43	0.052
0 (POLYLINE)-137	N-6	N-127	1 1/2"	43.4	PVC	150	39.64	0.096
0 (POLYLINE)-138	N-171	N-68	1"	29.4	PVC	150	39.65	0.059
0 (POLYLINE)-139	N-172	N-173	1 1/2"	43.4	PVC	150	40.28	0.02
0 (POLYLINE)-140	N-110	N-109	1 1/2"	43.4	PVC	150	40.39	0.004
0 (POLYLINE)-141	N-14	N-96	1"	29.4	PVC	150	40.75	0.022
0 (POLYLINE)-142	N-33	N-134	1 1/2"	43.4	PVC	150	41.93	0.347
0 (POLYLINE)-143	N-174	N-175	1 1/2"	43.4	PVC	150	42.08	0.011
0 (POLYLINE)-144	N-176	N-165	1 1/2"	43.4	PVC	150	42.96	0.007
0 (POLYLINE)-180	N-169	N-78	1 1/2"	43.4	PVC	150	45.51	0.157
0 (POLYLINE)-147	N-153	N-179	1"	29.4	PVC	150	46.03	0.063
0 (POLYLINE)-149	N-56	N-45	1 1/2"	43.4	PVC	150	46.61	0.23
0 (POLYLINE)-150	N-175	N-123	1 1/2"	43.4	PVC	150	47.31	0.011
0 (POLYLINE)-197	N-163	N-31	1"	29.4	PVC	150	47.39	0.127
0 (POLYLINE)-152	N-81	N-149	1 1/2"	43.4	PVC	150	48.99	0.08
0 (POLYLINE)-153	N-132	N-124	1"	29.4	PVC	150	49.3	0.016
0 (POLYLINE)-155	N-97	N-102	1"	29.4	PVC	150	49.58	0.041
0 (POLYLINE)-157	N-181	N-172	1 1/2"	43.4	PVC	150	52.9	0.027
0 (POLYLINE)-158	N-166	N-81	1 1/2"	43.4	PVC	150	54.04	0.019
0 (POLYLINE)-159	N-107	N-158	1 1/2"	43.4	PVC	150	55.17	0.036
0 (POLYLINE)-161	N-142	N-182	1 1/2"	43.4	PVC	150	57.21	0.001

0 (POLYLINE)-162	N-42	N-151	1"	29.4	PVC	150	58.16	0.008
0 (POLYLINE)-165	N-154	N-71	1 1/2"	43.4	PVC	150	59.52	0.146
0 (POLYLINE)-187	N-183	N-89	1 1/2"	43.4	PVC	150	61.32	0.104
0 (POLYLINE)-166	N-128	N-166	1 1/2"	43.4	PVC	150	61.56	0.04
0 (POLYLINE)-167	N-147	N-178	1 1/2"	43.4	PVC	150	62.42	0.227
0 (POLYLINE)-168	N-119	N-171	1"	29.4	PVC	150	62.68	0.052
0 (POLYLINE)-169	N-184	N-114	1"	29.4	PVC	150	64.39	0.047
0 (POLYLINE)-170	N-152	N-184	1"	29.4	PVC	150	64.51	0.025
0 (POLYLINE)-171	N-100	N-185	1 1/2"	43.4	PVC	150	65.37	0.015
0 (POLYLINE)-172	N-168	N-135	1 1/2"	43.4	PVC	150	66	0.037
0 (POLYLINE)-174	N-187	N-13	1"	29.4	PVC	150	67.06	0.011
0 (POLYLINE)-175	N-143	N-46	1 1/2"	43.4	PVC	150	70.37	0.057
0 (POLYLINE)-176	N-179	N-65	1"	29.4	PVC	150	77.46	0.083
0 (POLYLINE)-188	N-183	N-9	1 1/2"	43.4	PVC	150	87.61	0.115
0 (POLYLINE)-178	N-173	N-157	1 1/2"	43.4	PVC	150	94.37	0.02
0 (POLYLINE)-179	R-1	N-164	1 1/2"	43.4	PVC	150	119.11	1.022
P-1	N-108	N-150	1 1/2"	43.4	PVC	150	10.3	0.004
P-2	N-80	N-70	1 1/2"	43.4	PVC	150	3.19	0.102
P-3	N-37	N-69	1 1/2"	43.4	PVC	150	21.41	0.095
P-4	N-24	N-169	1 1/2"	43.4	PVC	150	12.73	0.09
P-8	N-90	N-4	1 1/2"	43.4	PVC	150	31.38	0.006
P-17	N-160	N-25	1 1/2"	43.4	PVC	150	56.3	0.39
P-27	N-82	N-59	1 1/2"	43.4	PVC	150	27.11	0.099
P-38	N-17	N-139	1 1/2"	43.4	PVC	150	33	0.223
P-42	N-81	N-82	1 1/2"	43.4	PVC	150	20.17	0.099
P-45	N-18	N-17	1 1/2"	43.4	PVC	150	10.83	0.223
P-46	N-139	N-138	1 1/2"	43.4	PVC	150	28.81	0.212
P-47	N-86	N-178	1"	29.4	PVC	150	43.57	0.234
P-50	N-62	N-80	1 1/2"	43.4	PVC	150	28.59	0.109
P-51	N-169	N-126	1 1/2"	43.4	PVC	150	38.99	0.063
P-53	N-199	N-140	1 1/2"	43.4	PVC	150	2.31	0
P-62	N-161	N-194	1 1/2"	43.4	PVC	150	8.56	0.906
P-63	N-194	N-180	1 1/2"	43.4	PVC	150	43.1	0.906
P-74	N-74	N-75	1 1/2"	43.4	PVC	150	19.93	0.197
P-77	N-177	N-196	1 1/2"	43.4	PVC	150	15.38	0.027
P-81	N-146	N-159	1 1/2"	43.4	PVC	150	49.4	0.028
P-82	N-75	N-200	1"	29.4	PVC	150	19.83	0.138
P-83	N-200	N-111	1"	29.4	PVC	150	4.04	0.138
P-92	N-72	N-71	1 1/2"	43.4	PVC	150	19.78	0.244
P-93	N-146	N-195	1 1/2"	43.4	PVC	150	5.14	0.255
P-94	N-195	N-72	1 1/2"	43.4	PVC	150	51.56	0.255
0 (POLYLINE)-198(1)	N-77	N-189	1 1/2"	43.4	PVC	150	29.46	0
P-61(1)	N-10	CRP7-1	1 1/2"	43.4	PVC	150	44.78	0.907
P-61(2)	CRP7-1	N-180	1 1/2"	43.4	PVC	150	13.42	0.906
P-41(1)	N-186	CRP7-2	1 1/2"	43.4	PVC	150	4.41	0.512

P-41(2)	CRP7-2	N-86	1 1/2"	43.4	PVC	150	62.24	0.512
P-49(1)	N-161	N-190	1 1/2"	43.4	PVC	150	8.76	0.902
P-49(2)	N-190	N-186	1 1/2"	43.4	PVC	150	76.55	0.512
P-104	N-160	N-190	1 1/2"	43.4	PVC	150	80.16	0.39
P-105	N-89	N-90	1 1/2"	43.4	PVC	150	21.32	0.021
P-52(2)	N-198	N-199	1 1/2"	43.4	PVC	150	35.9	0
0 (POLYLINE)-37(1)	N-1	CRP7-3	1 1/2"	43.4	PVC	150	8.44	0.02
0 (POLYLINE)-37(2)	CRP7-3	N-73	1 1/2"	43.4	PVC	150	11.4	0.019
0 (POLYLINE)-65(1)	N-73	N-197	1 1/2"	43.4	PVC	150	11.17	0.015
0 (POLYLINE)-65(2)	N-197	N-108	1 1/2"	43.4	PVC	150	12.07	0.015
P-78(1)	N-196	N-202	1 1/2"	43.4	PVC	150	18.66	0.027
P-78(2)	N-202	N-181	1 1/2"	43.4	PVC	150	36.56	0.027
P-109	N-33	N-5	1 1/2"	43.4	PVC	150	15.7	0.347
0 (POLYLINE)-145(1)	N-135	CRP7-4	1 1/2"	43.4	PVC	150	1.62	0.033
0 (POLYLINE)-145(2)	CRP7-4	N-177	1 1/2"	43.4	PVC	150	29.07	0.034
0 (POLYLINE)-81(1)	N-112	N-201	1 1/2"	43.4	PVC	151	16.91	0.063
0 (POLYLINE)-81(2)	N-201	N-126	1 1/2"	43.4	PVC	152	9.52	0.063

### 2.1.3. Dimensionamiento

#### A. Tratamiento primario en plantas de tratamiento de aguas residuales

##### DISEÑO DE TANQUE TIPO IMHOFF

##### Gráfico 20

Calculo del caudal de diseño

Número de familias	=	274	fml.	Tasa de crecimiento	=	0.00%
N° de persona por familia	=	2	p/f	Periodo de diseño	=	20 años
Población actual	=	548	Hab.	Dotación	=	80 l/p/d
Temperatura	=	5	°C	% de contribución	=	80 %
Población Futura =	$Pf = Pa(1 + r)^t$					
	<hr/>					
	Pf = 548.00 Hab.					
	<hr/>					
Caudal de Diseño =	$Qd = \frac{Pf \times Dotación}{1000} \times \%Contribución$					
	<hr/>					
	Qd = 35.07 m³/día					
	<hr/>					
	Qd = 1.46 m³/Hora					
	<hr/>					
	Qd = 0.41 l/s					

## Gráfico 21

### Diseño del sedimentador

**Área del sedimentador ( $A_s$ , en  $m^2$ )**

$$A_s = \frac{Qd}{C_s}$$

$C_s =$  Carga superficial, igual a  $1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{hora})$ .  
 $C_s = 1 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \times \text{hora})$

---

$$A_s = 1.46 \text{ m}^2$$

**Período de retención hidráulico ( $R$ )**

$R =$  Período de retención hidráulica, entre 1.5 a 2.5 horas.  
(recomendable 2 horas).

---

$$R = 2 \text{ Horas}$$

**Volumen del sedimentador ( $V_s$ , en  $m^3$ )**

$$V_s = Qd \times R$$

---

$$V_s = 2.92 \text{ m}^3$$

El fondo del tanque será de sección transversal en forma de V y la pendiente de los lados respecto a la horizontal tendrá de 50 a 60 .

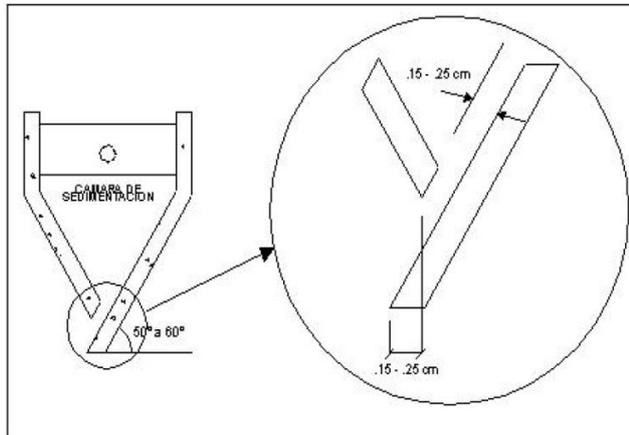
Entre 50 y 60 grados debe ser la inclinación de los lados con respecto al plano horizontal.

Cuando uno de los lados se alarga entre 15 y 20 centímetros, ayuda a evitar el paso de gases y sólidos del digestor y los sólidos descargados del mismo, lo que reduciría la capacidad de eliminación de sólidos en suspensión del digestor. Esto es especialmente importante cuando un lado se acorta entre 15 y 20 centímetros.

La cantidad total de sólidos en suspensión que puede eliminar esta unidad de tratamiento no se conoce en este momento.

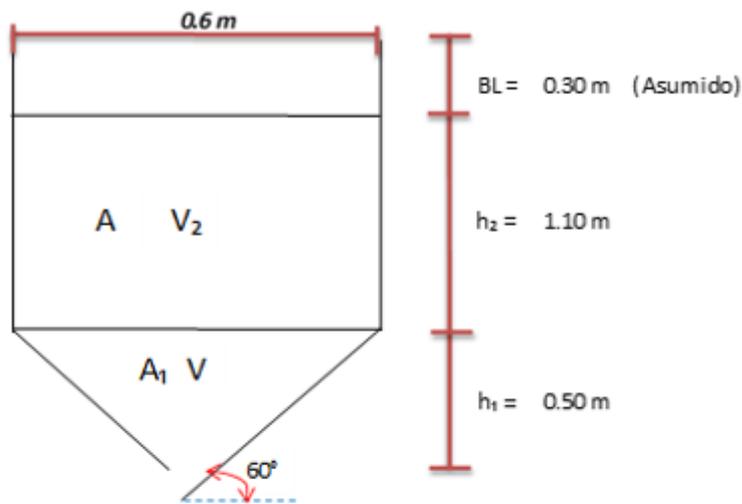
**Gráfico 22**

*Cámara de Sedimentación*



**Gráfico 23**

*Cálculo de alturas cámara de sedimentación.*



**Datos:**

V =	2.92	m <sup>3</sup>
a =	3.5	m
b =	0.6	m

De la figura anterior deducimos:

$$\operatorname{tg}60 = \frac{\sqrt{3}}{1} = \frac{h_1}{b/2}$$

$$h_1 = \sqrt{3} \times b/2$$

$$\underline{h_1 = 0.50 \text{ m}}$$

$$V = V_1 + V_2$$

$$V_1 = h_1 \times a \times b/2$$

$$\underline{V_1 = 0.53}$$

$$V_2 = h_2 \times a \times b$$

$$h_2 = \frac{V - V_1}{a \times b}$$

$$\underline{h_2 = 1.10 \text{ m}}$$

## Diseño del digestor:

Volumen de almacenamiento y digestión (Vd., en m<sup>3</sup>)

Para el compartimiento de almacenamiento y digestión de lodos (cámara inferior) se tendrá en cuenta la siguiente tabla:

### Gráfico 24

*Factor de capacidad Relativa*

Temperatura °C	Factor de Capacidad Relativa (fcr)
5	2
10	1.4
15	1
20	0.7
25 <	0.5

$Vd = \frac{70 \times P \times fcr}{1000}$	<b>Donde:</b> fcr = Factor de capacidad relativa P = Población
--------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------

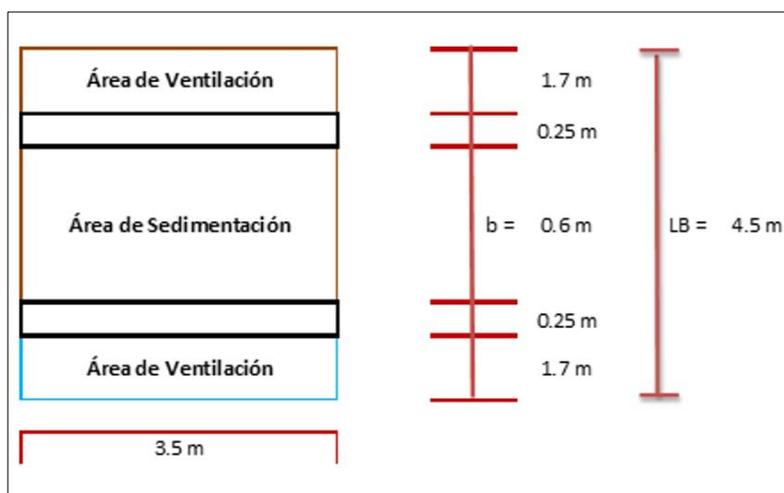
Temperatura °C =	5	°C
fcr =	2	
<b>Vd =</b>	<b>77 m<sup>3</sup></b>	

Al diseñar la superficie libre (zona de espuma) que se encuentra entre las paredes del digestor y el sedimentador, hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

- El espaciamiento libre será de 1,0 m como mínimo.
- La superficie libre total será por lo menos 30% de la superficie total del tanque.
- El borde libre será como mínimo de 0,30 cm.

### Gráfico 25

#### Áreas de Ventilación y sedimentación



El fondo de la cámara de digestión se asemejará a un tronco de pirámide invertido (tolva de lodos), de modo que los lodos digeridos puedan retirarse más fácilmente. Esto se hace para simplificar el proceso de retirada de los lodos digeridos.

Las paredes laterales verticales de esta tolva estarán inclinadas en un ángulo de entre 15 y 30 grados con respecto a la horizontal.

Se recomienda que los lodos alcancen una altura no superior a 0,50 metros por debajo de la base del sedimentador en su punto más alto.

La altura máxima de los lodos deberá estar 0,50 m por debajo del fondo del sedimentador.

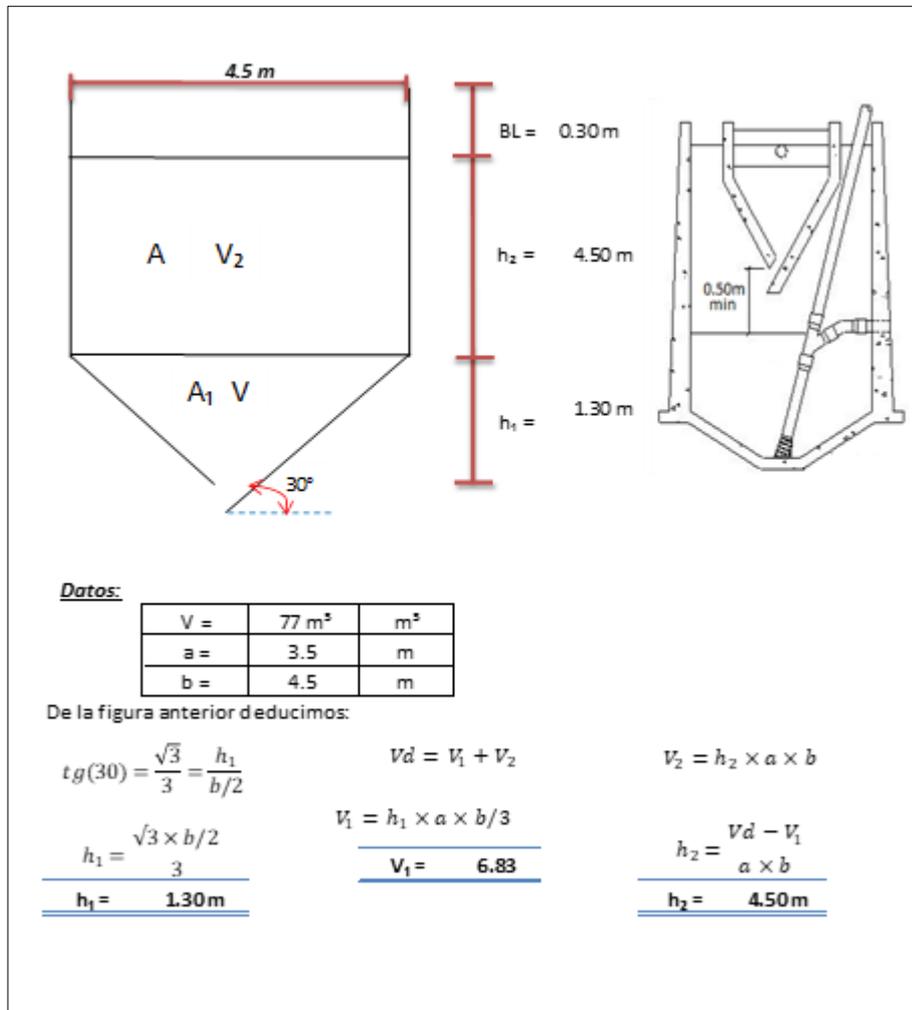
$$\text{Área Superficial} = a \times LB = \frac{15.75}{\text{m}^2}$$
$$\text{Área de Ventilación (Av)} = \frac{11.9}{\text{m}^2}$$

Verificamos si Av es más del 30% del área total del tanque:

$$\text{Av} / \text{A superficial} = \frac{76}{\%} \text{ Cumple}$$

**Gráfico 26**

*Cálculo de alturas con respecto al digestor.*



**Lecho de secados de lodos:**

Los lechos de secado de lodos suelen ser la forma más fácil y rentable de deshidratar los lodos estabilizados (lodos digeridos), lo que los convierte en una excelente opción para su uso en zonas con poco espacio.

a) Carga de sólidos que ingresa al sedimentador (C, en Kg de SS/día)

$C = Q \times SS + 0.0864$       Donde:  
 SS: Sólidos en suspensión en el agua residual cruda, en mg/l.  
 Q: Caudal promedio de aguas residuales.

A nivel de proyecto se puede estimar la carga en función a la contribución per cápita de sólidos en suspensión, de la siguiente manera:

$$C = \frac{\text{Población} \times \text{Contribución Percápita}}{1000} \quad (\text{grSS/Hab} \times \text{día})$$

En las localidades que cuentan con el servicio de alcantarillado, la contribución per cápita se determina en base a una caracterización de las aguas residuales.  
 Cuando la localidad no cuenta con alcantarillado se utiliza una contribución per cápita promedio de 90 gr.SS/(hab\*día).

Asumiendo SS	=	90	g. hab./día
Población	=	548	hab.
<hr/>			
		C =	49 Kg SS/día

b) Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd, en Kg SS/día).

$$Msd = (0.5 \times 0.7 \times 0.5 \times C) + (0.5 \times 0.3 \times C)$$


---

**Msd = 15.93 Kg SS/día**

c) Volumen diario de lodos digeridos (Vld, en litros/día).

$$Vld = (Msd) / (\rho_{\text{lodo}} \times (\% \text{ de sólidos} / 100))$$

$\rho_{\text{lodo}}$	=	Densidad de los lodos, igual a 1,04 Kg/l.	=	1.04 kg/l
% de sólidos	=	% de sólidos contenidos en el lodo, varía entre 8 a 12%	=	12.0 %

---

**Vld = 127.6042 Kg SS/día**

d) Tiempo requerido para digestión de lodos (Td)

En la tabla siguiente se explica cómo afecta la temperatura al tiempo necesario para la digestión de los lodos.

TEMPERATURA °C	TIEMPO DE DIGESTIÓN EN DÍAS
5	110
10	76
15	55
20	40
25 <	30

$$\begin{aligned}
 \textit{Temperatura} &= 5 && \text{°C} \\
 \textit{Td} &= 76 && \text{Días}
 \end{aligned}$$

e) Volumen de lodos a extraerse del tanque (Vel, en m<sup>3</sup>)

Es necesario retirar los lodos digeridos con regularidad. Utilizar los números presentados en la Tabla 2 es el método adecuado para realizar una estimación de la frecuencia de retirada de los lodos.

La frecuencia de retirada de los lodos debe calcularse a partir de estos tiempos de referencia, teniendo en cuenta que habrá una mezcla de lodos frescos y lodos digeridos, estos últimos situados en el fondo del digestor. Este cálculo debe tener en cuenta que habrá tanto lodo fresco como lodo digerido. Por lo tanto, el tiempo que transcurre entre cada extracción posterior de lodos debe ser al menos igual al tiempo necesario para la digestión, con la excepción de la primera extracción, para la que el periodo de digestión debe multiplicarse por dos.

#### **Extracción de lodos:**

La tubería de evacuación de lodos debe tener un diámetro mínimo de 200 milímetros (mm), y debe colocarse 15 centímetros (cm) por encima de la base del tanque.

Para la remoció

$$Vel = \frac{Vld \times Td}{1000}$$

Td: Tiempo de digestión, en días (ver tabla).

$$Vel = 9.7 \text{ m}^3$$

n se

requerirá de una carga hidráulica mínima de 1,80 m.

f) Área del lecho de secado (Als, en m<sup>2</sup>).

$$Als = \frac{Vel}{Ha}$$

Donde:

Ha: Profundidad de aplicación, entre 0,20 a 0,40 m

$$Ha = 0.4$$

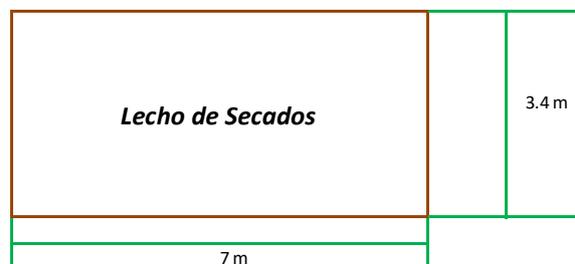
$$Als = 22 \text{ m}^2 \quad 11$$

La anchura de los lechos de secado varía entre 3 y 6 metros de media, aunque puede superar los 10 metros en instalaciones especialmente grandes.

Por ser un área de 62.35 m<sup>2</sup> se realizará 2 lecho de secado en cual la nueva área será 31.18 m<sup>2</sup>.

Luego

Asumimos = 3.4m Largo= 7



En cambio, las medidas unitarias de una cama de secado pueden determinarse utilizando la siguiente expresión: "La siguiente

expresión, por otra parte, puede utilizarse para determinar las dimensiones unitarias de un lecho de secado.

$$\frac{\text{Rendimiento volumétrico del digestor (M3 /Nº personas)}}{\text{Nº de aplicaciones (años) x profundidad inundación (m)}} = \frac{\text{m2 de lecho}}{\text{habitante}}$$

Se descubrió que la carga superficial de sólidos que se ponía en el lecho de secado oscilaba entre 120 y 200 kg de sólidos/(m<sup>2</sup>\*año), y este rango dependía del número de aplicaciones que se realizaban cada año.

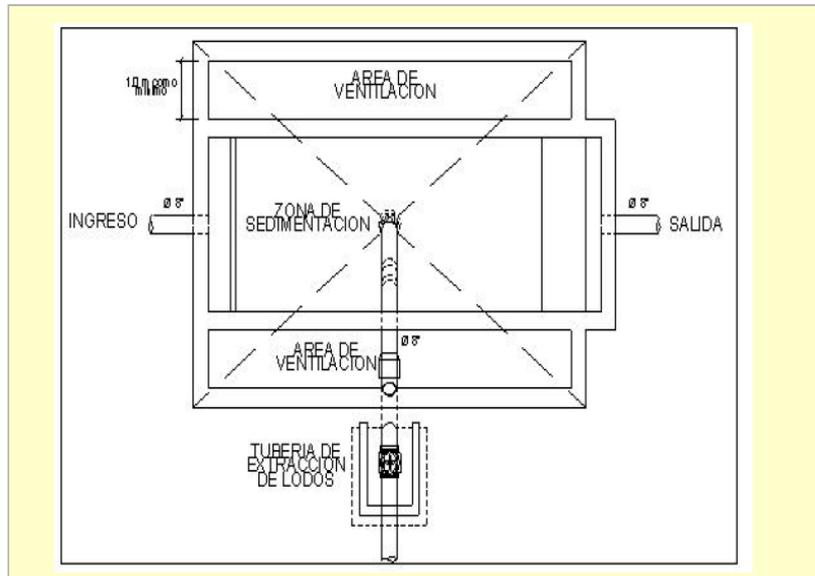
medio de drenaje:

Se recomienda que el medio de drenaje tenga un grosor de 0,30 pulgadas y contenga con los siguientes contenidos: El medio de soporte sugerido se compone de una lámina de gomaespuma de 15 cm de grosor. La arena se introduce entre los ladrillos formados y se coloca sobre el medio filtrante con un espacio de 2 a 3 cm. - Su tamaño efectivo debe oscilar entre 0,3 y 1,3 mm, y su coeficiente de uniformidad debe oscilar entre 2 y 1,3 mm. Como medio filtrante, la arena debe tener un tamaño efectivo que oscile entre 0,3 y 1,3 milímetros y un coeficiente de uniformidad que oscile entre 2 y 5.

Debajo de la arena, debe extenderse una capa de grava con un grosor de 0,20 metros y un tamaño que oscile entre 1,6 y 51 milímetros.

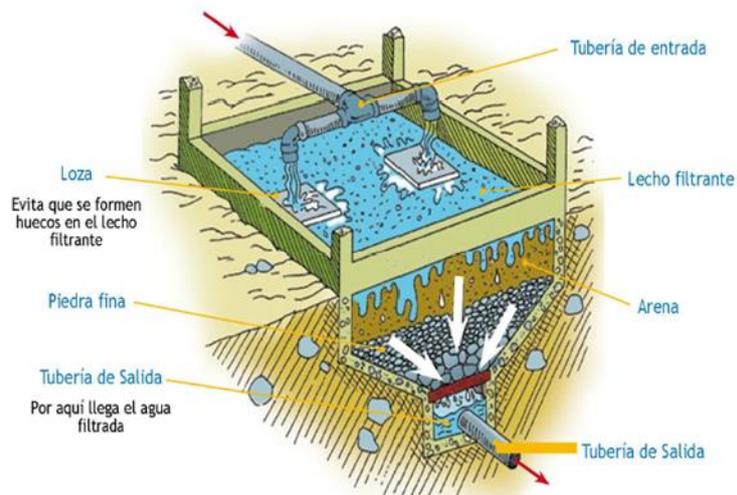
**Gráfico 27**

*Lecho de secados planta*



**Gráfico 28**

*Lecho de secados vista 3d*



## B. CÁLCULO ESTRUCTURAL

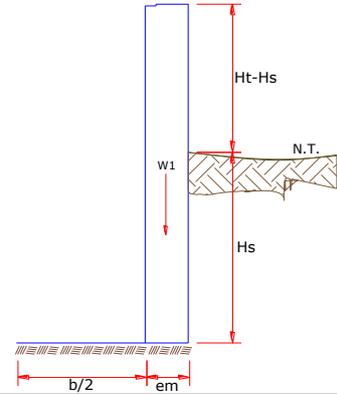
- MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL - CAPTACION  
MANANTIAL DE LADERA - CAMARA HÚMEDA

## Gráfico 29

Cálculo estructural – Captación

### Datos:

$H_t = 1.10 \text{ m.}$	altura de la caja para cámara húmeda
$H_s = 1.00 \text{ m.}$	altura del suelo
$b = 1.50 \text{ m.}$	ancho de pantalla
$e_m = 0.20 \text{ m.}$	espesor de muro
$g_s = 1700 \text{ kg/m}^3$	peso específico del suelo
$f = 10^\circ$	ángulo de rozamiento interno del suelo
$m = 0.42$	coeficiente de fricción
$g_c = 2400 \text{ kg/m}^3$	peso específico del concreto
$s_t = 1.00 \text{ kg/cm}^2$	capacidad de carga del suelo



Empuje del suelo sobre el muro (P):

$$C_{ah} = 0.7$$

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$P = 598.47 \text{ kg}$$

**Momento de vuelco ( Mo ):**

$$P = \frac{C_{ah} \cdot \gamma_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$

Donde:  $Y = \left(\frac{H_s}{3}\right)$   
 $Y = 0.33 \text{ m.}$

$$M_o = 199.49 \text{ kg-m}$$

**Momento de estabilización ( Mr ) y el peso W:**

$$M_o = P \cdot Y$$

Donde:  
W= peso de la estructura  
X= distancia al centro de gravedad

$$M_r = W \cdot X$$

$$W_1 = 528.00 \text{ kg}$$

$$W_1 = e \cdot m \cdot H_t \cdot \gamma_c$$

$$X_1 = 0.85 \text{ m.}$$

$$X_1 = \left(\frac{b}{2} + \frac{em}{2}\right)$$

$$M_{r1} = 448.80 \text{ kg-m}$$

$$M_{r1} = W_1 \cdot X_1$$

$$M_r = 448.80 \text{ kg-m}$$

Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central se aplica la siguiente fórmula:

$$a = \frac{M_r + M_o}{W}$$

$$a = 0.47 \text{ m.}$$

$M_r = M_1$   
 $M = 448.80 \text{ kg-m}$   
 $W = 528.00 \text{ kg}$

$M_o = 199.49 \text{ kg-m}$

**Chequeo por volteo:**  
 donde deberá ser mayor de 1.6

$C_{dv} = 2.24972$  **Cumple!**  $C_{dv} = \frac{M_r}{M_o}$

**Chequeo por deslizamiento:**  
 $F = 221.8$   $F = \mu W$   
 $\mu = 0.222$   $C_{dd} = \frac{F}{P}$

$C_{dd} = 0.37$  **Cumple!**

**Chequeo para la max. carga unitaria:**  
 $L = 0.95 \text{ m.}$   $L = \frac{b}{2} + em$

$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2}$   $P_1 = 0.06 \text{ kg/cm}^2$   
 $P_1 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2}$   $P_1 = 0.05 \text{ kg/cm}^2$

*el mayor valor que resulte de los P1 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno*

$0.06 \text{ kg/cm}^2 \leq 1.00 \text{ kg/cm}^2$  **Cumple!**  $P \leq \sigma_t$

### Datos para el diseño del reforzamiento

- $em = 0.10 \text{ m.}$  espesor de muro
- $eb = 0.10 \text{ m.}$  espesor de la base
- $dm = 0.07 \text{ m.}$  peralte del muro
- $db = 0.07 \text{ m.}$  peralte de la base
- $f_y =$  Esfuerzo de fluencia del acero
- $f'_c =$  Resistencia a la compresion del concreto
- $b = 100 \text{ cm}$
- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

**Distribucion de la Armadura en el muro:**

$$A_{smin} = 0.7 \cdot (f_c) \cdot 0.5 \cdot b \cdot d_m / f_y$$

$$A_{smin} = 1.69 \text{ cm}^2$$

La distribucion final del acero quedara de la siguiente manera:

**Armadura Vertical y Horizontal:**

$$f = 3/8 \text{ diámetro asumido}$$

$$A_{s\phi} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Número de varillas: } N_b = \frac{A_{sx}}{A_{s\phi}}$$

$$N_b = 2.38121$$

$$\text{Espaciamiento: } esp = \frac{A_{s\phi} \cdot 100 \text{ cm}}{N_b \cdot A_{s\phi}}$$

$$esp = 17.6 \text{ cm}$$

**Usar acero de 3/8 cada 15 cm, en ambas direcciones**

**Distribucion de la Armadura en la losa:**

La cuantia minima se determina mediante:

$$A_{smin} = 0.0018 b \cdot e \quad A_{smin} = 1.80 \text{ cm}^2$$

La distribucion final del acero quedara de la siguiente manera:

**Armadura en las dos direcciones:**

$$f = 3/8 \text{ plg diámetro asumido}$$

$$A_{s\phi} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Número de varillas: } N_b = \frac{A_{sx}}{A_{s\phi}}$$

$$N_b = 2.52611$$

$$\text{Espaciamiento: } esp = \frac{A_{s\phi} \cdot 100 \text{ cm}}{N_b \cdot A_{s\phi}}$$

$$esp = 16.0 \text{ cm}$$

**Usar acero de 3/8 cada 15 cm, en ambas direcciones**

### Gráfico 30

#### Acero horizontal en muros

##### 1.0.- ACERO HORIZONTAL EN MUROS

Datos de Entrada

Altura	Hp	1.10	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.70	Ton/m3
F'c		280.00	(Kg/cm2)
Fy		4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	1.00	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	10.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	1.50	m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

Hp= 1.10 m

Entonces Ka= 0.703

Calculamos Pu para (7/8)H de la base

H= Pt= (7/8)\*H\*Ka\*W 1.15 Ton/m2 Empuje del terreno

E= 75.00 %Pt 0.86 Ton/m2 Sismo

Pu= 1.0\*E + 1.6\*H 2.70 Ton/m2

Calculo de los Momentos

Asumimos espesor de muro E= 20.00 cm  
d= 14.37 cm

$$M(+) = \frac{P_t * L^2}{16}$$

$$M(-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

M(+)= 0.38 Ton-m

M(-)= 0.51 Ton-m

Calculo del Acero de Refuerzo As

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

Mu=	0.51	Ton-m
b=	100.00	cm
F'c=	280.00	Kg/cm2
Fy=	4,200.00	Kg/cm2
d=	14.37	cm

**Calculo del Acero de Refuerzo**

**Acero Minimo**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

**Asmin= 2.59 cm2**

N°	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.44	0.98
2 iter	0.17	0.94
3 iter	0.17	0.94
4 iter	0.17	0.94
5 iter	0.17	0.94
6 iter	0.17	0.94
7 iter	0.17	0.94
8 iter	0.17	0.94

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>2.59</b>	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

**USAR Ø3/8" @0.25 m en ambas caras**

### Gráfico 31

#### Acero vertical en muros tipo m4

Altura	Hp	1.10	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.70	Ton/m3
F'c		280.00	(Kg/cm2)
Fy		4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	1.00	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	10.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	1.50	m

M(-) =	=1.70*0.03*(Ka*w)*Hp*Hp*(LL)	M(-)=	0.11	Ton-m
M(+)=	=M(-)/4	M(+)=	0.03	Ton-m

Incluyendo carga de sismo igual al 75.0% de la carga de empuje del terreno

	M(-)=	0.19	Ton-m
	M(+)=	0.05	Ton-m

Mu=	0.19	Ton-m
b=	100.00	cm
F'c=	210.00	Kg/cm2
Fy=	4,200.00	Kg/cm2
d=	14.37	cm

**Calculo del Acero de Refuerzo**

**Acero Minimo**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

Asmin=	2.59	cm2
--------	------	-----

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.44	0.38
2 iter	0.09	0.36
3 iter	0.08	0.36
4 iter	0.08	0.36
5 iter	0.08	0.36

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.59	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

**USAR Ø3/8" @0.25m en ambas caras**

**Gráfico 32**

*Diseño de losa de fondo*

Altura	H	0.15	(m)	
Ancho	A	1.80	(m)	
Largo	L	1.80	(m)	
P.E. Concreto	(Wc)	2.40	Ton/m3	
P.E. Agua	(Ww)	1.00	Ton/m3	
Altura de agua	Ha	0.50	(m)	
Capacidad terr.	Qt	1.00	(Kg/cm2)	
<b>Peso Estructura</b>				
	Losa	1.1664		
	Muros	1.144		
Peso Agua		0.605	Ton	
<hr/>				
Pt (peso total)		2.9154	Ton	
Area de Losa		3.24	m2	
Reaccion neta del terreno	=1.2*Pt/Area		1.08	Ton/m2
			Qneto=	0.11 Kg/cm2
			Qt=	1.00 Kg/cm2
			Qneto < Qt <b>CONFORME</b>	
Altura de la losa	H=	0.15	m	As min= 2.574 cm2

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.57	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00

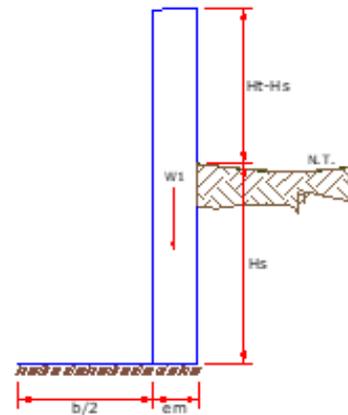
**USAR Ø3/8" @0.25ambos sentidos**

### Gráfico 33

Memoria de cálculo estructural - captación manantial de ladera - cámara seca

#### Datos:

$H_t = 0.70 \text{ m.}$	altura de la caja para cámara seca
$H_s = 0.50 \text{ m.}$	altura del suelo
$b = 0.80 \text{ m.}$	ancho de pantalla
$e_m = 0.10 \text{ m.}$	espesor de muro
$g_s = 1710 \text{ kg/m}^3$	peso específico del suelo
$f = 10^\circ$	ángulo de rozamiento interno del suelo
$m = 0.42$	coeficiente de fricción
$g_c = 2400 \text{ kg/m}^3$	peso específico del concreto
$s_r = 1.00 \text{ kg/cm}^2$	capacidad de carga del suelo



#### Empuje del suelo sobre el muro ( P ):

coeficiente de empuje

$$C_{ah} = 0.7$$

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$P = 150.50 \text{ kg}$$

#### Momento de vuelco ( Mo ):

$$P = \frac{C_{ah} \cdot \gamma_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2}$$

Donde:  $\gamma = \left(\frac{H_s}{3}\right)$   
 $\gamma = 0.17 \text{ m.}$

$$M_o = 25.08 \text{ kg-m}$$

#### Momento de estabilización ( Mr ) y el peso W:

$$M_o = P \cdot Y$$

Donde:  
W= peso de la estructura  
X= distancia al centro de gravedad

$$M_r = W \cdot X$$

$$W_1 = 168.00 \text{ kg}$$

$$W_1 = e_m \cdot H_t \cdot \gamma_c$$

$$X_1 = 0.45 \text{ m.}$$

$$X_1 = \left(\frac{b}{2} + \frac{e_m}{2}\right)$$

$$M_{r1} = 75.60 \text{ kg-m}$$

$$M_{r1} = W_1 \cdot X_1$$

$$M_r = 75.60 \text{ kg-m}$$

Para verificar si el momento resultante pasa por el tercio central se aplica la siguiente fórmula:

$$M_r = M_{r1}$$

$$a = \frac{M_r + M_o}{W}$$

$$M_r = 75.60 \text{ kg-m} \quad M_o = 25.08 \text{ kg-m}$$

$$W = 168.00 \text{ kg}$$

$$a = 0.30 \text{ m.}$$

Chequeo por volteo:

donde deberá ser mayor de 1.6

$$C_{dv} = 3.01398$$

Cumple !

$$C_{dv} = \frac{M_r}{M_o}$$

Chequeo por deslizamiento:

$$F = 70.56$$

$$F = \mu W$$

$$\mu = 0.071$$

$$C_{dd} = \frac{F}{P}$$

$$C_{dd} = 0.47$$

Cumple !

Chequeo para la max. carga unitaria:

$$L = 0.50 \text{ m.}$$

$$L = \frac{b}{2} + em$$

$$P_1 = (4L - 6a) \frac{W}{L^2}$$

$$P_1 = 0.01 \text{ kg/cm}^2$$

el mayor valor que resulte de los P1 debe ser menor o igual a la capacidad de carga del terreno

$$P_2 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2}$$

$$P_2 = 0.05 \text{ kg/cm}^2$$

$$0.05 \text{ kg/cm}^2$$

ε

$$1.00 \text{ kg/cm}^2$$

Cumple !

$$P \leq \sigma_c$$

- MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL - CAPTACION  
MANANTIAL DE LADERA - CAMARA SECA

**Gráfico 34**

Acero horizontal en muros 2

**ACERO HORIZONTAL EN MUROS**

Datos de Entrada

Altura	Hp	0.70	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.71	Ton/m3
F'c		210.00	(Kg/cm2)
Fy		4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	1.00	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	10.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	0.80	m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \frac{\phi}{2})$$

Hp= 0.70 m

Entonces Ka= 0.703

Calculamos Pu para (7/8)H de la base

H=	Pt=	(7/8)*H*Ka*W	0.74	Ton/m2	Empuje del terreno
E=	75.00 %Pt		0.55	Ton/m2	Sismo
	Pu=	1.0*E + 1.6*H	1.73	Ton/m2	

**Calculo de los Momentos**

Asumimos espesor de muro	E=	10.00	cm
	d=	4.37	cm

$$M(+) = \frac{P_t * L^2}{16}$$

$$M(-) = \frac{P_t * L^2}{12}$$

M(+)=	0.07	Ton-m
M(-)=	0.09	Ton-m

**Calculo del Acero de Refuerzo As**

$$A_s = \frac{M_u}{\phi F_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * F_y}{0.85 f'_c b}$$

Mu=	0.09	Ton-m
b=	100.00	cm
F'c=	280.00	Kg/cm2
Fy=	4,200.00	Kg/cm2
d=	4.37	cm

**Calculo del Acero de Refuerzo**

**Acero Minimo**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

Asmin= 0.79 cm2

N°	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.44	0.59
2 iter	0.10	0.57
3 iter	0.10	0.57
4 iter	0.10	0.57
5 iter	0.10	0.57
6 iter	0.10	0.57
7 iter	0.10	0.57
8 iter	0.10	0.57

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
0.79	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**USAR Ø3/8" @0.25 m en ambas caras**

Fuente: Diseño estructural del expediente.

**Gráfico 35**

Acero vertical en muros tipo m4

Altura	Hp	0.70	(m)
P.E. Suelo	(W)	1.71	Ton/m3
F'c		210.00	(Kg/cm2)
Fy		4,200.00	(Kg/cm2)
Capacidad terr.	Qt	1.00	(Kg/cm2)
Ang. de fricción	Ø	10.00	grados
S/C		300.00	Kg/m2
Luz libre	LL	0.80	m

<b>M(-) =</b>	<b>=1.70*0.03*(Ka*w)*Hp*Hp*(LL)</b>	<b>M(-)=</b>	0.02	Ton-m
<b>M(+)=</b>	<b>=M(-)/4</b>	<b>M(+)=</b>	0.01	Ton-m

**Incluyendo carga de sismo igual al 75.0% de la carga de empuje del terreno**

		<b>M(-)=</b>	0.04	Ton-m
		<b>M(+)=</b>	0.01	Ton-m

Mu=	0.04	Ton-m
b=	100.00	cm
F'c=	210.00	Kg/cm2
Fy=	4,200.00	Kg/cm2
d=	4.37	cm

**Calculo del Acero de Refuerzo**

**Acero Minimo**

$$A_{smin} = 0.0018 * b * d$$

<b>Asmin=</b>	<b>0.79</b>	<b>cm2</b>
---------------	-------------	------------

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.44	0.27
2 lter	0.06	0.26
3 lter	0.06	0.26
4 lter	0.06	0.26
5 lter	0.06	0.26

As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
<b>0.79</b>	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**USAR Ø3/8" @0.25m en ambas caras**

**Gráfico 36**

*Diseño de losa de fondo*

Altura	H	0.15	(m)		
Ancho	A	1.00	(m)		
Largo	L	1.00	(m)		
P.E. Concreto	(Wc)	2.40	Ton/m3		
P.E. Agua	(Ww)	1.00	Ton/m3		
Altura de agua	Ha	0.00	(m)		
Capacidad terr.	Qt	1.00	(Kg/cm2)		
Peso Estructura					
	Losa	0.36			
	Muros	0.168			
Peso Agua	0		Ton		
<hr/>					
Pt (peso total)	0.528		Ton		
Area de Losa	6.3		m2		
Reaccion neta del terreno	=1.2*Pt/Area		0.10 Ton/m2		
		Qneto=	0.01 Kg/cm2		
		Qt=	1.00 Kg/cm2		
Qneto < Qt <b>CONFORME</b>					
Altura de la losa H=	0.15	m	As min= 2.574 cm2		
As(cm2)	Distribución del Acero de Refuerzo				
	Ø3/8"	Ø1/2"	Ø5/8"	Ø3/4"	Ø1"
2.57	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00
<b>USAR Ø3/8" @0.25ambos sentidos</b>					

### Gráfico 37

#### Resumen de presupuesto

Item	Descripción Sub presupuesto	Costo Directo
01	SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE CAHUANA	2,883,814.04
02	PLANE DE COMUNICACION Y EDUCACION SANITARIA	25,125.76
03	PLANE DE CAPACITACION PARA LA GESTION DEL SERVICIO	12,629.57
04	PLANE DE MITIGACION Y MANEJO AMBIENTAL	22,457.63
05	ACCIONES PARA PREVENCION DEL COVID-19	68,757.93
<b>SUB TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>3,012,784.93</b>
	<b>Mano de Obra</b>	1,293,975.65
	<b>Materiales</b>	1,078,611.43
	<b>Equipo</b>	640,197.85
COSTO DIRECTO		3,012,784.93
	GASTOS GENERALES	17.30 % 521,237.52
	UTILIDAD	8 % 241,022.79
SUB TOTAL		3,775,045.24
	IGV.	18 % 679,508.14
COSTO TOTAL DE EJECUCION DE OBRA		4,454,553.38
	GASTOS DE SUPERVISION	7.90 % 352,056.35
	GASTO DE LIQUIDACION	0.88 % 39,019.91
	GASTO DE GESTION DE RIESGO	0.81 % 36,000.00
	GASTOS DE GESTION DE PROYECTO	5.44 % 242,456.22
<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO</b>		<b>5,124,086.88</b>

Soñ : CINCO MILLONES CIENTO VEINTICUATRO MIL OCHENTA Y CINCO CON 86/100 SOLES

#### 2.1.4. Equipos utilizados

- **Retroexcavadora:**

**(Fuente Propia)** Se utiliza normalmente en los trabajos de movimiento de tierras, en nuestro proyecto fue utilizada para excavaciones de zanjas. El equipo se trata de la 420E del año 2013.

- **MINICARGADOR.**

**(Fuente Propia)** El minicargador empleado para este proyecto fue un modelo 26B3 año 2013 de CATERPILLAR, el cual fue empleado para traslado de material de una manera más ágil y eficaz.

- **MEZCLADORA**

Este equipo de tamaño mediano, fue empleado para preparar la mezcla de concreto con la especificación de concreto 280kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.1.5. Conceptos básicos

- **Agua potable**

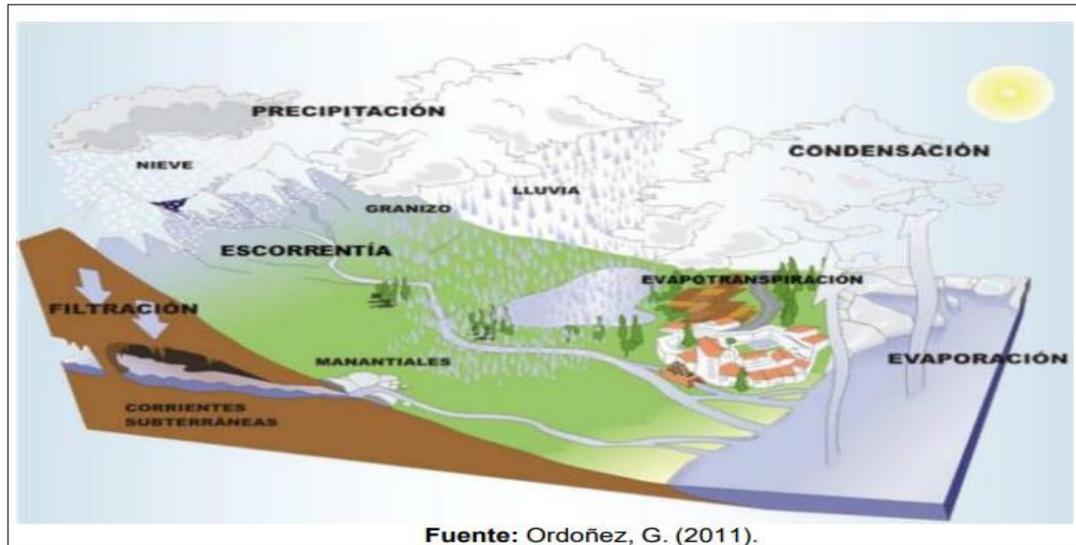
Según el INEI (2010) define que “agua potable es agua que cumple los requisitos de calidad y es apto para el consumo humano. En cuanto al agua para uso doméstico, es transportada por distribución pública y fluye desde centros de captación y almacenamiento para consumo humano.

- **Ciclo hidrológico**

Según Ordoñez, G. (2011) se refiere a “el ciclo hidrológico como la sucesión de niveles en los que el agua pasa por la tierra con ecosistemas y regresa a la tierra: evaporación desde el suelo, desde el mar o agua

continental, las nubes se condensan, precipitan, acumularse en el suelo o en cuerpos de agua y evaporarse nuevamente”

**Gráfico 38**  
Ciclo hidrológico



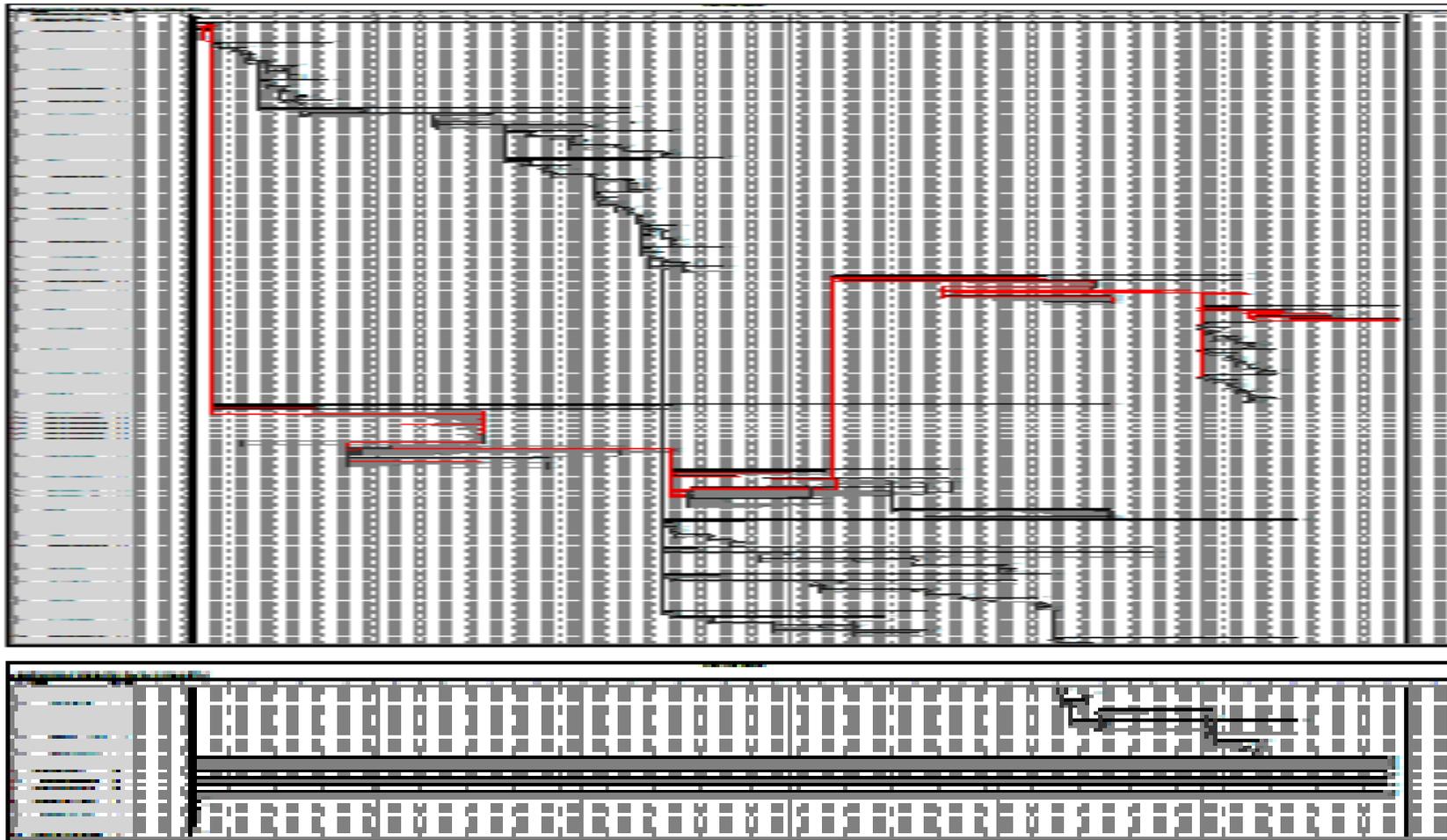
- Sistema de abastecimiento de agua potable

Según Agüero, R. (1997) indica que “un sistema de abastecimiento de agua potable es una captación, tratamiento, regulación, distribución y suministro de agua potable a domicilio”.

### 2.1.6. Planificación del proyecto

Se ha desarrollado el Cronograma PERT- CPM de Ejecución de Obra, el cual prevé un plazo de **180 días calendario** para la realización de la Obra con un presupuesto como se detalla a continuación:

**Gráfico 39**  
Ciclo hidrológico



## **2.1.7. Servicios y Aplicaciones**

### **BENEFICIOS “SIN PROYECTO”**

Si no se actúa para mejorar las condiciones de los servicios de agua potable y alcantarillado en el municipio de Cahuana, la ciudadanía seguirá sufriendo las consecuencias de la situación actual, que incluye una deplorable provisión de servicios de agua potable, al igual que una obsoleta infraestructura de agua y alcantarillado, al igual que una deplorable provisión de servicios de agua potable, al igual que una obsoleta infraestructura de agua y alcantarillado.

### **BENEFICIOS “CON PROYECTO”**

Los beneficios cualitativos que generará el proyecto son los que se presenta a continuación, pero también tiene beneficios cuantitativos que son los ahorros en costos en salud y medio ambiente:

- Mejorar la calidad de servicio de agua potable y alcantarillado
- Disminución de casos de enfermedades con la mejora de salubridad a través de una adecuada prestación servicios de agua y saneamiento (desagüe), enfermedades de origen hídrico y saneamiento tengan una disminución y se generen menores cuadros de enfermedades diarreicas, infecciones y parasitosis.
- Reducir costos en asistencia médica debido a enfermedades producidas por el deplorable servicio existente
- Obtener la continuidad del servicio las 24 horas del día.
- Contribuir la mejora de calidad de vida de la población del área de referencia

## **2.2 Conclusiones**

Con la realización del presente proyecto se llega a las conclusiones siguientes:

- Se logra la habilitación de 3748.5m de red de conducción.
- La reducción de enfermedades por condiciones insalubres de la red saneamiento
- Lograr que la totalidad de viviendas y habitantes cuenten con el servicio de agua potable, saneamiento y alcantarillado.
- Se reforzará la salud física y emocional de las personas asumiendo las mejoras en la calidad de vida y el ornato público

## **2.3 Recomendaciones**

Luego de la ejecución del presente proyecto se hace las siguientes recomendaciones:

- Si bien es cierto que se logra tener una mejor salubridad y calidad de servicio con la ejecución de los trabajos, es importante dar su debido mantenimiento, limpieza y desinfección.

## **CAPÍTULO III**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo y diseño de Investigación**

Para la presente investigación se ha previsto lo siguiente:

**Tipo de investigación:** Por la característica del trabajo en ejecución se determina que es de tipo de investigación BÁSICA, ya que no se encuentran variables medibles.

**Diseño de investigación:** En cuanto al diseño de investigación, se tiene que al ser básica le corresponde el diseño de investigación EXPLICATIVA ya que tiene por finalidad describir hechos pasados sin alterar el comportamiento de las variables.

#### **3.2 Método de Investigación**

Respecto al método de investigación se ha utilizado el método científico ya que parte de una observación de un problema y concluye con la descripción de la solución a raíz de la ejecución de un proyecto.

#### **3.3 Población y Muestra**

Cahuana es un Centro Poblado del distrito de Alca en Perú, que forma parte de la provincia de La Unión y del departamento de Arequipa. Se encuentra a unos 390 kilómetros al sureste de la ciudad de Arequipa, unas 9 horas de viaje por

carretera y depende de la Provincia de La Unión y del Departamento de Arequipa. Situado dentro del distrito de Alca, Cahuana es un pequeño pueblo. Como punto más occidental de la tierra, se encuentra a una longitud de  $72^{\circ}45'50''$  al oeste del meridiano de Greenwich y a una latitud de  $15^{\circ}12'27''$  al sur del ecuador, lo que lo convierte en el punto más occidental del mundo.

Esta localidad se extiende por un total de 193,42 kilómetros cuadrados en su masa terrestre. Según la "Memoria Descriptiva de la localidad de Cahuana", tiene una densidad de población de 2,79 habitantes por kilómetro cuadrado, constituye el 12,13% del territorio de la provincia de Arequipa y el 0,83% del territorio total del departamento de Arequipa. La provincia de Arequipa, el departamento de Arequipa y el departamento de Cahuana son sus límites geográficos:

- Por el norte: Con el Distrito de Antabamba
- Por el este: Con el Distrito de Condesuyos
- Por el Sur: Con los Distritos de Páucar del Sara Sara
- Por el Oeste: Con el Distrito de Condesuyos

### **3.4 Lugar de Estudio**

El lugar de estudio comprende a la localidad de Cahuana, distrito de Alca

### **3.5 Técnica e Instrumentos para la recolección de la información**

- TÉCNICAS.

La técnica utilizada será de observación el cual percibe y registra las condiciones del proyecto y documentaria la cual permita una acertada recolección de información a tomar en cuenta en el diseño del proyecto.

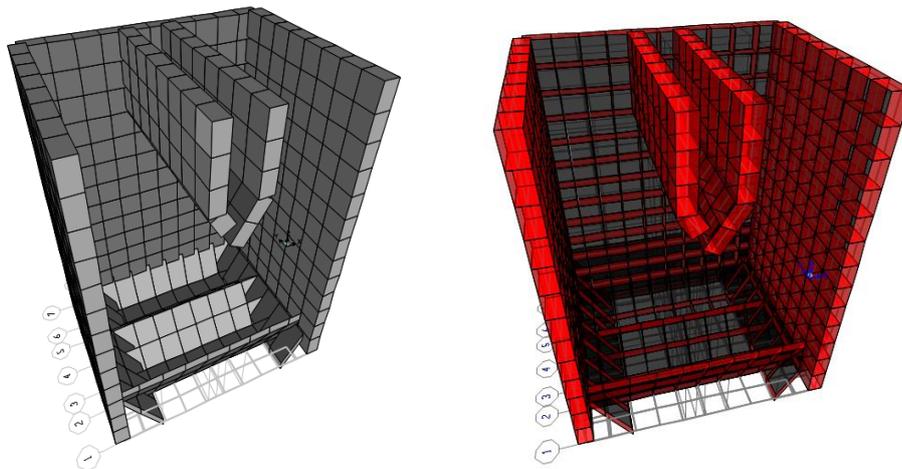
Se utilizan los estudios de suelos, hidrológicos, topográficos para determinar un correcto diseño y planificación del proyecto.

- INSTRUMENTOS.

Los instrumentos serán de en su mayoría de medición y con los que la investigación lo requiera para registrar y almacenar datos que son aportes provenientes de otras fuentes.

### 3.6 Análisis y Procesamiento de datos

La interpretación de este proyecto se basará en los manuales de pavimentación, las tablas de diseño y la normativa del MTC sobre vías urbanas, todo ello citado de acuerdo con las normas de la APA.



- ESTADO DE CARGAS Y COBINACIONES DE CARGA

#### ESTADO DE CARGAS

De acuerdo a las normas E 060 de concreto armado, se consideran los siguientes estados de cargas que actúan en la estructura.

#### CARGA DE LODO SOBRE LA LOSA.

Peso específico de lodo 1.4 tnf/m<sup>3</sup> (lodo sin digerir)

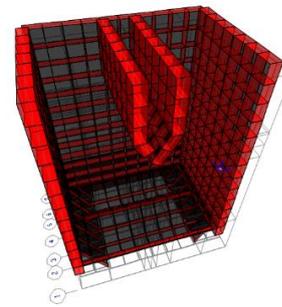
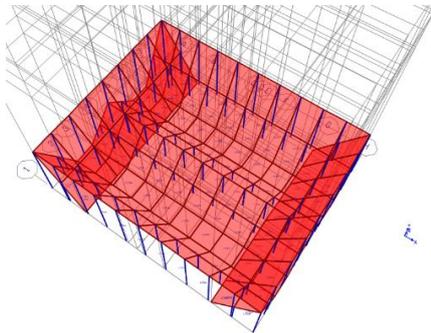
Altura hasta la zona neutra H= 4.22m

Procesos de tratamiento	Cantidad normal de lodo			Humedad %	Peso específico de sólidos del lodo	Peso específico del lodo	Sólidos secos	
	m <sup>3</sup> /miles de agua residual	t/miles de agua residual	m <sup>3</sup> /100 personas y día				kg/miles de agua residual	kg/1000 personas y día
<b>Sedimentación primaria:</b>								
Sin digerir	2.95	3.3	1.09	95	1.4	1.02	150	56
Digeridos en tanques separados.	1.45	1.65	0.53	84	-	1.03	90	34
Digerido y deshidratado en lechos de arena.	-	0.25	0.16	60	-	-	90	34
Digerido y deshidratado en filtros de vacío.	-	0.36	0.12	72.5	-	1	90	34
Filtro Percolador.	0.745	0.83	0.27	92.5	1.33	1.025	57	22
<b>Precipitación química:</b>	5.12	5.8	1.9	92.5	1.93	1.03	396	150
Deshidratado en filtros de vacío.	-	1.58	0.55	72.5	-	-	396	150
<b>Sedimentación primaria y lodo activado:</b>								
Sin digerir.	6.9	7.8	2.55	96	-	1.02	280	106
Sin digerir y deshidratado en filtros de vacío	1.48	1.55	0.56	80	-	0.95	280	106
Digerido en tanque separado.	2.7	3	1	94	-	1.03	168	63
Digerido y deshidratado en lechos de arena.	-	0.45	0.5	60	-	-	168	63
Digerido y deshidratado en filtros de vacío.	-	0.92	0.33	80	-	0.95	168	63
<b>Lodo activado:</b>								
Lodo húmedo.	19.4	20	7.2	98.5	1.25	1.005	270	102
Deshidratado en filtros de vacío.	-	1.5	0.53	80	-	0.95	270	102
Secado por calentadores térmicos.	-	0.3	0.08	4	-	1.25	270	102
<b>Fosas sépticas, digerido.</b>	0.9	-	0.32	90	1.4	1.04	97	37
<b>Tanques Imhoff, digerido.</b>	0.5	-	0.18	85	1.27	1.04	83	31

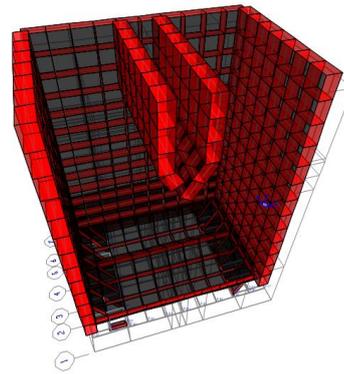
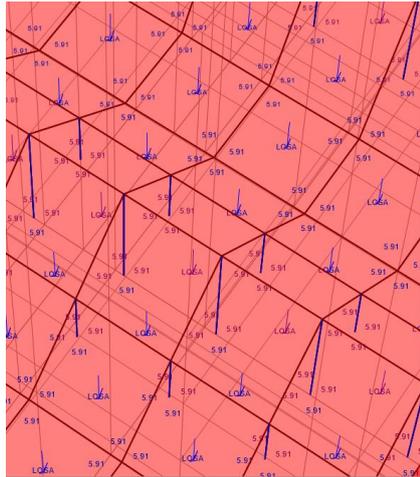
$$P_L = \gamma_{lodo} * H$$

$$P_L = 1.4 * 4.22$$

$$P_L = 5.908 \text{ Tnf/m}^2$$



SOBRECARGA



- EVALUACIÓN DE CARGAS POR EMPUJE ACTIVO.

Con el uso de la teoría de Rankine, podemos determinar las presiones laterales que tienen la siguiente formulación matemática:

$$p_h = \gamma_s \cdot h_s \cdot k_a:$$

Peso específico del suelo

Se obtuvo el valor a partir del estudio de suelos y tablas elaboradas por Terzaghi y Peck se estimó los siguientes valores:

Angulo de fricción:  $\phi = 26.57^\circ$

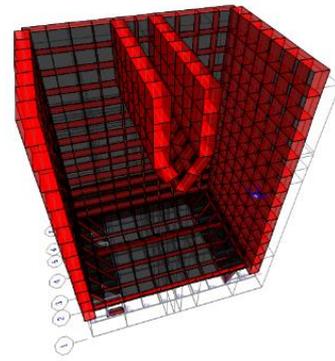
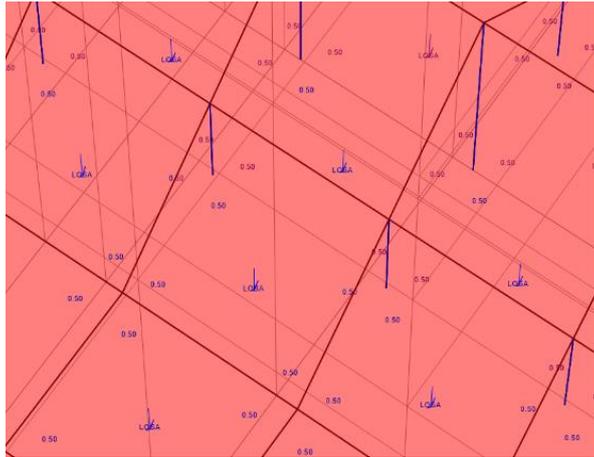
$\gamma_{\text{suelo}} = 1.55 \text{ Tn/m}^3$

H suelo = 6.40 m

$K_a = 0.38$

Sobrecarga: Se considera una sobrecarga recomendada por la norma E-020 "CARGAS"

$s/c = 500 \text{ Kgf/m}^2$  o  $s/c = 0.5 \text{ tnf/m}^2$

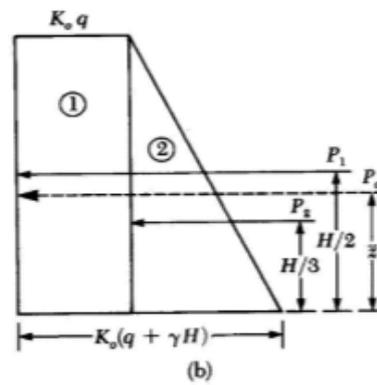
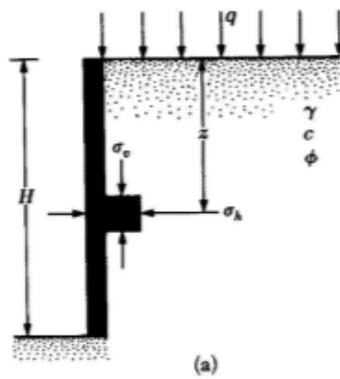


En donde

C Cohesión

$\phi$  Ángulo de fricción

$\sigma'$  Esfuerzo normal efectivo



$$Ph1 = 1.55 * 6.40 * 0.38$$

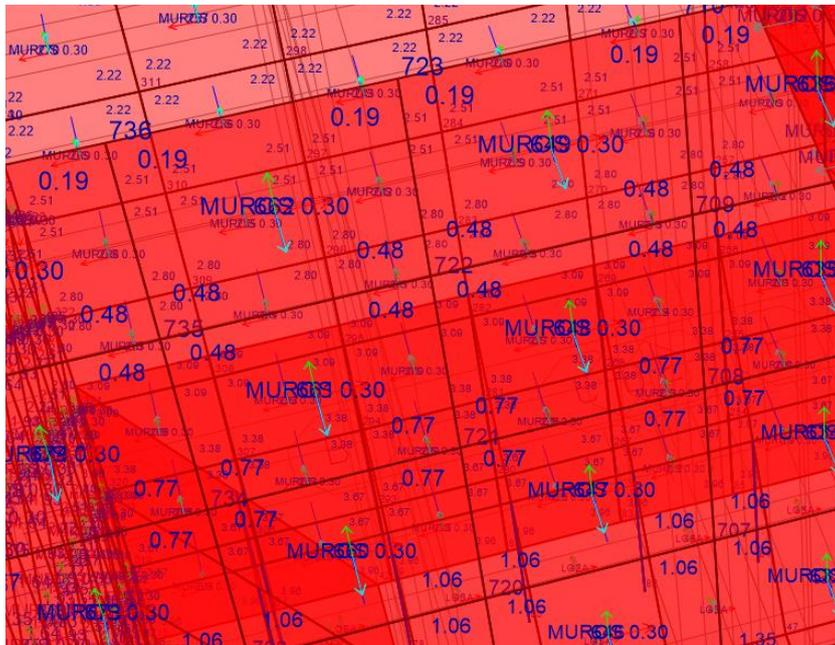
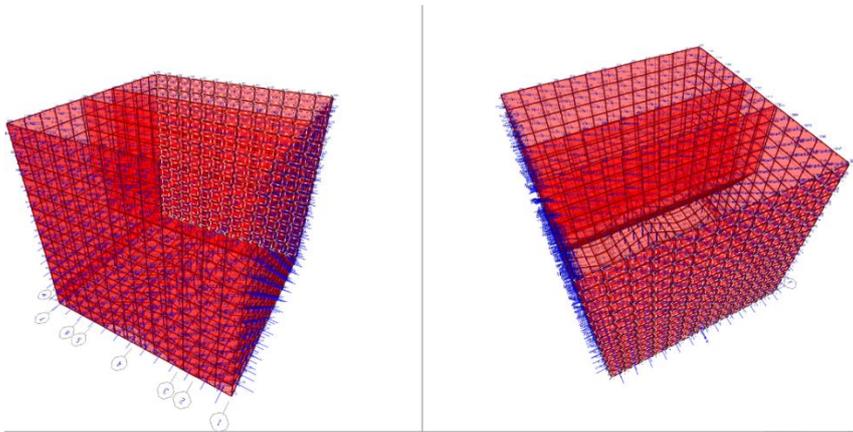
$$Ph1 = 3.77 \text{ Tn/m}^2$$

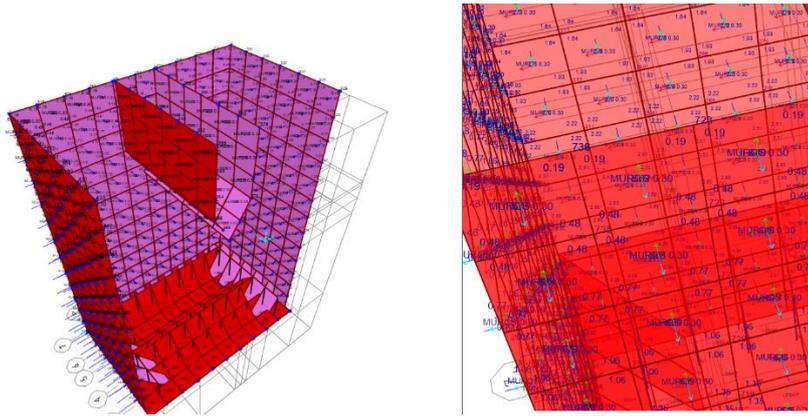
$$Ph2 = s/c * ks$$

$$Ph2 = 0.5 * 0.38$$

$$Ph2 = 0.19 \text{ tnf/m}^2$$

**Gráfico 40**  
*Modelamiento estructural*





- **COMBINACIÓN DE CARGAS**

De acuerdo a la *Norma E-060 "CONCRETO ARMADO"*, nos indica las combinaciones de los estados de carga para cumplir los requisitos de resistencia requerida, estas con las siguientes:

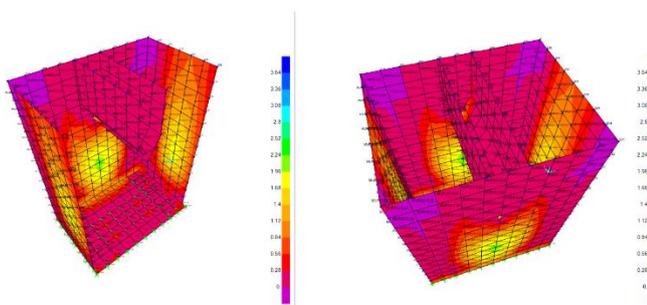
$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

Al usar el sismo generado por el espectro de respuesta, este tiene una componente positiva como negativa por lo que al realizar las combinaciones de carga tan solo se le considera con un solo signo (+), esto se puede demostrar al verificar el diagrama de momentos.

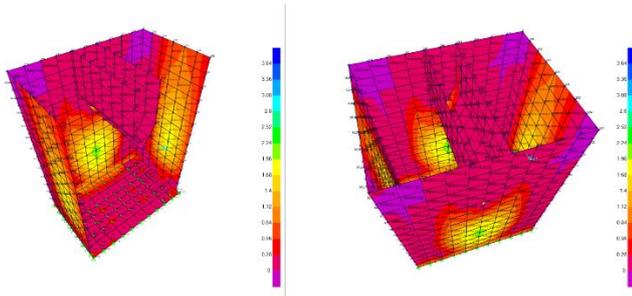
**Gráfico 41**

*Diagramas de momentos 3d*

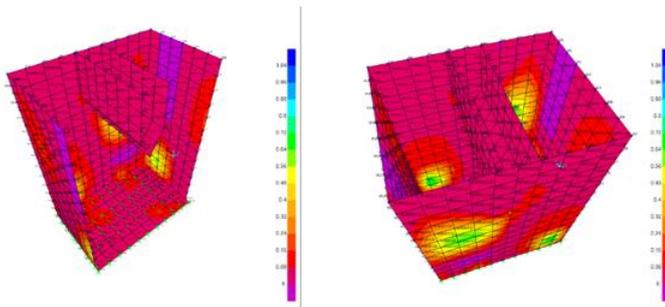
**MOMENTO 1-1**



## MOMENTO 2-2



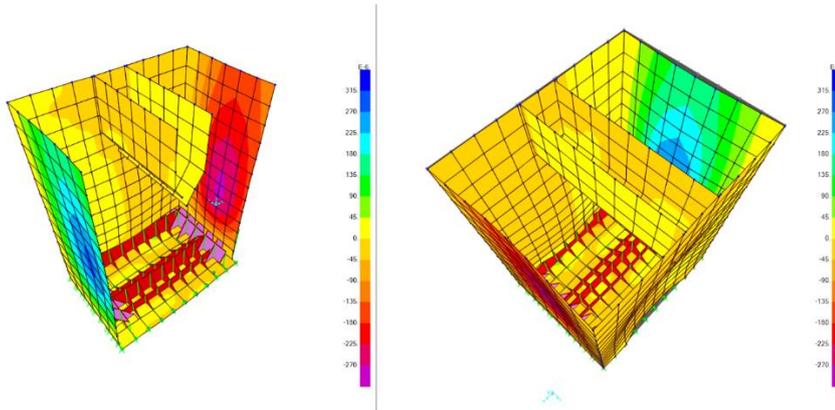
## MOMENTO 1-2



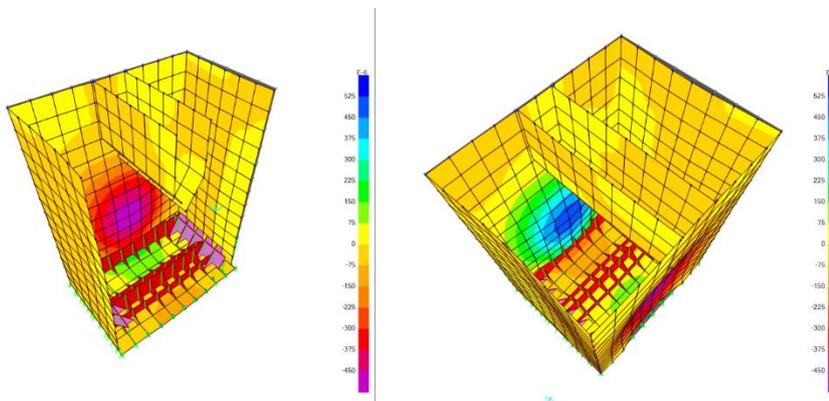
## VALORES DE MOMENTOS

Momentos según el sentido	Momento máximo determinado por el modelado (cm)
Momento 1-1	79265.00 Kgf . m
Momento 2-2	2201.67 Kgf.m
Momento 1-2	23422.0 Kgf.m

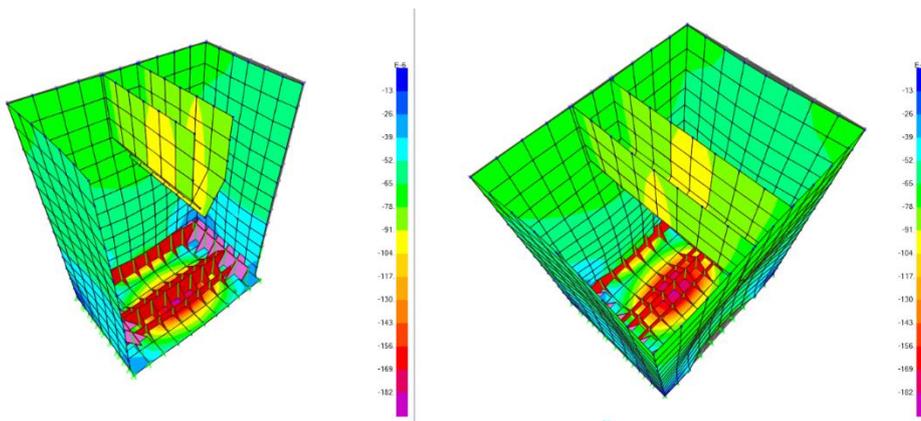
### DIAGRAMA DE DEFLEXIONEN X



### DIAGRAMA DE DEFLEXION EN Y



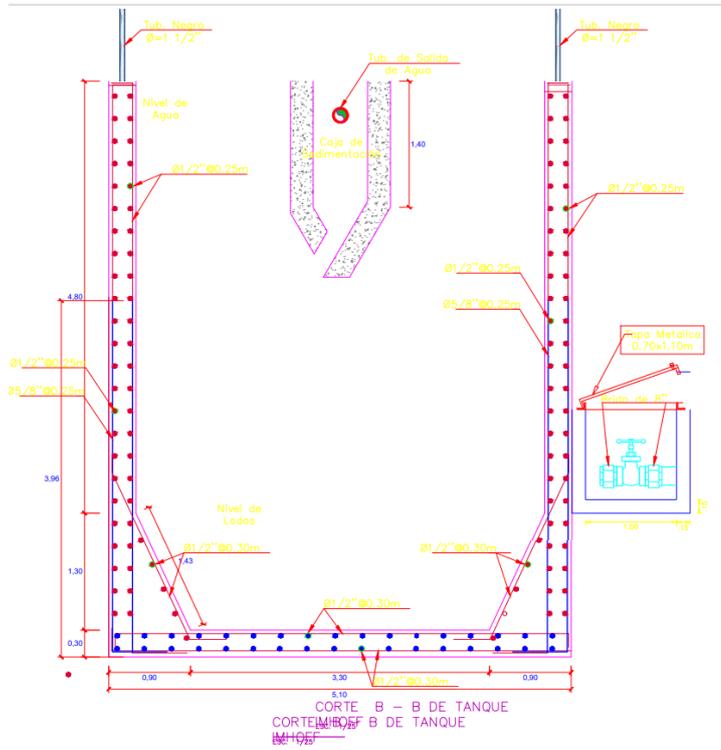
### DIAGRAMA DE DEFLEXION EN Z



Modelado según el lugar de aplicación de la carga	Deformación máxima determinado por el modelado (cm)
Deformación en $U_x$	0.028 cm
Deformación en $U_y$	0.051 cm
Deformación en $U_z$	0.019 cm

## Gráfico 42

### Plano de tanque



## **CAPÍTULO IV**

### **REFERENCIAS**

#### **5.1. Libros**

- (s.f.). Obtenido de <https://es.climate-data.org/location/765106/>
- Arakaki Harumi , R. (2014).
- BUSTINSA ORTEGA. (2016). Estudio de Mecánica de Suelos.
- CEINCO S.A.C. (2018).
- CEINFOTEC. (2016). COSTOS Y PRESUPUESTOS.
- COIGT, COLEGIO OFICIAL DE INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA DE ESPAÑA. (2015).
- COLEGIO OFICIAL DE INGENIERÍA GEOMÁTICA Y TOPOGRÁFICA. (2015). ESPAÑA.
- Crespo Villalaz, C. (2004). FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DE SUELOS.
- Cusco, G. R. ( 2016).
- Mijares, F. J. (1997). FUNDAMENTOS DE HIDROLOGIA DE SUPERFICIE.
- Ortega, B. (2016). Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Villatoro Francisco, R. (2014). GEOTECNIA.

## **CAPÍTULO V**

### **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

#### **Agua De Drenaje**

Normalmente, un área de drenaje se define como una porción de un sistema de drenaje que contribuye con sus descargas de aguas residuales a un colector específico y se define por los puntos más altos de la elevación del sistema de drenaje.

#### **Aguas Residuales**

La infiltración del agua de lluvia, las fugas, las conexiones deficientes y la infiltración del agua doméstica dan lugar a residuos líquidos compuestos principalmente por agua doméstica y agua de infiltración.

#### **Aguas Residuales Domesticas**

Son los que provienen de inodoros, fregaderos, cocinas y otros elementos residenciales, entre otros.

#### **Aguas Residuales Industriales**

Se cree que provienen de residuos de procesos industriales o de fabricación y, según su naturaleza, pueden contener materiales nocivos que deben ser eliminados antes de que el líquido terminado pueda ser vertido al sistema público de alcantarillado sanitario.

## **Aguas De Lluvias**

Las precipitaciones en algunos lugares del Perú que reciben fuertes lluvias, como resultado del impacto de lavado del agua en techos, caminos y suelos, pueden tener una alta concentración de partículas en suspensión de todo tipo.

## **Mantenimiento Correctivo**

Se incluyen los trabajos que deben realizarse para subsanar las preocupaciones sobre los posibles problemas que podrían surgir durante el uso del sistema, como la reparación de roturas, la sustitución de tramos de tuberías, el desatasco, la rehabilitación o reconstrucción de tuberías y buzones, y los cambios en todo el sistema para hacerlo más eficiente.

## **Fallas Debidas A Cargas Vivas**

Las tuberías que se han colocado con un revestimiento insuficiente tienen una gran probabilidad de derrumbarse como consecuencia de la sobrecarga a la que están sometidas, especialmente si están situadas en una zona de mucho tráfico. En este caso, después de arreglar la tubería dañada, los empleados de explotación y mantenimiento deben asegurarse de protegerla adecuadamente recubriéndola completamente de hormigón para evitar que vuelva a colapsar.

## **Limpieza de las redes**

Para garantizar que el sistema de alcantarillado siga funcionando correctamente, debe limpiarse con regularidad. Hay varios procedimientos que se han utilizado durante siglos para eliminar las obstrucciones y servir como herramientas de mantenimiento preventivo.

Los métodos de limpieza de alcantarillas que se enumeran en la siguiente tabla son algunos de los más utilizados.

### **Entibado De Zanjas**

El tablestacado, también conocido como tablestaca, es una técnica de excavación de zanjas que se utiliza para proteger a los trabajadores y a las tuberías cuando el suelo es propenso a desmoronarse. Se utiliza en la excavación de zanjas siempre que el suelo sea propenso a desmoronarse.

Para determinar el tipo de tablestaca que se utilizará hay que tener en cuenta las siguientes características: el tipo de suelo, la profundidad y la anchura de la zanja, el tiempo que estará abierta la zanja, el estado de los bordes laterales, la cantidad de infiltración de agua de lluvia, etc.

Según la forma más popular, se colocan tablas a ambos lados de la zanja y se apuntalan con maderas o troncos de una longitud equivalente a la anchura de la zanja para evitar que se obstruya o ralentice la ejecución correcta y puntual del servicio

### **Drenaje De La Zanja**

Se debe eliminar toda el agua presente en la zanja; para ello se utilizará una bomba de gasoil o gasolina; no se sugiere el uso de una bomba eléctrica.

Como alternativa, se puede utilizar un cubo de 20 litros cuando no se pueda acceder a una bomba.

Una vez finalizado el proceso de drenaje, el agua deberá desecharse directamente en un colector, ya que no está permitido verter el agua en la superficie de las carreteras.

Tras el relleno, todo el material excavado del lugar de la excavación deberá ser retirado del lugar donde se prestó el servicio.

En el caso de reparaciones de tuberías, sustitución de tuberías, sustitución de conexiones domiciliarias y rehabilitación de buzones, los recortes y materiales.

### **Concreto solado**

La construcción de una simple losa de hormigón sobre suelo compactado como primera capa de hormigón de protección, así como la disposición de la armadura de la estructura, se denomina "colocación de la losa de hormigón".

### **Acarreo de material excedente**

Supone la retirada del material de excavación sobrante, así como del material inservible de la obra. Depositar los escombros a una distancia media de 30 metros y en lugares donde no causen complicaciones a terceros será el procedimiento habitual.

El transporte de material excedente se medirá sobre la base del volumen en metros cúbicos.

### **Excavación manual**

El proceso de traslado de todos los materiales, independientemente de su naturaleza, que es necesario mover para continuar con la construcción de estructuras de acuerdo con los planos o las indicaciones del Ingeniero Residente y con la autorización del Ingeniero Supervisor se denomina excavaciones de construcción. Las excavaciones de construcción se llevan a cabo con la aprobación

del Ingeniero Supervisor. El término "excavación" o "desenterrar" a veces puede utilizarse indistintamente con el término "excavaciones".

### **Trazo y replanteo preliminar**

Lo ideal es identificar los ejes mediante placas de referencia que se fijan al suelo, así como las B.M. de nivelación que se fijan a hitos de hormigón, donde se indicará la cota en ese punto.

## **CAPITULO VI**

### **INDICES**

#### **5.2. Índice de Gráficos**

<b>Gráfico 1</b>	Diseño de cámara.....	15
<b>Gráfico 2</b>	Planta de captación .....	15
<b>Gráfico 3</b>	Cálculo de agua potable .....	16
<b>Gráfico 4</b>	Planta Reservorio .....	17
<b>Gráfico 5</b>	Mapa de Red de agua potable.....	18
<b>Gráfico 6</b>	Cámara de Rejas.....	22
<b>Gráfico 7</b>	Tanque IMHOFF.....	23
<b>Gráfico 8</b>	Lecho de secado .....	24
<b>Gráfico 9</b>	Pozo de percolación .....	25
<b>Gráfico 10</b>	Cerco perimétrico .....	25
<b>Gráfico 11</b>	Determinación del ancho de la pantalla .....	32
<b>Gráfico 12</b>	Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda.....	34
<b>Gráfico 13</b>	Altura de la cámara húmeda .....	35
<b>Gráfico 14</b>	Dimensionamiento de la Canastilla: .....	37
<b>Gráfico 15</b>	Área total de las ranuras: .....	38
<b>Gráfico 16</b>	Cálculo de Rebose y Limpia .....	39
<b>Gráfico 17</b>	Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera.....	40

<b>Gráfico 18</b>	Cuadro de velocidades línea de conducción cahuana .....	42
<b>Gráfico 19</b>	Esquema del Proyecto.....	45
<b>Gráfico 20</b>	Calculo del caudal de diseño .....	61
<b>Gráfico 21</b>	Diseño del sedimentador .....	62
<b>Gráfico 22</b>	Cámara de Sedimentación .....	63
<b>Gráfico 23</b>	Cálculo de alturas cámara de sedimentación.....	63
<b>Gráfico 24</b>	Factor de capacidad Relativa.....	64
<b>Gráfico 25</b>	Áreas de Ventilación y sedimentación .....	65
<b>Gráfico 26</b>	Cálculo de alturas con respecto al digesor.....	66
<b>Gráfico 27</b>	Lecho de secados planta .....	71
<b>Gráfico 28</b>	Lecho de secados vista 3d .....	71
<b>Gráfico 29</b>	Cálculo estructural – Captación .....	72
<b>Gráfico 30</b>	Acero horizontal en muros .....	76
<b>Gráfico 31</b>	Acero vertical en muros tipo m4.....	78
<b>Gráfico 32</b>	Diseño de losa de fondo .....	79
<b>Gráfico 33</b>	Memoria de cálculo estructural - captación manantial de ladera - cámara seca.....	80
<b>Gráfico 34</b>	Acero horizontal en muros 2 .....	82
<b>Gráfico 35</b>	Acero vertical en muros tipo m4.....	84
<b>Gráfico 36</b>	Diseño de losa de fondo .....	85
<b>Gráfico 37</b>	Resumen de presupuesto.....	86
<b>Gráfico 38</b>	Ciclo hidrológico .....	88
<b>Gráfico 39</b>	Ciclo hidrológico .....	89
<b>Gráfico 40</b>	Modelamiento estructural.....	98
<b>Gráfico 40</b>	Diagramas de momentos 3d.....	99
<b>Gráfico 42</b>	Plano de tanque.....	102

### 5.3. Índice de Tablas

<b>TABLA N° 1</b>	Cuadro de resumen .....	21
<b>TABLA N° 2</b>	Resultado de Ensayos de Laboratorio .....	28
<b>TABLA N° 3</b>	Criterios de Estandarización de Componentes Hidráulicos .....	31
<b>TABLA N° 4</b>	Datos de diseño.....	41
<b>TABLA N° 5</b>	Caudal de diseño.....	41
<b>TABLA N° 6</b>	Datos obtenidos de SOFTWARE WATERCAD .....	43
<b>TABLA N° 7</b>	Cuadro de presiones línea de conducción.....	44
<b>TABLA N° 8</b>	Periodos de diseño de infraestructura sanitaria.....	47

<b>TABLA N° 9</b> Caudales de diseño .....	48
--------------------------------------------	----

#### **5.4. Índice de Fotografías**

<b>Fotografía 1</b> Desarenador inoperable .....	112
<b>Fotografía 2</b> Captación de una Acequia .....	112
<b>Fotografía 3</b> Entrada de agua al desarenador .....	113
<b>Fotografía 4</b> Desarenador inoperable .....	113
<b>Fotografía 5</b> Estado deteriorable del desarenador .....	114
<b>Fotografía 6</b> Estado deteriorable del reservorio.....	114
<b>Fotografía 7</b> Filtración del reservorio .....	115
<b>Fotografía 8</b> Estado deteriorable de la aducción .....	115
<b>Fotografía 9</b> Estado deteriorable de las válvulas.....	116
<b>Fotografía 10</b> Estado deteriorable de las válvulas.....	116
<b>Fotografía 11</b> Estado de las redes primarias .....	117
<b>Fotografía 12</b> Estado de las conexiones.....	117
<b>Fotografía 13</b> Levantamiento topográfico .....	118
<b>Fotografía 14</b> Vista panorámica del sector de intervención .....	118
<b>Fotografía 15</b> Excavación de zanjas para red de agua.....	119
<b>Fotografía 11</b> Construcción de buzones .....	119
<b>Fotografía 11</b> Material para cama de apoyo .....	120
<b>Fotografía 11</b> Instalación de tubería .....	120
<b>Fotografía 11</b> Encofrado de buzones.....	121
<b>Fotografía 11</b> Preparado de mezcla para concreto .....	121
<b>Fotografía 11</b> Maquinaria utilizada en obra .....	122

## CAPITULO VI

### ANEXOS

#### ANEXO 1 – Costo total de la investigación e instalación del proyecto piloto

<i>Resumen del Presupuesto</i>		
<i>Proyecto</i>	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE CAHUANA, DISTRITO DE ALCA, PROVINCIA DE LA UNION - AREQUIPA	
<i>Cliente</i>	MUNICIPALIDAD DE ALCA	
<i>Departamento</i>	AREQUIPA	
<i>Provincia</i>	LA UNION	
<i>Distrito</i>	ALCA	<i>Costo a :</i> Setiembre - 2020
<i>Item</i>	<i>Descripción Sub presupuesto</i>	<i>Costo Directo</i>
01	SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE CAHUANA	2,883,814.04
02	PLAN DE COMUNICACION Y EDUCACION SANITARIA	25,125.76
03	PLAN DE CAPACITACION PARA LA GESTION DEL SERVICIO	12,629.57
04	PLAN DE MITIGACION Y MANEJO AMBIENTAL	22,457.63
05	ACCIONES PARA PREVENCION DEL COVID-19	68,757.93
<b>SUB TOTAL COSTO DIRECTO</b>		<b>3,012,784.93</b>
	<b>Mano de Obra</b>	1,293,975.65
	<b>Materiales</b>	1,078,611.43
	<b>Equipo</b>	640,197.85
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>3,012,784.93</b>
	GA STOS GENERALES	17.30 % 521,237.52
	UTILIDAD	8 % 241,022.79
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>3,775,045.24</b>
	IGV.	18 % 679,508.14
	<b>COSTO TOTAL DE EJECUCION DE OBRA</b>	<b>4,454,553.38</b>
	GA STOS DE SUPERVISION	7.90 % 352,056.35
	GA STO DE LIQUIDACION	0.88 % 39,019.91
	GA STO DE GESTION DE RIESGO	0.81 % 36,000.00
	GA STOS DE GESTION DE PROYECTO	5.44 % 242,456.22
	<b>COSTO TOTAL DE PROYECTO</b>	<b>6,124,086.88</b>
<i>Son : CINCO MILLONES CIENTO VEINTICUATRO MIL OCHENTA Y CINCO CON 86/100 SOLES</i>		

## ANEXO 2 – Imágenes de las zonas donde se desarrollará el proyecto

**Fotografía 1**  
*Desarenador inoperable*



**Fotografía 2**  
*Captación de una Acequia*



**Fotografía 3**  
*Entrada de agua al desarenador*



**Fotografía 4**  
*Desarenador inoperable*



**Fotografía 5**

*Estado deteriorable del desarenador*



**Fotografía 6**

*Estado deteriorable del reservorio*



**Fotografía 7**  
*Filtración del reservorio*



**Fotografía 8**  
*Estado deteriorable de la aducción*



**Fotografía 9**

*Estado deteriorable de las válvulas*



**Fotografía 10**

*Estado deteriorable de las válvulas*



**Fotografía 11**  
*Estado de las redes primarias*



**Fotografía 12**  
*Estado de las conexiones*



**Fotografía 13**  
*Levantamiento topográfico*



**Fotografía 14**  
*Vista panorámica del sector de intervención*



## PROCESO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

### Fotografía 15

*Excavación de zanjas para red de agua*



### Fotografía 16

*Construcción de buzones*



**Fotografía 17**  
*Material para cama de apoyo*



**Fotografía 18**  
*Instalación de tubería*



**Fotografía 19**  
*Encofrado de buzones*



**Fotografía 20**  
*Preparado de mezcla para concreto*



**Fotografía 21**  
*Maquinaria utilizada en obra*

