

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE DEL CASERÍO DE LA HACIENDA – DISTRITO DE SANTA  
ROSA – PROVINCIA DE JAÉN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**

---

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

Línea de investigación: sistema de abastecimiento de agua potable.

**AUTOR:**

Br. Poma Vilca Viviana Aracely Marilú

Br. Soto Quiñones Jonatan Micael

**ASESOR:**

Msc. Ing. Ricardo Andrés Narváez Aranda

**TRUJILLO - PERÚ**

**2016**

# ACREDITACIONES

TÍTULO: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE LA HACIENDA – DISTRITO DE SANTA ROSA – PROVINCIA DE JAEN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”

AUTOR (ES):

Br. Poma Vilca Viviana Aracely Marilú

Br. Soto Quiñones Jonatan Micael

APROBADO POR:

---

Ing. Felix Gilberto, Perrigo Sarmiento  
PRESIDENTE  
N° CIP 29401

---

Ing. Oswaldo Hurtado Zamora  
SECRETARIO  
N° CIP 63712

---

Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento  
VOCAL  
N° CIP 82596

---

Ing. Ricardo Andrés, Narvaez Aranda  
ASESOR  
N° CIP 58776

# PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación Titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO DE LA HACIENDA – DISTRITO DE SANTA ROSA – PROVINCIA DE JAEN - DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen, excusándonos de antemano de los posibles errores involuntarios cometidos en el desarrollo del mismo.

Trujillo, 16 de Julio de 2016.

---

Br. Poma Vilca Viviana Aracely Marilú

---

Br. Soto Quiñones Jonatan Micael

# **DEDICATORIA**

A DIOS por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.

A mis padres José y Marilú por ser el pilar fundamental en todo lo que soy y por su incondicional apoyo mantenido a través del tiempo.

**Viviana Aracely Marilú Poma Vilca**

A Dios quién supo guiarme por el buen camino ya que sin su voluntad nada se hubiera hecho. Y a mis padres, ANA & EMILIO y a mi Hermana RUTH, por darme su apoyo incondicional.

**Jonatan Micael Soto Quiñones**

# **AGRADECIMIENTO**

Nuestro Reconocimiento y gratitud muy especial a nuestro asesor: Ing. Ricardo Andrés Narvaez Aranda, por su acertado y oportuno asesoramiento para la cristalización de la presente tesis.

## **RESUMEN**

El desarrollo de la presente tesis, plantea una alternativa de solución ante el déficit actual para satisfacer la demanda elemental de agua potable en el caserío La Hacienda, para los próximos 20 años.

En la actualidad el caserío La Hacienda , distrito Santa Rosa, provincia de Jaén , departamento de Cajamarca , carece de un servicio ineficiente al igual que el resto de los caseríos que comprende ese distrito , convirtiéndose esto en un foco de contaminación latente para la población, por lo que con el presente proyecto diseñamos un sistema de abastecimiento de agua potable el cual tras su futura ejecución garantizara la salubridad de la población.

Este diseño del proyecto constará de línea de aducción, línea de conducción, instalaciones domiciliarias para agua potable y un reservorio de 15 m<sup>3</sup>; también se implementó el componente de capacitación y concientización hacia la población beneficiaria, con lo que se disminuirá el riesgo de contaminación y mejora en la calidad de vida de los pobladores de esta zona.

Se ha realizado un estudio de impacto ambiental para determinar los impactos negativos con sus respectivas mitigaciones en la construcción del proyecto.

El periodo de diseño, población de diseño, dotaciones, variaciones de consumo, caudal promedio, caudal máximo diario y caudal máximo horario, ha sido calculado teniendo en cuenta la normatividad vigente. Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se utilizó el método de hacen Williams para cálculo de las demandas horarias.

Se utiliza el programa CivilCad 2011 para realizar el modelamiento de la red de agua potable.

Se utiliza el programa WaterCAD v.8 para realizar el modelamiento de la red de agua potable.

## **Abstract**

The development of this dissertation, poses an alternative solution to the current shortfall to meet the demand of elemental drinking water in the village of La Hacienda, for the next 20 years.

At present the village of La Hacienda, Santa Rosa district, province of Ja, department of Cajamarca, lacks an inefficient service like the rest of the villages that understands that district, making this in a latent source of contamination for the population, so that with the present draft we designed a potable water supply system which after its future implementation to ensure the health of the population.

This design of the project will consist of line of adduction, driving line, residential facilities for drinking water and a reservoir of 15 m<sup>3</sup>; was also implemented the training component and awareness toward the beneficiary population, which will reduce the risk of contamination and improvement in the quality of life of the inhabitants of this area.

There has been an environmental impact study to determine the negative impacts with their respective mitigations in the construction of the project.

The period of design, design population, endowments, variations of consumption, average flow, maximum daily flow and maximum flow schedule, has been calculated taking into account the regulations in force. National regulation of buildings.

It was used the method of make Williams to calculation of the hourly demands. The program is used to perform the 2011 CivilCad modeling of the drinking water network. The program is used WaterCAD v.8 to perform modeling of the drinking water network.

## INDICE GENERAL

ACREDITACIONES .....	i
PRESENTACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
RESUMEN .....	v
Abstract .....	vi
INDICE DE TABLAS .....	ix
INDICE DE FIGURAS .....	x

## INDICE

### CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN .....	2
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2. Características y análisis del problema .....	5
1.3. Formulación del Problema .....	9
1.4. Formulación de la Hipótesis .....	9
1.5. Objetivos del estudio.....	9
1.5.1. Objetivo General.....	9
1.5.2. Objetivo Especifico.....	9
1.6. Justificación del Estudio .....	10
1.7. Limitaciones del estudio. ....	11

### CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Bases teóricas .....	16
2.2.1. Fundamentación teórica de la Hidráulica de Tuberías.....	16



2.2.3. Fundamentación teóricas de la aplicación de la Ingeniería Hidráulica .....	26
2.3. Definición de términos.....	44
<b>CAPITULO III</b>	
3. MATERIAL Y MÉTODOS .....	49
3.1. Material.....	49
3.1.1 Población.....	49
3.1.2. Muestra .....	49
3.1.3. Unidad de Análisis.....	49
3.2. Método.....	49
3.2.2. Diseño de Investigación.....	50
3.2.3. Variables de estudio y operacionalización.....	51
3.2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	52
3.2.5. Técnicas de Procesamiento de datos .....	53
3.2.6. Técnicas de análisis de datos.....	54
<b>CAPITULO IV</b>	
4. RESULTADOS .....	67
<b>CAPITULO V</b>	
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	91
<b>CAPITULO VI</b>	
6. CONCLUSIONES .....	93
<b>CAPITULO VII</b>	
7. RECOMENDACIONES .....	96
<b>CAPITULO VIII</b>	
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
ANEXOS.....	100

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipo de Flujo .....	17
Tabla 2. Flujo Volumétrico Comunes .....	18
Tabla 3. Coeficiente de Hezen – Willian Ch .....	24
Tabla 4. Clases de Tubería PVC y máxima presión de trabajo .....	31
Tabla 5. Periodo de Diseño Según la Cantidad de Población .....	34
Tabla 6. Viviendas Ocupadas .....	35
Tabla 7. Censo Caserío La Hacienda .....	35
Tabla 8. Zona Urbana.....	40
Tabla 9. Clasificación de Consumo por Región .....	40
Tabla 10. Dotación Según Población y Clima.....	40
Tabla 11. Dotación por Número de Habitantes .....	41
Tabla 12. Valores recomendados por el R.N.C. para K2, Según la cantidad de población que presenta la Zona en estudio.....	42
Tabla 13. Características del Programa WATERCAD .....	43
Tabla 14. Operacionalizacion de las Variables .....	51
Tabla 15. Clasificación Unificada de Suelos (S.U.C.S).....	59
Tabla 16. Matriz Para la determinación de los componentes ambiental afectados por un proyecto.....	65
Tabla 17. Características de Tuberías .....	84
Tabla 18. Características de Nudos.....	84
Tabla 19. Resumen del Calculo Hidráulico.....	85

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Vista Panorámica del Caserío La Hacienda. ....	3
Figura 2. Mapa del Distrito de Santa Rosa.....	4
Figura 3. Exteriores de Cámara Colectora (Vista de Planta) .....	6
Figura 4. Exterior de Cámara Colectora (Vista de Perfil).....	6
Figura 5. Exterior de Reservorio. ....	7
Figura 6. Tubería en la Superficie Terrestre.....	8
Figura 7. Caños y Almacenamiento de agua .....	8
Figura 8. Quebrada Condauid.....	10
Figura 9. Porción de un sistema de Distribución de Flujo en el que hay variaciones de Velocidad presión y elevación.....	19
Figura 10. Carga de Presión, Carga de Elevación Carga de Velocidad y Carga Total.....	21
Figura 11. Tipo de Reservorio .....	29
Figura 12. Carga Estática y Dinámica de la Línea de Conducción .....	30
Figura 13. Presión de trabajo para diferentes Clases de Tubería de PVC .....	31
Figura 14. Levantamiento Topográfico.....	56
Figura 15. Calicata 1.20 cm.....	57
Figura 16. Inicio del Solware WaterCad.....	77
Figura 17. Configuración de las Unidades en el WaterCAD .....	77
Figura 18. Tramo de Línea de Aducción.....	78
Figura 19. Tramo de Red de Distribución parte 1 .....	78
Figura 20. Tramo de Distribución parte 2 .....	79
Figura 21. Tramo de Distribución de Red de Distribución parte 3 .....	79
Figura 22. Tramo General de Red de Distribución y Línea de Aducción.....	80
Figura 23. Datos de Longitud, Diámetros de Tubería .....	80
Figura 24. Datos de Demanda en los nudos .....	81
Figura 25. Datos de Reservorio, Elevación.....	82
Figura 26. Procesos de Datos para verificar la Velocidad como Presiones .....	82
Figura 27. Calculo Hidráulico .....	83
Figura 28. Calicata a una Profundidad de 1.20 cm.....	86
Figura 29. Calicata Terminada a 1.20 cm .....	86



# CAPITULO I

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad problemática**

Debido a los cambios climatológicos, en el caserío La Hacienda -Distrito de Santa Rosa-Provincia de Jaén –Departamento de Cajamarca, el agua de lluvia que recarga el acuífero Manantial Luciana se ha quedado significativamente corta con respecto a la cantidad que se extrae.

El caserío La Hacienda cuenta con agua entubada desde el año 2007, proyecto realizado por la Municipalidad Distrital de Santa Rosa, el cual desde la creación del servicio hasta la fecha no presenta ningún mantenimiento, tanto la cámara colectora como el reservorio se encuentran en pésimas condiciones con insectos (arañas y alacrán) y arena.

Los investigadores observaron que el reservorio cuenta con un nivel de altura de 8 cm. de agua, es por tal que el comité suministra el agua en el intervalo de 1 hora dejando un día, tanto a la parte alta como baja. Cabe indicar que la escasa agua y el bajo caudal del Manantial Luciana esta generando insatisfacción entre los pobladores del caserío, ya que el agua distribuida a cada uno de sus domicilios no cubre las necesidades básicas de ellos.

Este proyecto es una propuesta de mejora a las necesidades que presenta el Caserío La Hacienda, entre ellas el suministro adecuado del servicio de agua potable.

## Delimitación del problema

- **Ubicación Geográfica.**

Caserío : La Hacienda

Distrito : Santa Rosa

Provincia : Jaén

Departamento : Cajamarca

El Caserío La Hacienda está a 1200 m.s.n.m. (Figura 1) se encuentran ubicado en el Distrito de Santa Rosa, espacialmente está ubicado en el extremo noreste de la provincia de Jaén en los pisos bajos del flanco oriental de la Cadena Central de los Andes del Norte del Perú, entre las siguientes coordenadas geográficas: 5° 21' y 30'' de latitud Sur y 78° 5' de Longitud Occidental.



**Figura 1. Vista Panorámica del Caserío La Hacienda.**

*Fuente: Investigadores*

El espacio geográfico del distrito de Santa Rosa tiene los siguientes límites (Figura 2):

- ✓ Norte: Con el distrito de Huarango de la provincia de San Ignacio.
- ✓ Sur: Con el distrito de Bellavista.
- ✓ Oeste: Con el distrito de Bellavista.
- ✓ Este : Con el distrito de Aramango de la provincia de Bagua – Amazonas

Límites

Por el Oeste tiene como línea divisoria el río Chinchipe y por el Este tiene como línea divisoria el río Marañón.



**Figura 2. Mapa del Distrito de Santa Rosa.**

*Fuente: Blog de la Municipalidad Santa Rosa*

Para nuestro proyecto determinamos las características topográficas, y ubicación de viviendas en las cuales se va hacer el abastecimiento de agua potable de acuerdo a la población futura.

Nuestro proyecto se realizó en dos etapas:

- Recaudación de datos se realizó durante el mes de abril del 2016.
- Procesamiento de análisis de datos se realizó entre los meses de Mayo y Junio del 2016.

Nuestras variables son:

- Características de topografía.
- Variación de población.
- Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.



## 1.2. Características y análisis del problema

### ➤ Deficiencia en el sistema de abastecimiento de agua existente.

El caserío La Hacienda cuenta con el servicio de agua entubada desde el año 2007, proyecto realizado por la Municipalidad Distrital Santa Rosa.

Según lo observado por los investigadores, las estructuras de este sistema están totalmente deterioradas y según declaraciones del Sr. Elmer Vásquez Álvarez (Jefe de la ronda campesina) desde su creación hasta la fecha no han tenido mantenimiento alguno.

Referencia:

Blog de la Municipalidad Distrital de Santa Rosa.

### ➤ Escases de agua del Manantial Luciana.

Según entrevistas realizadas al Sr. Elmer Vásquez Álvarez (Jefe de la ronda campesina) declaro, que debido a los cambios climatológicos en el caserío La Hacienda el agua de lluvia que recarga el acuífero Manantial Luciana se ha quedado significativamente corta con respecto a la cantidad que se extrae, generando insatisfacción entre los pobladores del caserío, llegando al extremo de consumir agua de acequias que no son aptas para el consumo humano.

De no solucionar este problema se mantendría una estadística elevada de enfermedades gastrointestinales y alergias, especialmente en niños y ancianos.

Según información del Centro de Salud del Distrito Santa Rosa, el 60% de niños y 35% de ancianos han sido afectados por la mala calidad de agua.

➤ **La cámara colectora está en mal estado.**

Los investigadores encontraron que la estructura de la cámara colectora donde se resume el agua está en mal estado y en su interior existe la presencia de insectos (arañas y alacranes) y arena. (Figura 3), (Figura 4).

Según declaraciones del Sr. Elmer Vásquez Álvarez (Jefe de Ronda Campesina) revelo que desde la creación del servicio hasta la fecha no ha recibido ningún tipo de mantenimiento.



**Figura 3. Exteriores de Cámara Colectora (Vista de Planta)**

*Fuente: Investigadores*



**Figura 4. Exterior de Cámara Colectora (Vista de Perfil)**

*Fuente: Investigadores*

➤ **El reservorio se encuentra en muy mal estado.**

Los investigadores observaron que el reservorio tiene almacenando muy poca cantidad de agua con un nivel de altura de 8 centímetros.

Tiene el tubo de ventilación roto y en su interior hay insectos, a la vez el Sr. Elmer Vásquez Álvarez (Jefe de Ronda Campesina) declaro que desde su creación hasta la fecha no ha recibido ningún mantenimiento. (Figura 5).



**Figura 5. Exterior de Reservorio.**

*Fuente: Investigadores*

➤ **Tuberías por encima de la superficie.**

Según entrevista al Sr. Elmer Vásquez Álvarez (Jefe de Ronda Campesina) declaro, que en la mayor parte de las viviendas el tendido de tuberías se encuentran en la superficie (Figura 6), en muchos de los casos al no ser prevenidos y enterrarlo como norma el Reglamento Nacional de Edificaciones se han producido fugas de agua, en otros casos han sido repuestas en repetidas veces ya que han envejecido en poco tiempo debido a los factores ambientales.





**Figura 6. Tubería en la Superficie Terrestre**

*Fuente: Investigadores*

➤ **Depósitos de almacenamiento de agua de cada domicilio están en mal estado**

Los investigadores observaron que los pobladores almacenan su agua en un depósito de concreto pulido, los cuales son cubiertos con madera y/o plásticos, para así ser utilizadas en los días que no tiene el servicio del agua. Sus griferías también se encuentran en pésimo estado (Figura 7).



**Figura 7. Caños y Almacenamiento de agua**

*Fuente: Investigadores*

### **1.3. Formulación del Problema**

¿Cuál es el mejor sistema de captación y distribución de agua potable para satisfacer la demanda de los pobladores del Caserío de la Hacienda, Distrito de Santa Rosa – Provincia de Jaén – Departamento de Cajamarca?

### **1.4. Formulación de la Hipótesis**

Con el sistema de tuberías planteado desde la captación, conducción y distribución de agua potable satisficiera la demanda de los pobladores del Caserío de La Hacienda – Distrito de Santa Rosa- Provincia de Jaén – Departamento de Cajamarca.

### **1.5. Objetivos del estudio**

#### **1.5.1. Objetivo General**

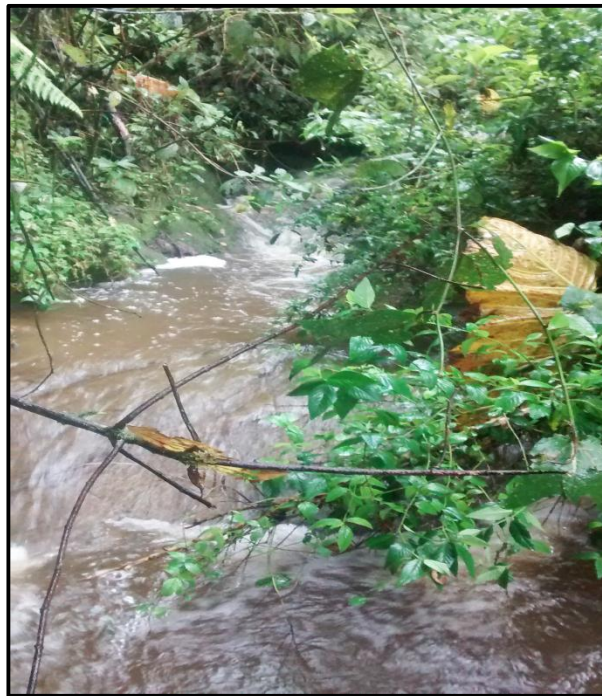
Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, del Caserío de La Hacienda – Distrito de Santa Rosa–Provincia Jaén– Departamento de Cajamarca.

#### **1.5.2. Objetivo Especifico**

- Realizar los estudios de ingeniería: topografía y mecánica de suelos.
- Diseño del sistema de abastecimiento de agua
  - Diseño hidráulico de la línea de conducción
  - Calcular el volumen del reservorio.
  - Diseño de la línea de aducción y red de distribución.
  - Estudio básico de impacto ambiental.

## 1.6. Justificación del Estudio

Debido a la escases de agua en el Manantial Luciana, la falta de saneamiento del agua sustraída y el mal estado de las estructuras del sistema de abastecimiento de agua entubada (Figura 04) (Figura 05) (Figura 07), es que proponemos un proyecto que consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para los pobladores del caserío La Hacienda con el cual se lograría la disminución de uno de sus principales problemas que presenta dicho caserío. Cabe indicar que la captación se hará de la quebrada Condauid, ya que durante todo el año tiene buena cantidad de caudal. (Figura 8)



**Figura 8. Quebrada Condauid**

*Fuente: Investigadores*

Este diseño contempla un estudio hidráulico detallado, adaptado a los criterios de ingeniería, optando por la mejor alternativa y garantizando un adecuado almacenamiento y distribución del agua, por lo tanto es necesario evaluar cada una de las variables que intervengan en el funcionamiento del sistema en el momento en el que se presenten fallas en la prestación de servicio.

En concordancia con la normatividad vigente, el agua captada puede ser reutilizada para el riego local y para los diferentes centros poblados del Distrito Santa Rosa por un período útil de servicio de 20 años, mejorando tanto el progreso económico como social del caserío.

#### **1.7. Limitaciones del estudio.**

Por la ubicación de la zona que es alejada a la ciudad por lo accidentado y características topografía.

La municipalidad no cuenta con información relevante para nuestra elaboración de nuestro estudio, debiendo a recurrir nuestras propias encuestas.

# **CAPITULO II**



## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### • Antecedentes Internacionales.

Alvarado, P (2013) en su tesis “*Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio san Vicente, Parroquia Nambacola, Canton, Gonzanama*” en la universidad Técnica Particular de Loja. Se propuso como objetivos, Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, Provincia de Loja. Y Calcular y establecer criterios de diseño para el sistema de agua potable, Analizar física, química y bacteriológicamente el agua de la captación y aforar la fuente de abastecimiento. Su estudio concluyo que, Con el buen uso y mantenimiento adecuado del proyecto, se beneficiará a las futuras generaciones. La línea de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable se diseñó con tubería de Poli cloruro de vinilo (PVC) de diámetro de 1” (32 mm), la velocidad se encuentra en el rango recomendados por la normativa ecuatoriana de 0.45 – 2.5 m/s. El aporte principal al trabajo de investigación, es que al construirse la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector.

Batres, J. y Flores, D. (2012). En su tesis “*Rediseño del sistema de abasteciendo de Agua potable y Diseño del Alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de san Luis del Carmen, departamento de Chatemango*” en la Universidad del Salvador. Se propuso como objetivos, Realizar los estudios necesarios para el diseño de la red de abastecimiento de agua potable, de la red de alcantarillado sanitario y aguas lluvias de la zona urbana del municipio de San Luis del Carmen, Diseñar las obras necesarias en base a los estudios realizados para un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable que brinde un mejor servicio a la población del municipio.

El estudio concluyo. La obra de captación existente debe ser mejorada, por lo que se debe realizar limpieza general al predio donde se encuentran las cajas,

incluyendo el interior de las captaciones y tuberías que conectan entre ellas, resanes a las estructuras de las captaciones, cerco perimetral, entre otras evitar el ingreso de agentes contaminantes al agua; además de reforestar los terrenos aguas arriba y protegerlos evitando el uso de cualquier tipo de pesticidas o herbicidas. Del mismo modo se recomienda preservar con pintura las estructuras existentes y dotar las cajas de visita de tapaderas sanitarias que impidan el ingreso de cualquier contaminante. El Aporte principal de la investigación, La determinación de la Intensidad de diseño se hizo para un periodo de retorno de 25 años, ya que el proyecto se encuentra en la zona rural de nuestro país; la inversión que se hará se proyecta que sea la más necesaria, es por esto que se determinó un periodo lo suficientemente grande para no incurrir al rediseño del sistema de drenaje de aguas lluvias.

• **Antecedentes Nacionales.**

Meza, J. (2010) en su tesis *“Diseño de un agua potable para la comunidad nativa de tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso”* en la universidad católica del Perú. Se propuso como objetivos, el presente trabajo es presentar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en una comunidad nativa de la selva del Perú. Esta comunidad no cuenta con los servicios básicos, siendo una comunidad que sufre extrema pobreza. El difícil acceso a la comunidad debido a la falta de vías de comunicación, eleva la inversión que se requiere para infraestructura en la zona. Para fines del diseño, se analizó diferentes alternativas, aquí se presenta los resultados de dos de ellas, incluido el análisis de costos, que toma en cuenta la condición de difícil acceso físico. Su estudio concluyo, El diseño hidráulico y el análisis de costos aportan a la evaluación de la factibilidad técnico-económica de sistemas de agua potable en el ámbito rural y al objetivo de reducir la brecha en infraestructura en el país. Sumergibles de capacidad de succión e impulsión mayores a 15 m<sup>3</sup>/día. El aporte principal de la investigación, que los diseños pequeños de envergadura similar al del presente trabajo; de presupuesto escaso

para poblaciones rurales, el asumir  $1\text{kg}/\text{cm}^2$  se ha hecho usual por los ingenieros dedicados a la consultoría.

- **Antecedes Locales.**

Zapata, L. (2014) en su tesis *“diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas para abastecimiento de agua potable en flujo permanente y aplicación al centro poblado campanita ubicado en san José Pacasmayo – la libertad”*. En la universidad Privada Antenor Orrego. Se propuso como objetivos Diseñar en forma óptima de redes cerradas de tuberías presurizadas para abastecimiento de agua potable, Plantear metodología para el diseño óptimo de redes cerradas de tuberías presurizadas. El estudio concluyo en cualquier esquema de red cerrada de tuberías presurizadas de distribución de agua el número de incógnitas es igual al número de tramos tuberías (P) entre el total de nudos (N) que la forman. Las incógnitas podrían ser el caudal (Q) en tuberías o las pérdidas de carga (hf) en estas. Si se considera a la perdida de carga en tuberías como variable incógnita en el cálculo, las ecuaciones de la red se convierten en un conjunto de  $P - (N - \lambda)$  ecuaciones lineales con respecto a la perdida de carga y un conjunto de  $(N - \lambda)$  ecuaciones de continuidad no lineales con respecto a perdida de carga en tuberías. El aporte principal del proyecto es Para el cálculo de las pérdidas de energía debidas al esfuerzo cortante, se utiliza la ecuación de Darcy – Weibasch porque toma en cuenta en la estimación del factor de fricción, la rugosidad equivalente, la viscosidad cinemática, la velocidad del flujo y el diámetro de la tubería; es decir, variables hidrodinámicas que permiten un cálculo más apegado a las condiciones reales de funcionamiento.

Jara, L. y Santos K. (2014) en la tesis *“Diseño de Abastecimiento de agua potable y el Diseño de Alcantarillado de las localidades: El calvario y rincón de pampa grande del distrito de Curgos-la Libertad”* en la Universidad Privada Antenor Orrego. Se propusieron como objetivos, Realizar el diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: el calvario y el rincón de pampa grande, distrito de Curgos - la libertad, Realizar el

Levantamiento Topográfico en la zona de Estudio, Realizar el Diseño de la Línea de Conducción del Sistema de Agua Potable aplicando un software especializado (Loop). El estudio concluye, La topografía de la zona de estudio es accidentada. Se realizó el Estudio del Proyecto de Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de los Caseríos de Pampa Grande y el Calvario, del Distrito de Curgos, Departamento La Libertad, Obteniendo los diámetros a usar en Conducción, Aducción y matrices del agua potable de 4", Clase A-7.5 y para el Alcantarillado Tubería de Ø 6". El aporte principal del proyecto Las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del programa Watercad.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Fundamentación teórica de la Hidráulica de Tuberías.**

#### **2.2.2.1.1. La tasa de flujo de un fluido y la ecuación de continuidad**

*Según Mott R. (2006, P 154)* La cantidad de fluido que pasa por un sistema por unidad de tiempo puede expresarse por medio de tres términos distintos:

- Q: El flujo volumétrico es el volumen de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo.
- W: El flujo en peso es el peso del fluido que circula en una sección por unidad de tiempo.
- M: El flujo másico es la masa de fluido que circula en una sección por unidad de tiempo.

El flujo volumétrico Q es el más importante de los tres, y se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q = A_v \quad (1)$$

Donde A es el área de la sección y v es la velocidad promedio del flujo .Al consultar el SI , obtenemos las unidades de Q del modo siguiente

$$Q = A_v = m^2 \times m/s = m^3/s$$

**Tabla 1. Tipo de Flujo**

Simbolo	Nombre	Definicion	Unidades del SI	Unidades del sistema de E.C
<b>Q</b>	Flujo volumetrico	$Q=A_v$	$m^3/s$	$m^3/s$
<b>W</b>	Flujo en peso	$W = \gamma Q$ $W = \gamma A_v$	$N/s$	$lb/s$
<b>M</b>	Flujo masivo	$M= \rho Q$ $M= \rho A_v$	$kg/s$	$slugs/s$

Fuente: Hott R. (2006, P155)

El flujo en peso se relaciona con **Q** por medio de la ecuación

$$W = \gamma Q \quad (2)$$

Donde  $\gamma$  es el peso específico del fluido .Entonces, las unidades de W son

$$W = \gamma Q = N/m^3 \times m^3/s = N/s$$

El flujo másico M se relaciona con **Q** por medio de la ecuación

$$M= \rho Q \quad (3)$$

Donde  $\rho$  es la densidad del fluido .Así, las unidades de M son

$$M = \rho Q = kg/m^3 \times m^3/s = kg/s$$

En la Tabla 1 resumimos estos tres tipos de flujo de fluidos y presentamos las unidades estándar en el SI y en el Sistema Tradicional de Estados Unidos .Debido a que los metros cúbicos por segundo y los pies cúbicos por segundo son flujos enormes, es frecuente que se manejen otras unidades como litros por minuto

(L/min), m<sup>3</sup>/h y galones por minuto (gal/min o gpm; en esta tesis manejaremos gal/min). Veamos algunos factores de conversión útiles:

$$1.0 \text{ L/min} = 0.06 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1.0 \text{ m}^3/\text{s} = 60\,000 \text{ L/min}$$

$$1.0 \text{ gal/min} = 3.785 \text{ L/min}$$

$$1.0 \text{ gal/min} = 0.2271 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$1.0 \text{ pie}^3/\text{s} = 449 \text{ gal/min}$$

En la Tabla 2. Listamos las tasas comunes de flujo volumétrico para distintas clases de sistema.

**Tabla 2. Flujo Volumétrico Comunes**

Flujo Volumétrico. volum. M <sup>3</sup> /h                  L/min		Flujo (gal/min)
0.9 – 7.5	15 - 125	Bombas reciprocas que manejan fluidos pesados y compuestos ocuosos de lodo.
0.60 – 6.0	10 – 100	Sistemas hidráulicos de aceites industriales
6.0 – 36	100 – 600	Sistema hidráulico para equipos móviles
2.4 – 270	40 – 4500	Bombas centrifugas en procesos químicos
12 – 240	200 – 4000	Bombas para control de flujo y drenaje
2.4 – 900	40 – 15000	Bombas centrifugas para manejar desechos de minería
108 – 370	1800 – 9500	Bombas centrifugas de sistemas contra incendios

Fuente: Mott R. (2006, P 155)

### 2.2.2.1.2. Ecuación de continuidad para cualquier fluido

El método de cálculo de la velocidad de flujo en un sistema de ductos cerrados depende del principio de continuidad. Considere el ducto de la Figura 1. Un fluido circula con un flujo volumétrico constante de la sección 1 a la sección 2. Es decir, la cantidad de fluido que circula a través de cualquier sección en cierta cantidad de tiempo es constante. Esto se conoce como flujo estable. Por ello, si entre las secciones 1 y 2 no se agrega fluido ni se almacena o retira, entonces la masa de fluido que circula por la sección 2 en cierta cantidad de tiempo debe ser similar a la que circula por la sección 1.

Esto se expresa en términos del flujo másico así:

$$M_1/M_2$$

o bien , debido a que  $M= \rho Av$  , tenemos :

$$\rho_1 A_1 v_1 = \rho_2 A_2 v_2 \quad (4)$$

La ecuación (4) es el enunciado matemático del principio de continuidad y se le denomina ecuación de continuidad .Se utiliza para relacionar la densidad de fluido.

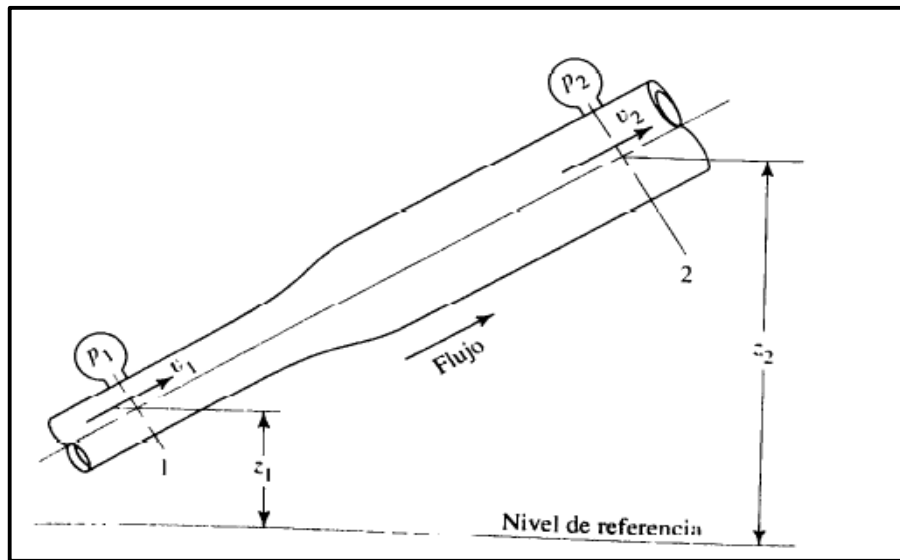


Figura 9. Porción de un sistema de Distribución de Flujo en el que hay variaciones de Velocidad presión y elevación

Fuente: Mott R. (2006, P156)

### 2.2.2.1.3. Ecuación de continuidad para líquidos

El área de flujo y la velocidad de este en dos secciones del sistema donde existe flujo estable .Es válido para todos los fluidos, ya sean gases o líquidos.

Si el fluido en el tubo de la Figura 9es un líquido incomprensible, entonces los términos  $p_1$  y  $p_2$  de la ecuación (4) son iguales .Así, la ecuación se convierte en

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (5)$$

O bien, debido a que  $Q=A_v$

$$Q_1 = Q_2$$

La ecuación (5) es de continuidad tal como se aplica a los líquidos; enuncia que para un flujo volumétrico es el mismo en cualquier sección. También se emplea

para gases a velocidad baja, es decir a menos de 100 m/s, con mínimo margen de error.

#### 2.2.2.1.4. Ecuación de Bernoulli

Según Mott R. (2006, P 165) “Cada término de la ecuación de Bernoulli, ecuación (6), resulta de dividir una expresión de la energía entre el peso de un elemento del fluido. Por lo anterior”.

***Cada termino de Bernoulli es una forma de la energía q posee el fluido por unidad de peso del fluido que se mueve en el sistema.***

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad (6)$$

La unidad de cada término es energía por unidad de peso. El sistema SI las unidades son N·m/N, y en el Sistema Tradicional de Estados Unidos son lb·pie/lb. Sin embargo, observe que la unidad de fuerza (o peso) aparece tanto en el numerador como en el denominador, y por ello puede cancelarse. La unidad resultante es tan solo el metro (m) o el pie, y se interpreta como una altura, en alusión a una altura sobre un nivel de referencia. En específico.

$p/\gamma$  Es la carga de presión.

$z$  es la carga de elevación.

$v^2/2g$  Es la carga de velocidad.

A la suma de estos tres se les denomina carga total.

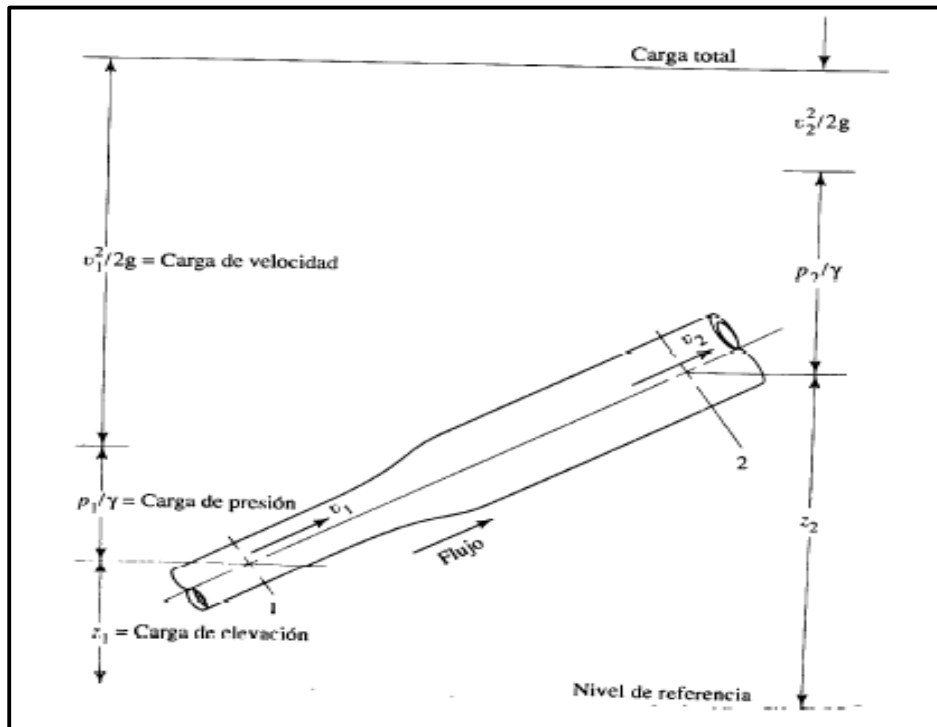
Debido a que cada término de la ecuación de Bernoulli representa una altura un diagrama similar al que se muestra en la figura (10) ayuda visualizar la relación entre los tres tipos de energía. Conforme el fluido se mueve del punto 1 al 2, la magnitud de cada término puede cambiar su valor. Sin embargo, si el fluido no pierde o gana energía, la carga total pertenece a un nivel constante. La ecuación de Bernoulli se utiliza para determina los valores de carga de presión, carga de elevación y cambia de la carga de velocidad, conforme el fluido circula a través del sistema.



En la figura (10) observamos que la carga de velocidad en la sección 2 será menor que en la sección 1. Esto se demuestra por medio de la ecuación de continuidad.

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = v_1(A_1/A_2)$$



**Figura 10. Carga de Presión, Carga de Elevación Carga de Velocidad y Carga Total**  
 Fuente: Mott R. (2006, P168)

Debido a que  $A_1 < A_2$ ,  $v_2$  debe ser menor que  $v_1$ . Y como la velocidad esta elevada al cuadrado en el término de la carga de velocidad,  $v_2^2/2g$  es mucho menor que  $v_1^2/2g$ .

Es común que cuando crece el tamaño de la sección, como ocurre en la figura (10), la carga de presión se incrementa porque la carga de velocidad se disminuye. Este es el modo en que se construyó la figura (10). Sin embargo, el cambio real también se ve afectado por el cambio en la carga de elevación.

### 2.2.2.1.5. Formula de Hazen-Williams.

Según Mott R. (2006, P 243) “La fórmula de Hazen-Williams es una de las más populares para el diseño y análisis de sistemas hidráulicos .Su uso se limita al flujo de agua en tuberías con diámetros mayores de 2.0 pulga y menores de 6.0 pies .La velocidad del flujo no debe exceder los 10.0 pies/s .Asimismo, está elaborada para agua a 60°F .Su empleo con temperaturas mucho más bajas o altas ocasionaría cierto error “.

La fórmula de Hazen-Williams.

$$D^{2/3} = Q / (0.0004264 \times C \times S_d^{0.54}) \quad (7)$$

Dónde:

D = Diámetro de cálculo de la tubería, pulg.

Q = Caudal, lts/seg.

C = Coeficiente de rugosidad, C=140. P.V.C.

$S_d$  = Pendiente disponible...h/L = (diferencia de cotas) / (Long. tubería)

De(a), se deduce que:

$$S_d^{2/3} = Q / (0.0004264 \times C \times D^{0.54})$$

Dónde:

SD= Pendiente de diseño, m/Km.

D= Diámetro comercial de diseño, pulg.

Como todas las tuberías del sistema son conductos circulares que funcionan parcialmente llenos, los elementos hidráulicos están dados por las siguientes expresiones:

$$A = 0.25 \times D^2 \times [(\pi\theta/360) - 0.5 \times (\sin \theta)]$$

$$P_m = D \times \pi\theta/360$$

$$R_h = A/P$$

Dónde:

A=Área de la sección mojada.  $M^2$

Ph= Perímetro mojada, m

$\theta$  = En grados sexagesimales

Rh = Radio hidráulico, m

Entonces:

$$R_h = 0.25 \times D \times [1 - (360 \times \text{sen } \theta) / (2 \times \pi \theta)]$$

También se tiene que el tirante (m) es:

$$Y = D \times \text{sen}^2 (\theta/4)$$

Luego para tuberías funciona sección llena la velocidad y el caudal tiene la expresión siguiente:

$$V = (0.34 \times D^{2/3} \times \sqrt{s})n$$

$$Q = (0.312 \times D^{2/3} \times \sqrt{s})n$$

El uso del radio hidráulico en la fórmula permite su aplicación a secciones no circulares y también a circulares. Para las secciones circulares se emplea  $R = D/4$ .

El coeficiente  $C_h$  solo depende de la condición de la superficie de la tubería o conducto. La Tabla 3 proporciona valores que son comunes. Observe que algunos de ellos son descritos como tubos nuevos y limpios, mientras que el valor de diseño toma en cuenta la acumulación de depósitos en las superficies interiores de la tubería después de cierto tiempo, aun cuando fluya agua limpia a través de ellos.

**Tabla 3. Coeficiente de Hezen – Willian Ch**

Tipo de tubo	$C_h$	
	Promedio para tuberías nuevas y limpias	Valor de diseño
Acero, ductill o fundido cona plicacion centrifuga de cemento o revestimiento bituminoso	150	140
Platico ,cobre , laton, vidrio	140	130
Acero , hierro fundido , sin recubrimiento	130	100
Concreto	120	100
Acero corrugado	60	60

Fuente: Mott R. (2006, P 244).

Tuberías más lisas presentan valores más elevados de  $C_h$  que las rugosas.

Con unidades del SI, la fórmula de Hazen – Williams es:

$$v = 1.32 C_h R^{0.63} s^{0.54} \quad (8)$$

Dónde:

$v$  = Velocidad promedio del flujo (pies/s)

$C_h$  =Coeficiente de Hazen –Williams (adimensional)

$R$  = Radio hidráulico del conducto de flujo (m)

$s$  = Relación  $h_L / L$ : perdida de energía / longitud del conducto (m /m)

Igual que antes, el flujo volumétrico se calcula con  $Q = A_v$

#### 2.2.2.1.6. Ecuación del impulso – cantidad de movimiento

Según Mott R. (2006, P 505) La ecuación del impulso- cantidad de movimiento.

Se define al impulso como la fuerza que actúa sobre un cuerpo durante un periodo de tiempo y se indica por medio de

$$\text{Impulso} = F (\Delta t)$$

Esta forma, que depende del cambio del cambio total del tiempo  $\Delta t$ , es apropiada para tratar en condiciones de flujo estable .Si las condiciones varían, se emplea la forma instantánea de la ecuación:

$$\text{Impulso} = F (dt)$$

Donde  $dt$  es la cantidad diferencial de cambio con respecto al tiempo.

Se define a la cantidad de movimiento como el producto de la masa de un cuerpo por su velocidad .El cambio en la cantidad de movimiento es

$$\text{Cambio en la cantidad de movimiento} = m (\Delta v)$$

En un sentido instantáneo,

$$\text{Cambio en la cantidad de movimiento} = m (dv)$$

Ahora, la ecuación (9) se reacomoda en la forma de ecuación (10)

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (9)$$

$$F (\Delta t) = m (\Delta v) \quad (10)$$

Aquí hemos mostrado la ecuación de impulso – cantidad de movimiento para condiciones de flujo estable .En un sentido instantáneo.

$$F (dt) = m (d v)$$

### **2.2.3. Fundamentación teóricas de la aplicación de la Ingeniería Hidráulica**

#### **2.2.3.1. Sistema de Abastecimiento.**

*Según BATRES (2010, P. 13)* “Un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial y otros usos. El agua suministrada debe ser en cantidades suficientes y de la mejor calidad; desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico”.

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua:

1. Fuente de abastecimiento.
2. Captación.
3. Aducción.
4. Desinfección
5. Línea de Distribución.
6. Almacenamiento.
7. Red de distribución.
8. Acometidas domiciliarias

#### **2.2.3.2. Fuentes de captación de agua**

Las fuentes de agua constituyen el principal recurso en el suministro de agua en forma individual o colectiva para satisfacer sus necesidades de alimentación, higiene y aseo de las personas que integran una localidad.

Su ubicación, tipo, caudal y calidad del agua serán determinantes para la selección y diseño del tipo de sistema de abastecimiento de agua a construirse. Cabe señalar que es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para dotar de agua en cantidad suficiente a la población y, por otro, realizar el análisis físico, químico y bacteriológico del agua y evaluar los resultados con los valores de concentración máxima admisible recomendados por la OMS. Además de estos requisitos, la fuente de agua debe tener un caudal mínimo en época de estiaje igual o mayor al requerido por el proyecto; que no existan problemas legales de

propiedad o de uso que perjudiquen su utilización y; que las características hidrográficas de la cuenca no deben tener fluctuaciones que afecten su continuidad.

*Fuente: GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE MANANTIALES, 2004, P. 5*

### **Fuentes de Aguas Superficiales.**

Las aguas superficiales están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. que discurren naturalmente en la superficie terrestre.

#### **2.2.3.3. Captación.**

*Según Jiménez (2004, p 17).* “Es la parte inicial del sistema hidráulico y consiste en las obras donde se capta el agua para poder abastecer a la población. Pueden ser una o varias, el requisito es que en conjunto se obtenga la cantidad de agua que la comunidad requiere. Para definir cuál será la fuente de captación a emplear, es indispensable conocer el tipo de disponibilidad del agua en la tierra, basándose en el ciclo hidrológico, de esta forma se consideran los siguientes tipos de agua según su forma de encontrarse en el planeta”:

- ✓ Aguas superficiales.
- ✓ Aguas subterráneas.
- ✓ Aguas meteóricas (atmosféricas).
- ✓ Agua de mar (salada).

#### **2.2.3.4. Reservorio de almacenamiento.**

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del Sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el  $Q_{mh}$  no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea

suficiente para conducir el gasto máximo horario (Q<sub>mh</sub>), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

*Fuente: GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE RESERVORIO APOYADOS (2004, P 6).*

- **Volumen de almacenamiento.**

El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de Regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva.

- **Volumen de Regulación.**

El volumen de regulación será calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se comprueba la no disponibilidad de esta información, se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación, siempre que el suministro de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento. En caso contrario deberá ser determinado en función al horario del suministro.

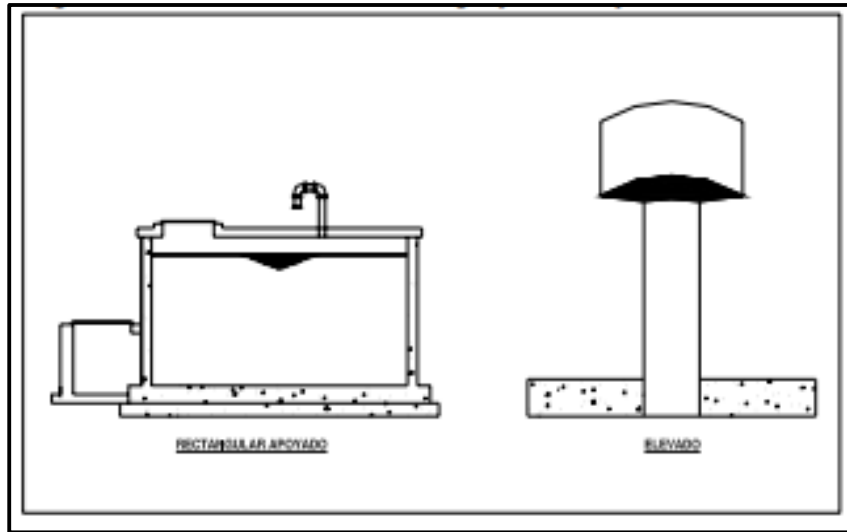
*Fuente: ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO (OS.030, p3).*

### **Tipos de reservorio.**

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que pueden tomar la forma esférica, cilíndrica, y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular y circular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas).

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada o circular. Como vemos en la Figura N°11.





**Figura 11. Tipo de Reservorio**

Fuente: Guía para el Diseño y Construcción de Reservorio apoyado

### **Ubicación del reservorio**

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas, sin embargo debe priorizarse el criterio de ubicación tomando en cuenta la ocurrencia de desastres naturales.

De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hacen por el mismo tubo. Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios de almacenamiento son de cabecera y por gravedad. *Agüero, (2004, p 9)*

### 2.2.3.5. Línea de Conducción

Se entiende por línea de conducción al tramo de tubería que transporta agua desde la captación hasta la planta de potabilización, o bien hasta los reservorios ubicados en los sitios estratégicos dependiendo de la configuración de terreno y el sistema de línea de conducción, agua potable.

Una línea de conducción debe seguir, en lo posible, el perfil del terreno y debe ubicarse de manera que pueda inspeccionarse fácilmente. Esta puede diseñarse para trabajar por gravedad o bombeo, de tal forma que en el proyecto se realizó por gravedad por la configuración de terreno. *Bach. Huartado y Martínez (2012, p 23).*

- **Caudal de diseño para línea de conducción.**

*Según (guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural, 2004, pp7).* "Para el diseño de líneas de conducción se utiliza el caudal máximo diario para el período del diseño seleccionado".

- **Carga estática y dinámica.**

La Carga Estática máxima aceptable será de 50 m y la Carga Dinámica mínima será de 1 m. como vemos en la Figura 12.

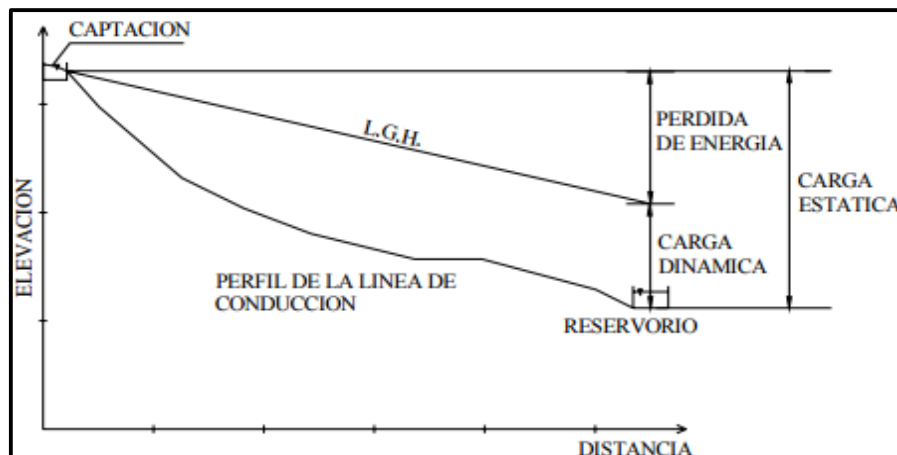


Figura 12. Carga Estática y Dinámica de la Línea de Conducción

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente 2004

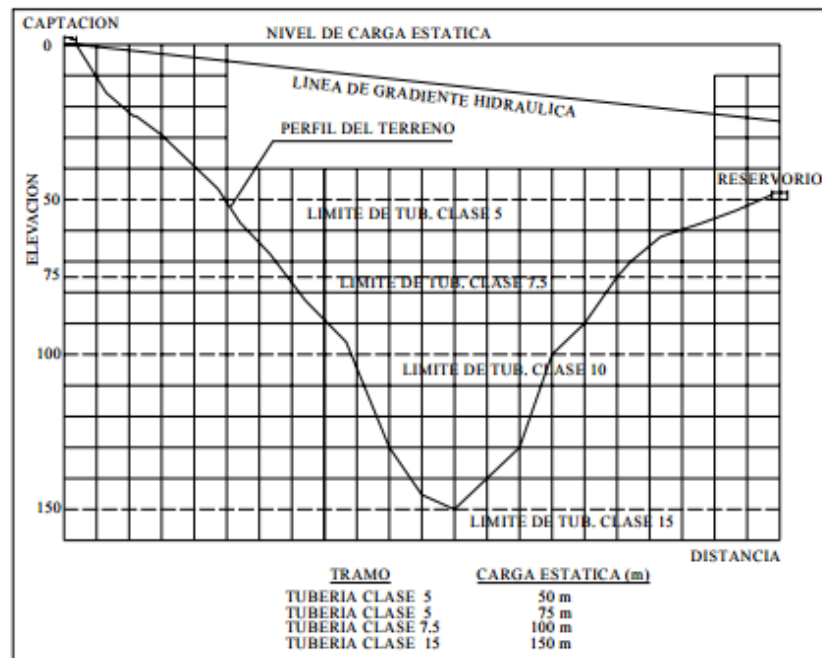
- **Tubería.**

Para la selección de la clase de tubería se debe considerar los criterios que se En la tabla 4 y la figura 13 se presenta la clase comercial de tubería con sus respectivas cargas de presiones.

**Tabla 4. Clases de Tubería PVC y máxima presión de trabajo**

CLASE	PRESION MAXIMA PRUEBA(m)	PRESION MAXIMA TRABAJO
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente 2004



**Figura 13. Presión de trabajo para diferentes Clases de Tubería de PVC**

Fuente: Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente 2004

- **Diámetros.**

*Según Salvador (2004, P 8)* “El diámetro se diseñará para velocidades mínima de 0,6 m/s y máxima de 3,0 m/s. El diámetro mínimo de la línea de conducción es de 3/4” para el caso de sistemas rurales”

#### **2.2.3.6. Línea de Aducción**

*Según Bach. Hurtado y Martínez (2012, P 23).*”Los sistemas por gravedad constituyen un gran porcentaje de los sistemas de agua potable rural y urbana. En general las fuentes de agua se encuentran alejadas de los centros poblados a los cuales se pretende servir, siendo preciso diseñar largas líneas de aducción”.

#### **2.2.3.7. Red de distribución.**

Este sistema de tuberías es el encargado de entregar el agua a los usuarios en su domicilio, debiendo ser el servicio constante las 24 horas del día, en cantidad adecuada y con la calidad requerida para todos y cada uno de los tipos de zonas socio-económicas (comerciales, residenciales de todos los tipos, industriales, etc.) que tenga la localidad que se esté o pretenda abastecer de agua. El sistema incluye válvulas, tuberías, tomas domiciliarias, medidores y en caso de ser necesario equipos de bombeo. *Jiménez (2009, p.18).*

#### **Método a emplear**

- **Sistema de circuito abierto**

El Dimensionamiento de las redes abiertas o ramificadas se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se admitirá que la distribución del caudal sea uniforme a lo largo de la longitud de cada tramo.
- La pérdida de carga en el ramal será determinada para un caudal igual al que se verifica en su extremo.
- Cuando por las características de la población se produzca algún gasto significativo en la longitud de la tubería, éste deberá ser considerado como un nudo más.

Se recomienda el uso de un caudal mínimo de 0,10 lps para el diseño de los ramales.

### **Criterios para la selección de tubería.**

- **Selección de Diámetro.**

*Según Bocanegra (2010, p30).* “En base al gasto máximo, procurar utilizar diámetros adecuados, ya que diámetros grandes encarecerían al sistema. Por experiencia se conoce que cuando se utilizan diámetros muy pequeños y se tienen altas presiones, el agua sale a gran presión pero en pequeña cantidad, para este estudio se usara como diámetro mínimo de tubería 4”.

- **Velocidad de flujo.**

Velocidad Máxima.-Tenemos que:

- ✓ Tubería de cemento : 3m/seg
- ✓ Asbesto Cemento : 5m/seg
- ✓ PVC : 5m/seg

Por lo tanto la velocidad máxima depende del tipo de material, es preferible que las velocidades en la red no sean muy altas, ya que producen deterioros de los accesorios sanitarios de los domicilios, existiendo también el fenómeno del “golpe de ariete” debido al cierre de válvulas.

### **Datos generales de diseño.**

Se debe tener en cuenta en el diseño ciertos criterios y parámetros que permitan dar seguridad y condiciones de servicio a un mínimo costo de inversión.

### 2.2.3.8. Datos básicos de Diseño.

#### ❖ **Periodo de diseño**

Se entiende por período de diseño al tiempo que tiene que transcurrir entre la puesta en servicio de un sistema y el momento en que ya no satisface a la Población al 100%.

El período de diseño, está en relación directa con el estudio poblacional.

Para determinar el período de diseño existen factores que influyen, tales como:

- a) El período recomendable de las etapas constructivas según el R.N.E. debe ser (Tabla 5):

**Tabla 5. Periodo de Diseño Según la Cantidad de Población**

<b>POBLACION</b>	<b>PERIDO DE DISEÑO</b>
De 2,000 a 20,000 hab.	15 años
Más de 20,000 hab.	20 años

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones 2015.*

- b) Crecimiento Poblacional, incluyendo posibles cambios en el desarrollo de la localidad.
- c) Facilidad de construcción y posibilidad de ampliaciones o sustituciones.

#### ❖ **Población actual.**

Es el número de habitantes presentes en las viviendas de la ciudad en estudio.

La población total del caserío de la hacienda, según el censo de 2007 es de 128 habitantes, de los cuáles 65 son hombres y 63 son mujeres, según datos estadísticos del INEI.

❖ **Viviendas ocupadas**

Según I.N.E.I. censo 2007, brinda la siguiente información (Tabla 6):

**Tabla 6. Viviendas Ocupadas**

Descripción	N°
Viviendas Ocupadas	36

*Fuente: I.N.E.I. censo 2007*

❖ **Determinación de la densidad**

Aplicamos la siguiente fórmula:

$$D = \text{Pob}/\text{Viv}$$

Dónde:

D = Densidad por vivienda

Pob = Población actual

Viv = Número de viviendas ocupadas

❖ **Población de diseño**

- a) **Tasa de crecimiento.**- Para obtener esta tasa de crecimiento, se tiene que considerar los censos realizados para el caserío La Hacienda. (Tabla 7).

**Tabla 7. Censo Caserío La Hacienda**

AÑO DE CENSO	POBLACION
1993	58
2007	128

*Fuente: I.N.E.I. censo 2007*

Para el cálculo de la tasa de crecimiento se han utilizado métodos de estimación, se utilizaron cuatro métodos matemáticos de los cuales se muestra un resumen de sus respectivas tasas de crecimiento.

Para calcular la población futura, existen métodos de estimación tanto analíticos, comparativos, gráficos y racionales.

El método a aplicar dependerá del tipo de información con que se cuenta y el tipo de población. Entre estos métodos, tenemos:

#### **b) Método Analítica**

Estos métodos consideran que el crecimiento de la población es ajustable a una curva matemática. Este ajuste dependerá de las características de los valores de la población censal, así como los intervalos de tiempo, en que estos se han medido. Entre estos métodos tenemos:

- ✓ Método de Aritmético
- ✓ Método de Interés Simple.
- ✓ Método Geométrico.

#### **c) Método de comparativo**

Consiste en calcular la población de una ciudad con respecto a otras que tengan características similares y crecimientos superiores. Es un procedimiento que mediante gráficos estiman valores de población, ya sean en función de datos censales anteriores de la región estudiada o considerando los datos de población con características similares de crecimiento a estos.

#### **d) Método Racional**

Este método depende del criterio del que desarrolla el proyecto, para este método es necesario realizar:

- Un estudio socioeconómico para verificar la población flotante o temporal (PT).
- Determinar el crecimiento vegetativo: Que viene hacer el coeficiente promedio del número de nacimientos (N), menos el número de defunciones (D), de una población en una cantidad de 6 años.
- Determinar el movimiento migratorio: Emigraciones (E) e Inmigraciones (I).



- Para finalmente aplicar la siguiente fórmula.

$$\text{Crecimiento Poblacional} = (\mathbf{N} + \mathbf{I}) - (\mathbf{D} + \mathbf{E}) - \mathbf{PT}$$

Este método es poco aplicable, ya que el movimiento migratorio no es predecible, por lo tanto, el crecimiento vegetativo tampoco se precisaría correctamente.

Los métodos anteriores se aplican cuando se tiene más de dos datos censales o en todo caso se determina la tasa de crecimiento anual del distrito para ser aplicada a la localidad en estudio y determinar la población futura.

*Fuente: Sabino (2012, p 14)*

#### ❖ **Calculo de la población futura.**

Corresponde al número de habitantes que tendrán acceso al servicio directo de agua potable, constituyendo el parámetro básico para el diseño del sistema. Los cálculos de proyección en la población, deben adaptarse a la tendencia decrecimiento en el pasado y a las perspectivas de desarrollo de la comunidad, de acuerdo de los recursos disponibles en el lugar, cuidando de no sobre estimar esas posibilidades con riesgo de sobre dimensionar el sistema o viceversa.

Una vez determinado el Período de Diseño para el presente proyecto procedemos a determinar el número de habitantes (Población de Diseño), que se beneficiará con este servicio.

La población de diseño para el presente proyecto, se determina a partir de los datos censales y el número de viviendas actuales de caserío la hacienda, para lo cual se dispone de la siguiente información censal, teniendo un clima cálido. Para determinar la población de diseño tomar en cuenta la Tabla 8.

*Fuente: Sabino (2012, p 18).*

**Tabla 7. Censo del caserío La Hacienda**

<b>AÑO DE CENSO</b>	<b>POBLACION</b>
1993	58
2007	128

*Fuente: I.N.E.I. censo 2007*

### **Método Aritmético**

Este método da valores bajos, para poblaciones que están muy cerca al límite de saturación, porque se trata de que la población crezca como un capital de interés simple, según ecuación (11).

$$P_f = P_0 + r * t \quad (11)$$

Dónde:

$P_f$  = Población futura.

$P_0$  = Población Inicial

t = Tiempo en años, entre  $N_0$  y  $N_t$

r = Razón de crecimiento.

$$r = \frac{P_f - P_0}{t}$$

### **Métodos Geométricos**

Un crecimiento de la población en forma geométrica, supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo, pero en número absoluto, las personas aumentan en forma creciente. El crecimiento geométrico se describe a partir de la siguiente ecuación (12).

$$N_t = N_0(1 + r)^t \quad (12)$$

Donde:

$N_t$  y  $N_0$  = Población al inicio y al final del período.

$t$  = Tiempo en años, entre  $N_0$  y  $N_t$

$r$  = Tasa de crecimiento observado en el período. Y puede medirse a partir de una tasa promedio anual de crecimiento constante del período; y cuya aproximación aritmética sería como en la ecuación (13)

$$r = \left(\frac{N_t}{N_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1 \quad (13)$$

### **Método de interés Simple**

Para el Método de Interés Simple utilizaremos la siguiente formula (14):

$$P = P_0[1 + r(tf - t_0)] \quad (14)$$

$$r = \frac{P_{i+1} - P_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)}$$

Donde:

$P$  = Población a Calcular

$P_0$  = Población Inicial

$r$  = Razón de Crecimiento

$tf$  = tiempo en que se calcula la población

$t_0$  = tiempo inicial.

### **2.2.3.9. Dotación**

La Dotación se considera como la cantidad de agua promedio correspondiente a un hab / día, expresado en litros/hab/día.

Este cálculo nos servirá para determinar los gastos de la red de distribución que será aplicada a la población para su consumo.

El consumo de agua varía con las estaciones del año, en los días de la semana y durante las horas del día, los cuales dependen directamente de factores tales como los climáticos, tamaño de la ciudad y su grado de industrialización, presión, calidad del agua, etc.

Para determinar la dotación, nos referimos al consumo diario en el que se deberá tener en cuenta los distintos usos para su consumo.

Se ha establecido la dotación para el presente proyecto, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) para zonas urbanas y los parámetros básicos en Saneamiento para zonas rurales dada por La Dirección Nacional de Saneamiento, los cuales consideran lo siguiente: las dotación se pueden definir mediante las siguientes tablas 9, 10, 11, 12.

**Tabla 8. Zona Urbana**

DESCRIPCION	AREA (m <sup>2</sup> )	DOTACION(it./hab./día)
Viviendas en climas fríos	≤ 90	120
Viviendas en climas cálidos	≤ 90	150

Fuente: planta de tratamiento de agua. Epsel S.A

**Tabla 9. Clasificación de Consumo por Región**

REGION	Litros/hab/día
Selva	60
Costa	50
Sierra	40

Fuente: Norma para el diseño de Infraestructura de agua y saneamiento

**Tabla 10. Dotación Según Población y Clima**

Población	CLIMA	
	Frio	Templado y Cálido
De 2 000 hab a 10 000 hab	120 l/h/d	150 l/h/d
10 000 hab. a 50 000 hab	150 l/h/d	200 l/h/d
más de 50 000 hab	200 l/h/d	250 l/h/d

Fuente: Reglamento Nacional De Edificaciones 2015

**Tabla 11. Dotación por Número de Habitantes**

<b>Población (habitantes)</b>	<b>Dotación (l/hab/día)</b>
Hasta 500	60
500 – 1000	60 – 80
1000 – 2000	80 – 100

*Fuente: Reglamento Nacional De Edificaciones 2015*

#### **2.2.3.10. Variación de consumo**

En un sistema público de agua, la cantidad de agua consumida varía continuamente en función del tiempo, clima, costumbres de la población, etc. y es en los meses de mayor calor durante el año en donde se producirá el mayor consumo de agua, existiendo días en la que se producirá la mayor demanda del mes.

Mientras que en los meses de invierno sucede lo contrario, es decir el consumo es menor.

Haciendo un análisis de distribución horario y de consumo diario diríamos que: durante el día el caudal que circula en la red de distribución varía continuamente, en las horas diurnas el caudal supera el valor medio alcanzando valores máximos alrededor del mediodía, durante la noche el consumo baja, produciéndose valores mínimos de consumo en horas de la madrugada.

Con este análisis de fluctuaciones realizado es necesario establecer variaciones que deben ser tomadas en cuenta para el diseño, y estas son:

- ✓ Variación Diaria (K1)
- ✓ Variación Horaria (K2)

Según el R.N.E., para los efectos de las variaciones de consumo se consideran las siguientes relaciones con respecto al promedio anual de la demanda.

*Fuente: Tesis de los bach. Hurtado y Martínez (2012, P 20)*

**a) Coeficiente de variación diario (K1)**

Se llama así a la variación del día de máximo consumo para el máximo anual de la demanda diaria, dividido por el promedio anual de consumo diario.

Según el R.N.E. podemos considerar el coeficiente de  $K1 = 1.3$

**b) Coeficiente de variación horario (K2)**

Se llama así a la variación de la hora de máximo consumo para el máximo día de demanda horaria, dividido por el promedio diario del consumo horario y varía de 1.8 a 2.5 según R.N.E.

**Tabla 12. Valores recomendados por el R.N.C. para K2, Según la cantidad de población que presenta la Zona en estudio**

<b>Población</b>	<b>K1</b>
2,000 a 10,000 hab.	2.5
Mayores de 10,000 hab.	1.8

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones.*

### 2.2.3.11. WaterCad.

Es un programa bastante poderoso y fácil de usar que permite hacer tanto el análisis como el diseño de redes de distribución de agua potable. El programa es propiedad de la casa Haestad Methods de los Estados Unidos, creadores de paquetes como Cybercad, StormCad y otros más.

El programa permite modelar varios de los componentes hidráulicos típicos de redes de distribución, tales como válvulas reguladoras, estaciones de bombeo y controles automatizados sensibles a la presión o al caudal. Asimismo es posible manejar y simular diferentes escenarios a fin de evaluar el comportamiento del sistema de distribución que se esté diseñando frente a demandas diferentes a las escogidas inicialmente, a calidades de agua variables y a condiciones de emergencia, tales como incendios o racionamientos, los cuales implican unas condiciones de operación muy especiales. *Saldarriaga, (2007, p406).*

**Tabla 13. Características del Programa WATERCAD**

WATERCAD	
Permite:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis hidráulico.</li> <li>• Calidad de agua.</li> <li>• Hazen-williams.</li> <li>• Darcy-Weisbach</li> <li>• Chezin-Manning</li> <li>• Teoría Lineal</li> <li>• Por pantalla</li> <li>• En tablas</li> <li>• En gráficos</li> <li>• Fácil de uso.</li> <li>• Facilidad de realizar cambios</li> <li>• Excelente presentación de Resultados</li> <li>• Excelente ayuda y tutorial</li> <li>• <a href="http://www.haestad.com">www.haestad.com</a></li> </ul>
Ecuación de Análisis	
Método de Solución	
Presentación de Resultados.	
Ventajas frente a otros programas	
Home page en Internet	

*Fuente: Hidráulica de tuberías.*

### 2.3. Definición de términos

➤ **Agua Potable.**

*Ayala (2006 pag.28)* “optimización del acueducto por gravedad” menciona que el Agua que por reunir los requisitos organolépticos, físicos, químicos y microbiológicos, en las condiciones señaladas en el Decreto 475 de 1998, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

➤ **Calidad de agua.**

*Según RNE (OS10, P 5)* “Características físicas, químicas, y bacteriológicas del agua que la hacen aptas para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor”

➤ **Reservorio.**

*Según RNE (OS10, 2015, pp1)*, “Instalación natural o artificial utilizada para almacenar agua que abastecerá a la población”

➤ **Aguas superficiales.**

Son aquellas que están en los ríos, arroyos, lagos y lagunas, las principales ventajas de este tipo de aguas son que se pueden utilizar fácilmente, son visibles y si están contaminadas pueden ser saneadas con relativa facilidad y a un costo aceptable. *MANUAL DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE HIDRAULICA (2009, P 18)*

➤ **Aguas subterráneas.**

*Según, García (2009, pp14)*. “El agua subterránea más profunda puede permanecer oculta durante miles o millones de años. No obstante, la mayor parte de los yacimientos están a poca profundidad y desempeñan un papel discreto pero constante dentro del ciclo hidrológico”.



➤ **Aguas meteóricas (atmosféricas).**

Es el agua que contiene la atmósfera en forma de vapor o de gotas microscópicas y que proviene de la evaporación que sufre en la superficie de la tierra (mares, ríos, lagos, etc.), así como de la evapotranspiración.

➤ **Línea de Alimentación.**

Esta línea es el conjunto de tuberías que sirven para conducir el agua desde el tanque de regularización hasta la red de distribución, cada día son más usuales por la lejanía de los tanques y la necesidad de tener zonas de distribución con presiones adecuadas. *MANUAL DE DISEÑO PARA PROYECTOS DE HIDRAULICA (2009, P 20).*

➤ **Población de diseño.**

*Según (ITACA, 2004, PP.7)* “El proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales y proyecciones u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados.”

➤ **Consumo:**

*Según Giménez (2011)* “Es la cantidad de agua realmente utilizada por un núcleo urbano para una fecha determinada y puede ser expresada en litros (l) o metros cúbicos (m<sup>3</sup>)”.

➤ **Caudal.**

*Según Bello y Pino (2000, P8).* Cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo Litros por segundo (Lps).

➤ **Dotación.**

*Según Ayala (2006, p 30)* “Es la cantidad de agua necesaria para satisfacer apropiadamente los requerimientos de un determinado núcleo urbano, La

dotación se forma de la suma de los requerimientos razonables correspondientes a los usos que conforman el abastecimiento urbano”.

➤ **Dotación diaria.**

*Según R.N.E.* “Cantidad de agua que se necesita diariamente para abastecer a una población”.

➤ **Pérdidas.**

La pérdida de carga en una tubería o canal, es la pérdida de energía dinámica del fluido debido a la fricción de las partículas del fluido entre sí y contra las paredes de la tubería que las contiene. Pueden ser continuas, a lo largo de conductos regulares o accidental o localizada, debido a circunstancias particulares, como un estrechamiento, un cambio de dirección. *Saldarriaga (2007, pp7)*

➤ **Accesorios**

*Según Ayala (2006, p 27)* “Elementos componentes de un sistema de tuberías, diferentes de las tuberías en sí, tales como uniones, codos, tes etc.”

➤ **Acueducto.**

*Según Ayala (2006, p 28)* “Sistema de abastecimiento de agua para una población”.

➤ **Aducción.**

*Según Ayala (2006, p 28)* “Componente a través del cual se transporta agua cruda, ya sea a flujo libre o a presión.”

➤ **Tubería.**

*Según Manual de diseño de agua potable y alcantarillado* “Son elementos principales en el proceso de conducción del servicio de agua potable a los

sectores destino de la distribución. Su selección es crucial a la hora de obtener diseños confiables y económicos dentro del periodo de diseño estipulado”.

➤ **Válvulas de sectorización**

*Según Ayala (2006, p 29)* “Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red. Usualmente son válvulas de compuerta con vástago fijo o válvulas mariposa con mecanismo de reducción de velocidad de cierre para evitar golpe de ariete”.

➤ **Almacenamiento.**

*Según Ayala (2006, p 29)* “En sistemas de Acueducto, acción destinada a almacenar un determinado volumen de agua para cubrir los picos horarios y la demanda contra incendios.”

# CAPITULO III

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

##### **3.1.1 Población**

Sistemas de abastecimiento de agua de los caseríos del Distrito de Santa Rosa, en el departamento de Cajamarca.

##### **3.1.2. Muestra**

Sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Caserío de La Hacienda del Distrito de Santa Rosa, en el Departamento de Cajamarca.

##### **3.1.3. Unidad de Análisis.**

Una vivienda del caserío la hacienda.

#### **3.2. Método**

##### **3.2.1. Nivel de Investigación**

- *Por el propósito:*

- ✓ Aplicado

Por la aplicación de procedimientos, por el programa de watercad, mecánica de fluidos, el estudio de mecánica de suelos, levantamiento topográfico (altimetría y planimetría)

- *Por el alcance:*

- ✓ Descriptiva

Describir la problemática de la zona para plantear la mejor solución. Como puede ser.  
La inspección de la quebrada condavi de donde se pretende captar el agua.

### **3.2.2. Diseño de Investigación**

En la Investigación de campo se realizó:

- La inspección de la quebrada condavid de donde se pretende captar el agua.
- La realización de estudio de suelo.
- La realización de los levantamientos topográficos, se hará con estación total (altimetría y planimetría).
- Se elaboran los planos, los perfiles de las calles, el documento del diseño final agua potable
- Se calculara el volumen del reservorio.

### 3.2.3. Variables de estudio y operacionalización

En las siguientes tablas se describe las variables, dimensión conceptual, indicadora, unidad de medida e instrumento de investigación.

**Tabla 14. Operacionalización de las Variables**

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE	Curvas de nivel, desniveles	Topografía de la zona.	Estación	Estación total.
	Cantidad de viviendas en la localidad	Nº de viviendas	Viviendas	Nº de viviendas
	6 habitantes por viviendas.	Población	Habitantes	Encuestas.
VARIABLE DEPENDIENTE	Aforo de quebrada.	Caudal.	l/s	Vertederos
	Línea de conducción	Diámetro	Pulgadas	Prueba hidráulica: Sistema de presión
	Velocidad permisibles	Velocidad	m/s	Método del flotador: Wincha y Cronometro, Mira
	Presión de servicio	Presión	m.c.a	Manometro

#### 3.2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

- Entrevista, técnica de observación de información mediante el dialogo mantenido en un encuentro formal y planeado, entre una o más personas entrevistadoras y una o más entrevistadas, en el que se transforma y sistematiza la información conocida por estas, de forma que sea un elemento útil para el desarrollo de un proyecto.

- El levantamiento topográfico se llevó a cabo con una estación total TOPCON GTS-240 con una precisión de calidad media. este instrumento sirve para medir distancias, así como ángulos horizontales y verticales.

Dentro de las características generales de estos instrumentos se puede mencionar que tienen un peso de alrededor de 10 Kg., el acabado es de color claro con el objeto de minimizar los efectos de la temperatura cuando se trabaja bajo la influencia de los rayos solares.

Con un GPS, marca GARMIN. Para calcular la altitud del caserío la hacienda. Ver Anexo N°01.

- Los datos necesarios para cálculo de la red de abastecimiento serán brindados por la empresa SEDALIB S.A. que actualmente se encuentra explotando agua subterránea en dos pozos tubulares ubicados dentro de la zona.
- Para la obtención de la población se usarán como fuentes los censos realizados por la INEI en el año 2007 proyectando mediante datos estadísticos para un periodo de abastecimiento de 20 años.



### 3.2.5. Técnicas de Procesamiento de datos

- AutoCAD: Programa de Diseño de dibujo asistido por computadora que permitirá plasmar el diseño propuesto mediante los dibujos de los diferentes elementos que conforman nuestro sistema (levantamiento topográfico).
- AutoCAD Civil 3D: Acelerar las tareas de Diseño de planos, tanto planimetría como altimetría.
- Water CAD: es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riesgo). permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.) Diseño de la red de distribución de agua potable.
- Word 2016: Procesamiento de datos.
- Excel 2016: Procesamiento de datos numéricos y de diseño, tablas estadísticas y gráficos.

### **3.2.6. Técnicas de análisis de datos.**

#### **➤ Topografía.**

##### **Conocimiento de Terreno.**

Para realizar un levantamiento topográfico es necesario efectuar un estudio integral del área de trabajo, en el cual es indispensable reconocer el terreno a fin de que esto nos pueda dar una idea a grandes rasgos de la topografía y el tipo de levantamiento, los instrumentos a usar, y ubicar el punto de inicio para dicho levantamiento.

##### **Levantamiento Topográfico**

El diseño de proyectos, ejecución de las obras y replanteo de las mismas de las diversas áreas de desarrollo como la construcción, minería, agricultura, etc. deben tener como herramienta necesaria y básica un levantamiento topográfico para representar gráficamente el terreno sobre el cual se construirá tanto en su forma planimetría como en su forma altimétrica en una relación de semejanza o una escala determinada.

Hoy en día y con el avance vertiginoso de la tecnología, existen equipos electrónicos como el teodolito electrónico, la estación total, el nivel láser rotatorio, fotografía aérea, GPS y otros que conectados a un computador y con el software adecuado procesan la información para proporcionarnos una representación de la zona levantada con pequeñísimos márgenes de error, en menor tiempo, en modelos tridimensionales y con diversos recursos de visualización, etc. para trabajos más exactos y eficientes.

##### **Curva de nivel.**

Las curvas a nivel son las líneas que se obtienen al unir todos los puntos de igual cota. Estas van separadas por una equidistancia, que es la distancia vertical entre dos curvas de nivel consecutivas. La selección de la equidistancia depende principalmente de:

- Escala del plano.
- Topografía del terreno.

- Objeto por el que se ejecuta el plano.

Todo esto representa la taquimetría, que es la técnica topográfica que hace posible realizar un levantamiento de terreno tanto de control horizontal como de control vertical de manera rápida, siendo el teodolito el instrumento ideal para la obtención de datos de campo.

### **Levantamiento Altimétrico**

El levantamiento topográfico consiste esencialmente en dos etapas: El trabajo de campo y el de gabinete; para lo cual necesitaremos lo siguiente:

➤ **BRIGADA DE TRABAJO:**

- Un operador de equipo.
- Un libretista.
- Dos portamiras

➤ **EQUIPO TOPOGRÁFICO:**

- Estación total
- Dos Prismas, dos jalones, estacas de madera, otros.

### **Trabajo de campo.**

Para este levantamiento plan métrico, se empleó estación total, 2 prismas y una Wincha de acero. Con los instrumentos se tomó las medidas de los puntos necesarios que permitan obtener la real configuración del terreno a levantarse. Los puntos considerados corresponden a los ejes de las calles, colocando los prismas en los lugares indicados para que se vea con la estación total. Nivelación aplicada para realizar el levantamiento altimétrico de la zona en estudio consistió en lanzar visuales obteniendo vistas atrás y adelante determinando con ello las cotas en los puntos designados a eje de calles,

El levantamiento altimétrico se realizó partiendo del BM, hasta encontrar primero las cotas de todos los vértices de la poligonal perimétrica.



**Figura 14. Levantamiento Topográfico**

Fuente: Investigación.

### **Trabajo de Gabinete.**

Una vez recolectado los datos se procedió al trabajo de gabinete.

- Levantamiento plan métrico: Se realizaron las siguientes actividades:
  - Compensación final de los ángulos de la poligonal.
  - Cálculo de las distancias de los lados de la poligonal.
  - Cálculo de los azimutes y rumbos de los lados de la poligonal.
  - Cálculo y compensación de las proyecciones (x,y) de los lados de la poligonal.
  - Dibujo del plano topográfico a escala.
- Levantamiento altimétrico: Sirvió para tomar el ángulo vertical entre cada vértice de la poligonal, para posteriormente, llevar a cabo una nivelación taquimétrica y elaborar el plano de curvas de nivel.

## **Resultados.**

Luego de haber realizado los trabajos de campo y gabinete se dibujaron los planos a curvas de nivel que se indican en el anexo, los cuales han servido para dibujar los planos de agua.

### ➤ **Estudio de suelos**

En todo proyecto de Ingeniería Civil, la Mecánica de Suelos es importante para fines de cimentación de estructuras, debido a que éstas requieren proveerlas de un soporte y una estabilidad adecuada.

Cuando se trata de un proyecto de abastecimiento de agua para una determinada localidad, es recomendable hacer un estudio de suelos en la zona donde se construirán las estructuras posibles que componen el proyecto.



**Figura 15. Calicata 1.20 m**

*Fuente: Investigadores*

## **Objetivos.**

El presente estudio tuvo por objetivo investigar el suelo y subsuelo de las áreas destinadas a las diversas estructuras propuestas y diseñadas en este proyecto, a través de la aplicación de la mecánica de suelos.

Esta investigación, nos proporciona datos, conocimientos y características únicas del suelo referente a las características físicas, químicas e hidráulicas de los materiales, lo cual es fundamental y necesario para predecir el comportamiento de éste suelo bajo la acción de un sistema de cargas y asegurar la estabilidad de las estructuras.

Siendo la secuencia para la realización del estudio la siguiente:

- Recopilación de datos de la zona y de los tipos de edificaciones.
- Ensayos de campo.
  - Extracción de muestras.
  - Ensayos de laboratorio.

## **Clasificación de Suelos.**

### **Sistema de clasificación unificada de suelos (s.u.c.s.)**

Este sistema, fue propuesto por Arturo Casagrande, como modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1,942, adoptados subsecuentemente por el cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para la construcción de aeropuertos. El sistema S.U.C.S. está basado en la identificación de los suelos según sus cualidades estructurales y de plasticidad, su agrupamiento está referido a su comportamiento como materiales de construcción de ingeniería. En la clasificación de un suelo, se indicará el símbolo correspondiente para cada tipo de suelo.

**Tabla 15. Clasificación Unificada de Suelos (S.U.C.S)**

Material	Simbología	Descripción
GRAVAS	GW GP GC GM GM – GC GW – GM GW – GC GW – GM - GC GP – GM GP – GC GP – GM – GC	Grava bien graduada Grava mal graduada Grava arcillosa Grava limosa Grava limosa arcillosa Grava ligeramente limosa bien graduada Grava ligeramente arcillosa bien graduada Grava ligeramente limosa arcillosa bien graduada Grava ligeramente limosa mal graduada Grava ligeramente arcillosa mal graduada Grava ligeramente limosa arcillosa mal graduada
ARENAS	SW SP SM SC SM – SC SW – SM SW – SC SW – SM – SC SP – SM SP – SC SP- SM – SC	Arena bien graduada Arena mal graduada Arena limosa Arena arcillosa Arena limosa arcillosa Arena ligeramente limosa bien graduada Arena ligeramente arcillosa bien graduada Arena ligeramente limosa arcillosa bien graduada Arena ligeramente limosa mal graduada Arena ligeramente arcillosa mal graduada Arena ligeramente limosa arcillosa mal graduada
SUELOS FINOS	ML CL CL – ML OL MH CH OH	Limo inorgánico de baja plasticidad Arcilla inorgánica de baja plasticidad Arcilla limosa inorgánica de baja plasticidad Suelo orgánico de baja plasticidad Limo inorgánico de plasticidad alta Arcilla inorgánica de plasticidad alta Suelo orgánico de plasticidad alta
SUELO ALTAMENTE ORGANICO	PT	Suelo fibroso, con alto contenido de materia orgánica

Fuente: ASTM D 2487.

### Ensayo de Laboratorio.

Se realiza una vez concluida la excavación de los pozos, hasta la profundidad requerida. El estudio estratigráfico se hace partiendo de la superficie del terreno en forma descendente y, consiste en medir la potencia de cada uno de los estratos, identificar el suelo, determinar el color, algunas sales y carbonatos.

Los ensayos a efectuarse, son los ensayos estándar.

### Ensayos estándar

Necesario para identificar y clasificar los suelos del perfil estratigráfico en estudio:

- Contenido de Humedad
- Análisis Granulométrico

- Límites de Consistencia
  - Límite Líquido
  - Límite Plástico

## **PROPIEDADES FISICAS DE UN SUELO**

### **Contenido de humedad (w %)**

Definido como la relación entre el peso del agua contenida en la muestra (W<sub>a</sub>), (capilar, libre e higroscópica) y el peso de su fase sólida (W<sub>s</sub>).

$$W (\%) = \frac{\text{Peso muestra húmeda} - \text{Peso de muestra seca}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

$$W (\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100$$

$$W (\%) = \frac{w_a}{W_s} \times 100$$

### **Análisis Granulométrico.**

Mediante el cual se determina los porcentajes de piedra gruesa, arena, limo y arcilla. Los resultados mecánicos se presentan mediante una curva de distribución granulométrica, la forma de la curva es un indicador de la granulometría. Los suelos uniformes, se representan por líneas casi verticales y los suelos bien graduados por curvas en forma de una “S” que se extienden en varios ciclos de la escala logarítmica.

Las características granulométricas de los suelos, pueden compararse mejor estudiando ciertos parámetros numéricos deducidos de las curvas de distribución:

D<sub>10</sub> =Diámetro efectivo o diámetro de la partícula correspondiente a un Porcentaje P = 10 % en la curva granulométrica. Por lo tanto, el 10 % de las partículas son menores que el diámetro efectivo y el 90% son mayores.



$C_u = D_{60} / D_{10}$ , es el cociente de uniformidad, su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta. Los suelos con  $C_u < 3$ , se consideran uniformes.

$C_c = (D_{30}^2) / (D_{10} D_{60})$ , coeficiente de curva, está comprendida entre 1 y 3, el suelo es considerado como bien graduado, si es que se presenta un valor comprendido dentro de dicho intervalo.

**NOTA:**

Gravas bien graduadas:  $C_u > 4$  y  $1 < C_c < 3$

Arenas bien graduadas:  $C_u > 6$  y  $1 < C_c < 3$

**Límites de consistencia o límites de atterberg**

Se entiende así, al grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad, los principales se conocen como: Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de Contracción.

**a) Límite Líquido (LL)**

Contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquidos y plásticos de un suelo.

Para su determinación, se tomará como el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes. El límite líquido de un suelo da una idea de la resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad.

Un suelo, cuyo contenido de humedad sea aproximadamente mayor o igual a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

Los materiales granulares, como arena y limo, tienen límites líquidos bajos (25 – 35 %) y las arcillas mayores a 40 %.

**b) Límite Plástico (LP)**

Propiedad que tiene un suelo de deformarse, sin llegar a romperse. La plasticidad se define como el contenido de humedad que tiene el suelo en el momento de pasar del estado plástico al semisólido. Las arenas no tienen plasticidad, los limos la tienen, pero muy poco; en cambio las arcillas y sobre todo aquellas ricas en material coloidal, son muy plásticas.

Cuando tratamos de compactar suelos, debe hacerse antes que su Contenido de humedad sea igual o superior a su límite plástico.

**c) Índice de Plasticidad (IP)**

Es el valor numérico que resulta de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

Un índice plástico elevado, indica mayor plasticidad. Cuando un Material no tiene plasticidad (arenas por ejemplo), se considera el índice de plasticidad como cero (0).

Ver resume de resultado de las hojas de cálculo en resultados

**IMPACTO AMBIENTAL**

Cuando el ser participa en proyectos o actividades es susceptible de introducir cambios a la naturaleza, a los ecosistemas, a las relaciones entre el medio físico y los seres vivientes (dentro de los cuales se incluyen a los seres humanos).

Casi la mayoría de estos cambios pueden asumir la característica de reversibilidad, es decir que el medio disturbado retoma las condiciones de origen apenas cesa el factor de alteración mientras que otros provocan modificaciones o desequilibrios demasiado acentuados para

garantizar el retorno a las condiciones primigenias al suprimirse el problema o causa del impacto.

Al proporcionarse servicios de abastecimiento de agua para consumo humano y evacuación de aguas servidas, se debe desarrollar actividades tanto infraestructurales como operacionales que influyan significativamente en la dimensión ambiental actual de la ciudad o pueblo materia del proyecto, o se presume que provocarán cambios significativos en el medio físico o afectará al contexto humano de forma

Singular entre el mediano y largo plazo.

### **Antecedentes.**

Cuando se planifican y gestionan adecuadamente, los proyectos de aprovechamiento de aguas superficiales o subterráneas, emergen efectos ambientales positivos y negativos que incrementan o disminuyen, según el caso. El mejoramiento del medio ambiente obedece a diversos factores; entre los más importantes se encuentran los siguientes.

- ✓ Conservar o emplear de manera más racional los recursos de agua dulce, sobre todo en zonas áridas y semi áridas.  
Esto posibilita que el agua dulce, se destine a satisfacer la demanda urbana y que el agua.
- ✓ Reducir la necesidad de fertilizantes artificiales, con la consiguiente disminución de energía y de la contaminación industrial.
- ✓ Conservar el suelo por enriquecimiento de humus y prevenir la erosión del terreno.
- ✓ Mejorar las zonas recreativas de las ciudades, mediante el riego y la fertilización de espacios verdes (parques, campos deportivos), así como incrementar su atractivo visual mediante entornos ecológicos alrededor de las urbes.

### **Impacto Positivos.**

Los impactos positivos en caserío de la Hacienda son efectos benéficos para el ecosistema; entre los principales se tiene:

- Calidad de agua
- Reduce la contaminación
- Reduce las enfermedades alergias e intestinales.

### **Impacto Negativo.**

Los impactos negativos son efectos perjudiciales para el ecosistema; entre los principales se tiene:

- Pérdida de cobertura vegetal.
- Alteración de la flora y fauna.
- Generación de polvo en la remoción de material para instalar las diferentes unidades del sistema y material de relleno.
- Posibilidad de que las diferentes unidades del sistema no trabajen a cabalidad y tiendan a deteriorarse por falta de control y supervisión del sistema.

### **Evolución de Impacto Ambiental.**

La identificación y valoración de impactos ambientales surge como resultado de proyectar al futuro el medio con la acción propuesta ya realizada y mediante una comparación con las condiciones antes de la ejecución de la obra, determinar los cambios ambientales que se producirían, ordenándolos de acuerdo con una escala de valores que responda, directa o indirectamente, al tipo de normas de calidad ambiental que sirva de referencia.

Tabla 16. Matriz Para la determinación de los componentes ambiental afectados por un proyecto

COMPONENTES Y ACCIONES DEL PROYECTO		COMPONENTES DEL AMBIENTE	FÍSICO							BIÓTICO			SOCIAL		
			Clima	Geología	Geomorfología	Suelos	Aguas	Aire	Paisaje	Veg. Terrestre	Fauna terrestre	Biota acuática	Demográfico	Económico	Cultural
CONSTRUCCIÓN Vías de acceso	Desmante y Descapote				X	X		X	X	X			X		
	Excavaciones				X	X	X	X							
	Disposición de material-Transporte						X								
	Disposición de material-Disposición				X	X									
	Colocación afirmado					X	X								
	Obras de arte – Vía					X									
OPERACIÓN Explotación	Obras de arte- Construcción Boxculvert					X									
	Desmante y Descapote				X	X		X	X	X			X		
	Excavación material estéril				X	X	X								
	Disposición mat. estéril-Transporte						X								
	Disposición mat. estéril-Disposición				X	X									
	Voladuras				X		X								
OPERACIÓN Trituración	Transporte material trituración						X								
	Trituración						X								
	Clasificación						X								
	Lavado de material(arenas)					X	X	X							
DESMANTE- LAMIENTO Adecuación final	Acopio de material					X	X	X							
	Riego y conform. del material				X	X									
	Manejo de aguas superficiales				X	X									
PROYECTO	Revegetalización				X			X	X	X					
	Demanda de mano de obra											X	X	X	

Fu Fuente: Evolución de impacto ambiental del caserío La Hacienda.

Concluimos en nuestra investigación, que el impacto ambiental, es positivo.

# **CAPITULO IV**

#### 4. RESULTADOS

##### DATOS PARA EL DISEÑO.

##### POBLACIÓN DE DISEÑO.

Se ha establecido un periodo de vida útil del proyecto en mención de 20 años, la predicción del crecimiento de la población será del año

$$2016 + 20 = 2036.\text{años}$$

Resultado de los cálculos para la estimación de la Población de Diseño:

Como podemos ver en los cálculos.

##### TASA DE CRECIMIENTO

Tabla 7. Censo del Caserío La Hacienda

AÑO DE CENSO	POBLACION
1993	58
2007	128

Fuente: INEI 2007

##### METODO GEOMETRICO.

$$N_t = N_0(1 + r)^t$$

Dónde:

$N_t$  y  $N_0$  = Población al inicio y al final del período.

t = Tiempo en años, entre  $N_0$  y  $N_t$

r = Tasa de crecimiento observado en el período

$$r = \left(\frac{N_t}{N_0}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Dónde:

1/t = Tiempo inter censal invertido.

AÑO	POBLACION	ri	TAZA PROMEDIO
1993	58		
2007	128	0.0582	0.0582

Para el año actual (2016), se tiene:

$P_{f2016}$  212.92 Habitantes.

Para el año de diseño (2036), se tiene:

$P_{f2036}$  659.67 Habitantes.

### METRODO INTERES SIMPLE

$$P = P_o[1 + r(tf - t)]$$

$$r = \frac{P_{i+1} - p_i}{P_i(t_{i+1} - t_i)}$$

Dónde:

P = Población a Calcular

Po = Población Inicial

r = Razón de Crecimiento

tf = tiempo en que se calcula la población

to = tiempo inicial.

AÑO	POBLACION	$P_{i+1} - P_i$	$P_i(t_{i+1} - t_i)$	ri
1993	58	70.00	812.00	0.0862
2007	128			

Para el año actual (2016), se tiene:

$P_{f2016}$  227.31 Habitantes.

Para el año de diseño (2036), se tiene:

$P_{f2036}$  619.22 Habitantes.



## POBLACION A DISEÑAR USAR

METODO GEOMETRICO 659.67 Habitantes

METODO INTERES SIMPLE 619.22 Habitantes

**Población promedio al 2036: 640 Habitantes.**

## DENSIDAD DE PROBLACION.

### Viviendas Ocupadas.

Tabla 6. Viviendas Ocupadas

Descripción	N°
Viviendas Ocupadas	36

Aplicamos la siguiente formula.

$$D = \frac{\text{Pob.}}{\text{viv}}$$

Dónde:

D = densidad

Pob = Población Actual (2016)

Viv = Número de viviendas.

$$D = \frac{212.92}{36}$$

**D = 5.91 Hab/viv**

## **DOTACION.**

La dotación diaria por habitante, se ajustara a los valores adoptados y por recomendaciones del Departamento de Estudios y Proyectos determinamos que la dotación diaria por habitante es de 60 lt / hab / dia.

## **VARACION DE CONSUMO.**

El consumo del agua potable de una población varía con las estaciones del año, de día en día y de hora en hora, dependiendo esta variación del clima, las costumbres y magnitudes de la población y causas eventuales Para efectos de las variaciones de consumo se consideran las siguientes relaciones, con respecto al promedio anual de la demanda.

### **Consumo de Promedio Diario Anual**

$$C_{pda} = \frac{N^{\circ} \text{ Hab} \times \text{Dotacion (lt/hab/dia)}}{24 \text{ Horas} \times 3600 \text{ seg.}} (\text{lt/s})$$

$$C_{pda} = \frac{639.45 \text{ Hab} \times 60 (\text{lt/hab/dia})}{24 \text{ Horas} \times 3600 \text{ seg.}} (\text{lt/s})$$

$$C_{pda} = 0.444 \text{ lt/s}$$

### **Consumo Máximo Diario**

$$C_{md} = C_{pda} \times K_1$$

K 1 es el coeficiente de máxima variación diaria, cuyo valor está dado por:

$$K_1 = \frac{\text{Consumo maximo diario}}{\text{Consumo diario anual diario}}$$

1.2 < K 1 < 1.5 Según el R.N.E. S 121.5

Tomamos: K1:1.3

$$C_{md} = 0.444 \times 1.3$$

$$C_{md} = \mathbf{0.577}$$

### **Consumo máximo horario**

$$C_{mh} = C_{pda} \times K_2$$

K 2 es el coeficiente de máxima variación horaria, cuyo valor está dado por:

$$K_2 = \frac{\text{Consumo maximo diario}}{\text{Consumo diario anual diario}}$$

$$K_2 = 2.0$$

$$C_{mh} = 0.577 \times 2.0$$

$$C_{md} = \mathbf{0.888}$$

### **CAUDAL DE DISEÑO.**


El caudal de diseño para la red de distribución será el valor mayor de la comparación entre el caudal máximo horario con la suma de los caudales máximo diario.

$$Q_{mh} : 0.888$$

$$Q_{md} : 0.577$$

**CAUDAL DE DISEÑO : 0.89 lt/s**

**CALCULO DE CAUDAL DEL MANANTIAL QUE ACTUALMENTE  
ABASTECE DE AGUA**

<u><b>CALCULO DE CAUDAL</b></u>						
<b>METODO VOLUMETRICO : CAPTACION EXISTENTE (MANANTIAL)</b>						
Se hizo necesario el uso de 1 balde						
		<b>Caudal=v/t</b>			Volumen de c/balde: 4.00 lts	
					<b>Promedio</b>	
<b>Tiempos Calculados</b>	480.00	476.00	477.00	472.00	481	<b>477.20</b>
<b>Volumen(l)</b>	4.00 lts					
<b>Tiempo (s)</b>	477.20					
<b>Caudal(l/s)</b>	<b>0.008 APROX</b>					

Como el caudal de demanda es mayor al caudal de aforo, es necesario considerar otra fuente de abastecimiento de agua, considerándose la quebrada Condauid, cuyo caudal es mucho mayor.

**Calculo de volumen de reservorio**

Se Calculó el Volumen del Reservorio, que el cual el volumen del reservorio es de 11m<sup>3</sup> pero llegamos a Considerar aun volumen de reservorio a **15M<sup>3</sup>**. Como podemos ver en la hoja de cálculo.

## DISEÑO HIDRAULICO DE VOLUMEN DE RESERVORIO

**PROYECTO:** "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO LA HACIENDA, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA

A.- POBLACION ACTUAL 2016	Po =	213	
B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)	r =	5.82%	
C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	t =	20	Según MVCS
D.- POBLACION FUTURA 2036 Pf = (P geom. - P int. )	Pf =	639	
E.- DOTACION (LT/HAB/DIA)	Dot. =	60	Dotación de Agua según R.NE
F.- COEFICIENTE DE DEMANDA DIARIA (K1)	K1 =	1.30	
G.- COEFICIENTE DE DEMANDA HORARIA (K2)	K2 =	2.00	k2= 2.00 Según MEF Ambito rural
H.- CONSUMO PROMEDIO ANUAL (LT/SEG) Qp = Pob. x Dot./86,400	Qp =	0.44	
I.- CAUDAL DE LA FUENTE (LT/SEG) TIPO DE FUENTE		Quebrada	

J.- VOLUMEN DEL RESERVORIO (M3)			
VOLUMEN DE REGULACION Vr = 0.25 x Qp x 86400/1000	Vr =	9.59	
VOLUMEN DE RESERVA Vs = 5% x Vr	Vs =	0.48	Asumido por limpieza
VOLUMEN DE CONTRAINCENDIO Vc =	Vc =	0.00	Poblacion menor a o estipulado en el RNE
VOLUMEN DE RESERVORIO Asuminos	V =	11.00	
	V =	15.00	<b>M3 Recomendado</b>

K.- CONSUMO MAXIMO DIARIO(LT/SEG) Qmh = 1.30 x Qp	Qmh =	0.577
------------------------------------------------------	-------	-------

L.- CONSUMO MAXIMO HORARIO (LT/SEG) Qmh = 2.00 x Qp	Qmh =	0.888
--------------------------------------------------------	-------	-------

**NOTA:**

Volumen contraincendio no se considera en habilitaciones menores a 10,000 habitantes.

## CALCULO DE LINEA DE ADUCCION.

### CAUDALES DE DISEÑO PARA AGUA POTABLE

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
 PROYECTO: POTABLE EN EL CASERIO LA HACIENDA DISTRITO DE SANTA  
 ROSA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO CAJAMARCA"

Nº Viviendas	36.00	Viviendas
Densidad Poblacional	5.91	hab/viviend
Poblacion Actual 2016	212.76	habit
Tasa de Crecimiento	5.82%	
Poblacion 2036	639.5	habit
Dotación	60	lt/hab/día
Qm	<b>0.444</b>	lt/seg
k1	1.30	
Qmd	<b>0.58</b>	lt/seg
k2	2.00	
Qmh	<b>0.89</b>	lt/seg
Qd1	<b>0.89</b>	lt/seg
q(unitario)	0.0247	lt/seg/viv

### DEMANDA DE DISEÑO EN NUDOS

COTAS	NODOS (J)	TRAMO	LONGITUD	TUBERIAS	VIVIENDAS	DEMANDA
1173.4	J1	R-J1	550.02	P1	3	0.074
1172.2	J2	J1-J3	90.69	P3	2	0.049
1170.00	J3	J1-J2	35.31	P2	4	0.099
1158.05	J5	J2-J3	54.38	P4	7	0.173
1155.75	J6	J3-J5	37.82	P6	5	0.123
1156.82	J7	J2-J6	56.53	P5	3	0.074
1151.36	J8	J6-J7	17.47	P7	5	0.123
1149.82	J9	J7-J5	37.30	P8	5	0.123
1150.48	J10	J5-J8	132.23	P11	2	0.049
		J7-J8	85.91	P10		
		J8-J10	47.40	P12		
		J6-J9	291.59	P13		
1200	RESERV.					
<b>Caudal total</b>					36	<b>0.89</b>

## CALCULO DE LA LINEA DE CONDUCCION.

MEMORIA DE CALCULO LINEA DE CONDUCCION											
<p><b>1.- NOMBRE DEL PROYECTO: "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERIO LA HACIENDA, DISTRITO DE SANTA ROSA, PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"</b></p>											
<p><b>2.- FUENTES DE ABASTECIMIENTOS :</b></p>											
Captacion Quebrada Condauid				Caudal de derivacion =				0.53 Lt/Seg			
*Caudal total de la fuente				Qc =				0.53 Lt/Seg			
*Volumen total de las fuentes en 5 horas llenado				Vf =				15.26 m3			
*Volumen de reservorio proyectado				Vr =				15.00 m3			
LINEA DE CONDUCCION - QUEBRADA CONDAUID											
Elemento	Cota de Terreno	Longitud (Km)	Caudal tramo	Pendiente S	Diámetro (pulgadas)	Diám. Comercial (pulgadas)	Velocidad Flujo	Hf	H. Piezométrica	Presión	C.Piezom. Salida
CAPTACION	1214.00								1214.00	0.00	1214.00
RESERVORIO	1200.00	0.139	0.530	100.62	0.89	3/4"	1.86	32.14	1181.86	-18.14	1181.86

## **Cálculo y simulación de las redes de distribución del sistema propuesto mediante WaterCAD.**

Según la topografía, la vialidad y la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del reservorio apoyado de regulación y almacenamiento se ha considerado el tipo de distribución mediante redes abiertas.

Para realizar el diseño de las redes de distribución se ha utilizado el software WaterCAD, por ser una herramienta extremadamente eficiente para tender una red de distribución de agua. Es fácil preparar un modelo esquemático o a escala y dejar a WaterCAD encargarse de la conexión de los nudos. Para construir una red de distribución, no se necesita preocuparse por la asignación de etiquetas a las tuberías y nudos, porque WaterCAD asignará las etiquetas automáticamente.

Cuando se crea un dibujo esquemático, las longitudes de las tuberías son ingresadas manualmente. En un dibujo a escala, las longitudes de las tuberías son calculadas automáticamente de la posición de los recodos de las tuberías y de los nudos de inicio y fin en el panel de dibujo.

A continuación, se mostrará la modelación en WaterCAD del sistema de abastecimiento de agua propuesto para el caserío La Hacienda.



- Al abrir el programa se presente un cuadro, en el cual se debe definir el nombre del proyecto, el profesional responsable, la fecha y algún comentario adicional. (Ver Figura 16).

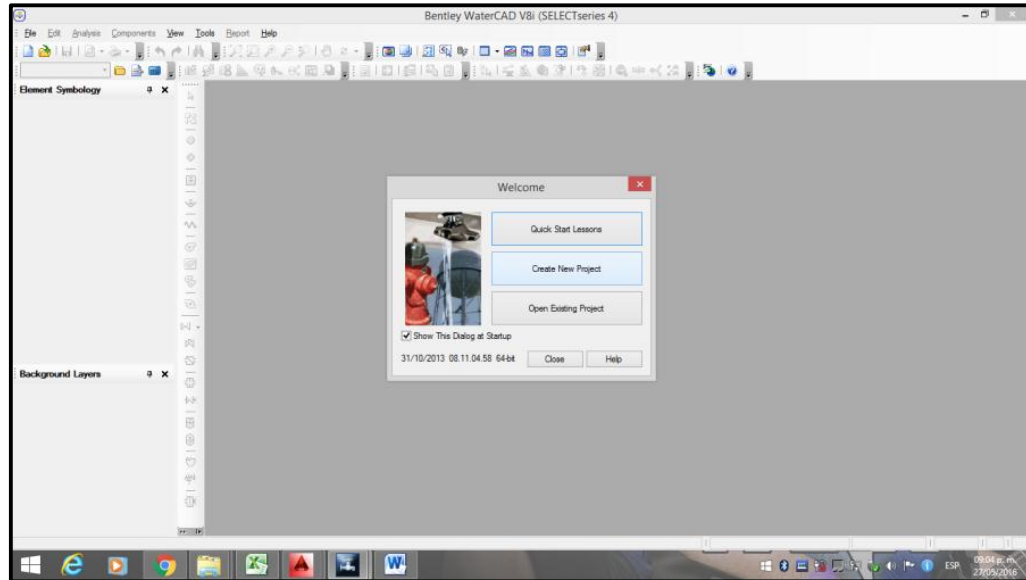


Figura 16. Inicio del Solware WaterCad

- Configuramos el software WaterCAD con las unidad correctas, como una delas unidad es la presión que te tiene que ser a m.c.a. hacemos los pasos que se puede visualizar en la figura 17

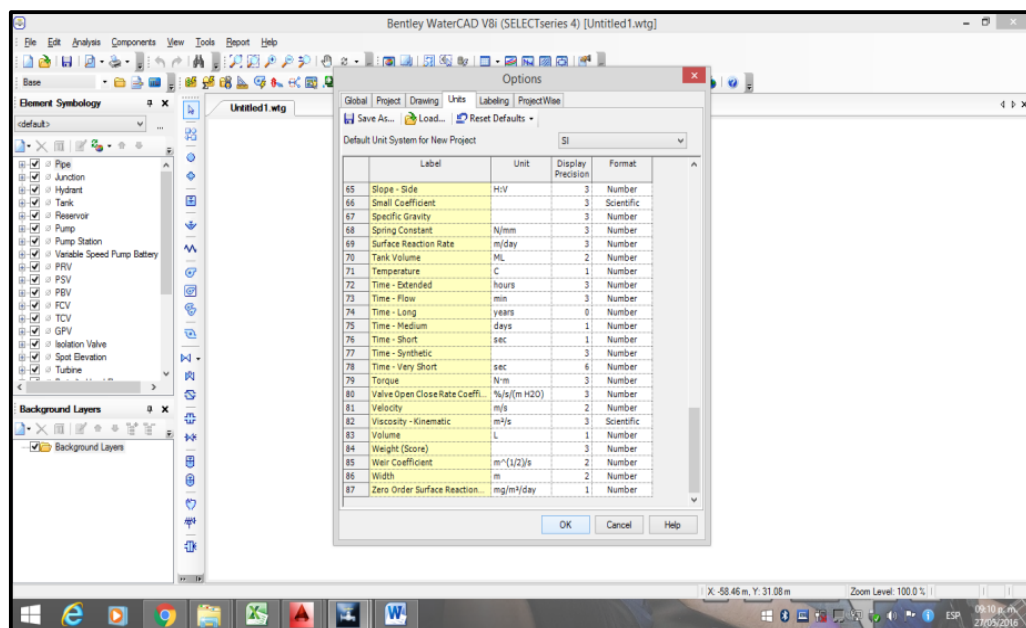


Figura 17. Configuración de las Unidades en el WaterCAD

- Una vez configurado con las unidades correspondientes. Empezamos a poner los puntos con sus alturas adecuadas, sacados del plano topográfico. Iniciamos con el punto de reservorio y la línea de aducción. Como podemos ver en la Figura 18.

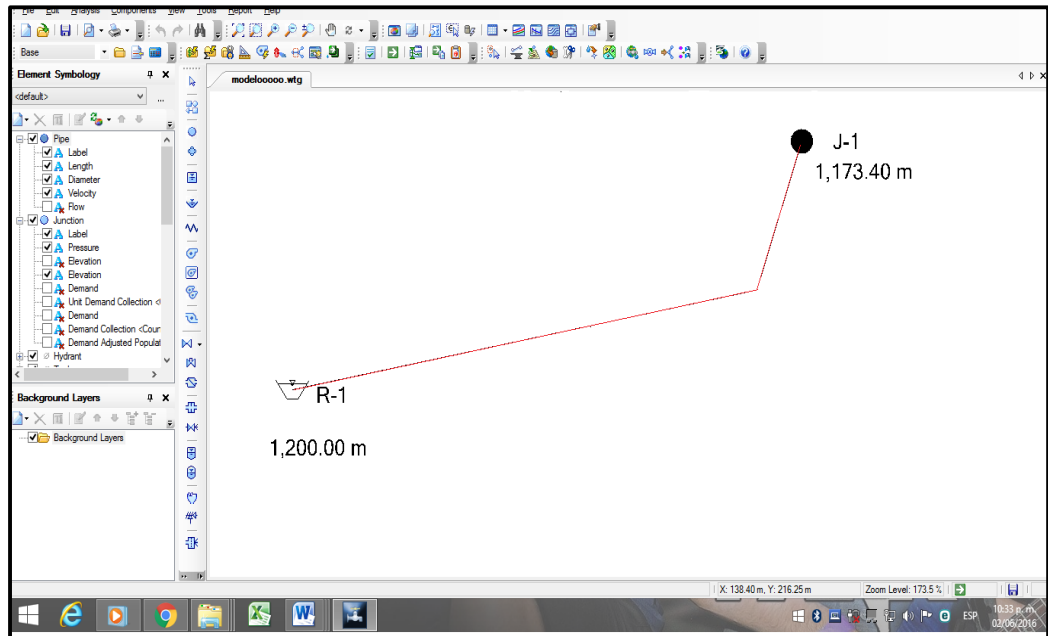


Figura 18. Tramo de Línea de Aducción.

- Ya hecho la línea de aducción Asia el nudo J1. Iniciamos con la redes de distribución indicando también la altura de cada nudo, como vemos en la figura19, 20,21

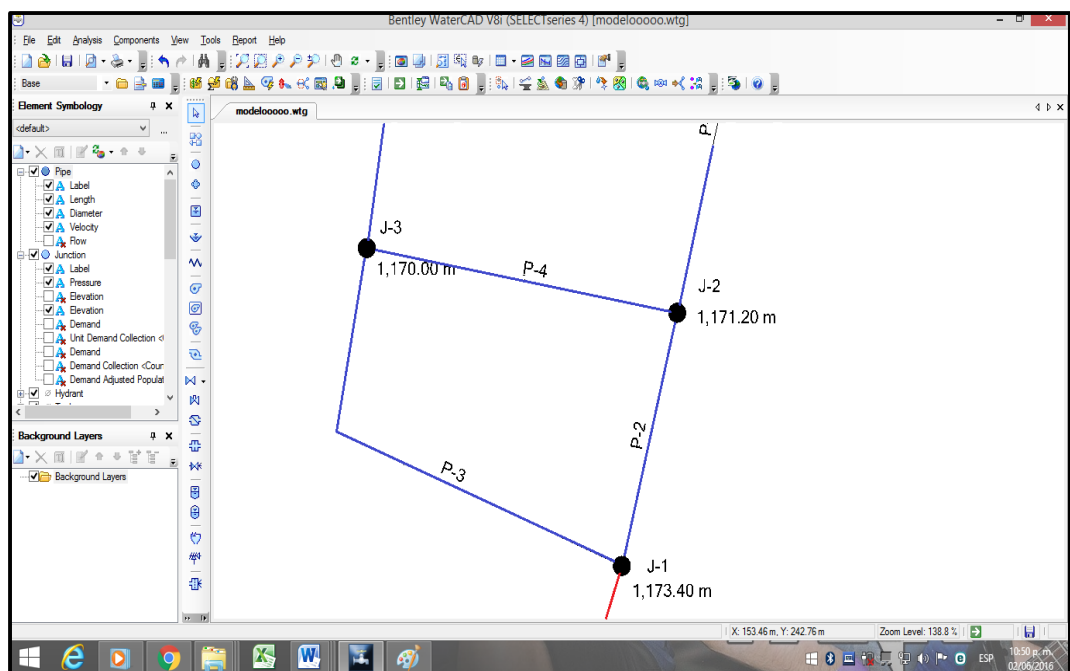


Figura 19. Tramo de Red de Distribución parte 1

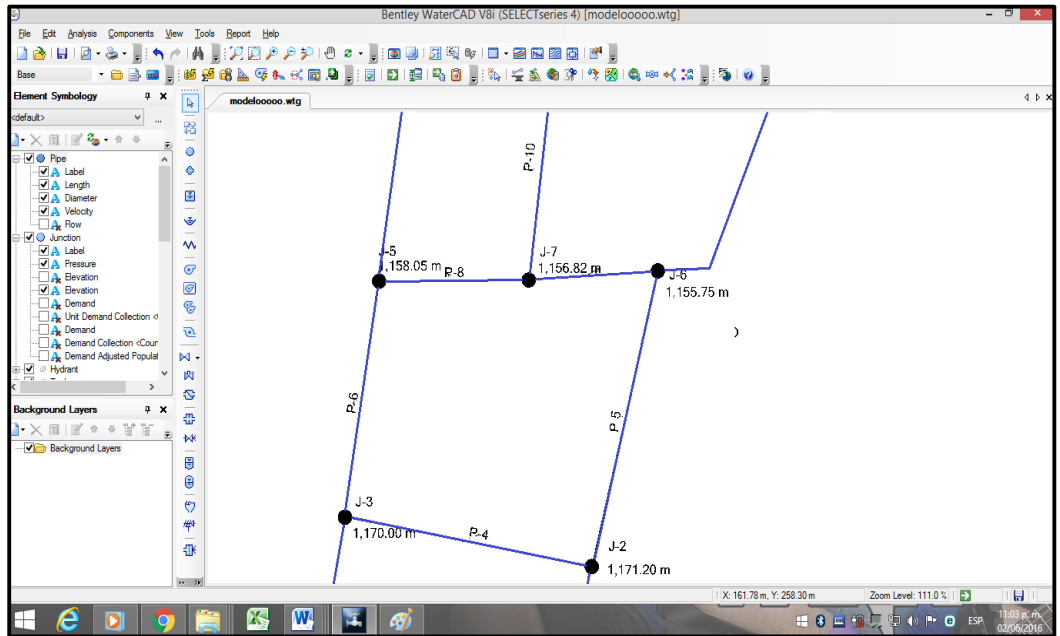


Figura 20. Tramo de Distribución parte 2

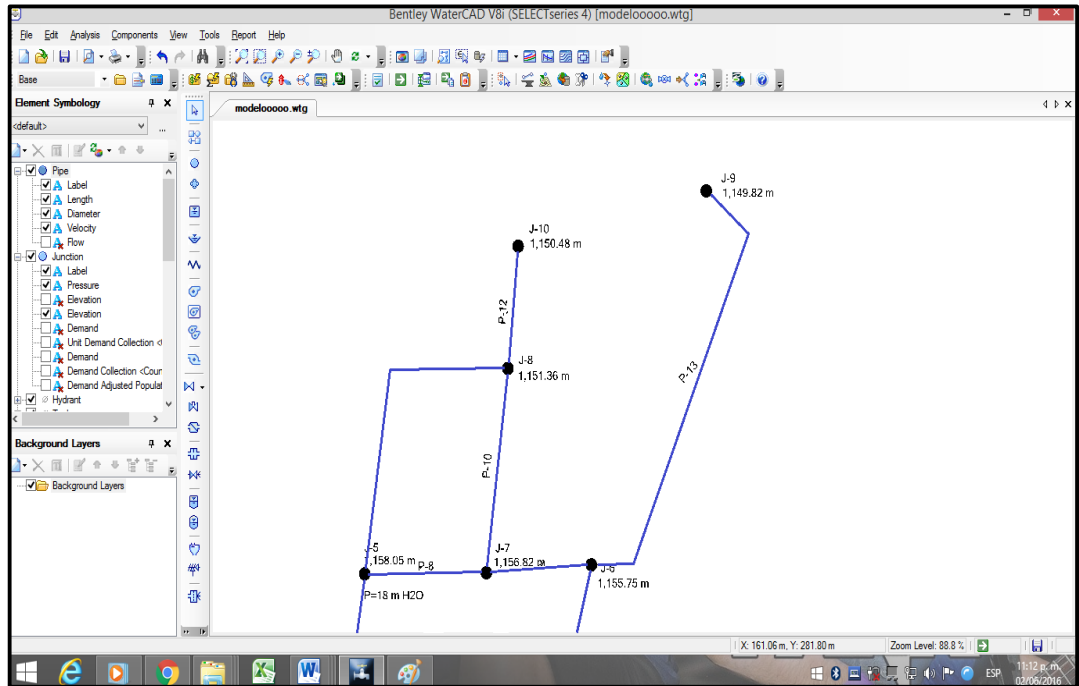


Figura 21. Tramo de Distribución de Red de Distribución parte 3

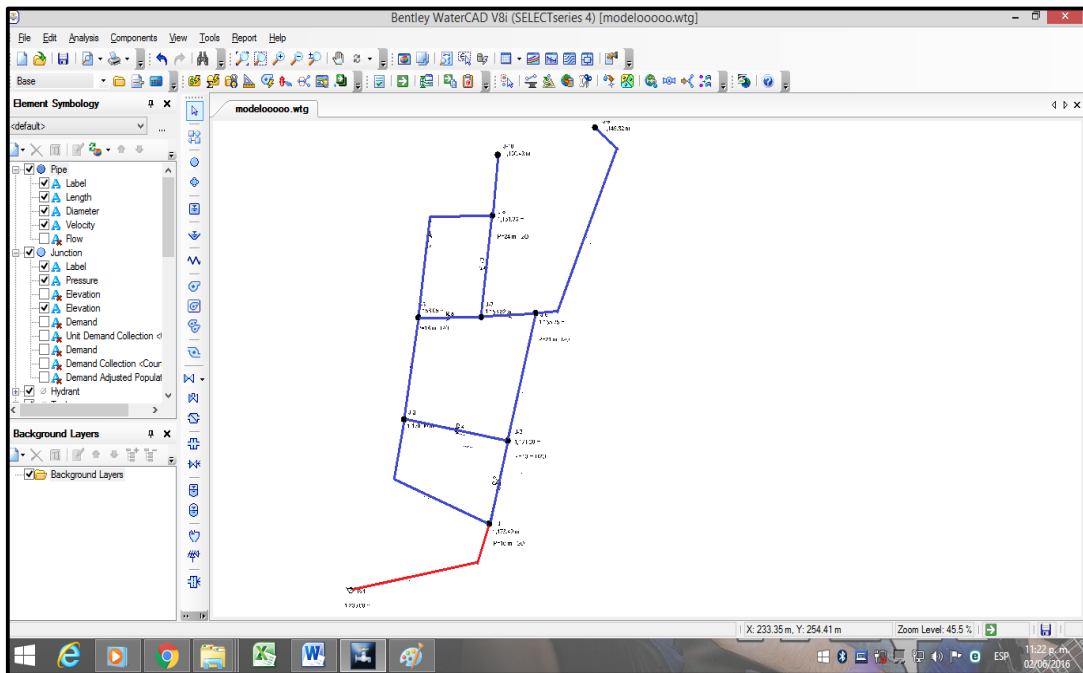


Figura 22. Tramo General de Red de Distribución y Línea de Aducción

- Una vez ya dibujado la línea de aducción como línea de distribución, pasamos a poner los datos como longitud de tuberías, diámetros.

The screenshot shows the FlexTable: Pipe Table in Bentley WaterCAD V8i. The table contains the following data:

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C
204: P-1	204: P-1	31.58	R-1	J-1	37.50	PVC	150.0
206: P-2	206: P-2	14.75	J-1	J-2	18.70	PVC	150.0
208: P-5	208: P-5	22.64	J-2	J-6	18.70	PVC	150.0
214: P-3	214: P-3	30.18	J-1	J-3	18.70	PVC	150.0
215: P-6	215: P-6	17.79	J-3	J-5	18.70	PVC	150.0
216: P-4	216: P-4	19.99	J-3	J-2	12.50	PVC	150.0
218: P-7	218: P-7	10.30	J-6	J-7	12.50	PVC	150.0
219: P-8	219: P-8	11.91	J-7	J-5	12.50	PVC	150.0
221: P-10	221: P-10	17.63	J-7	J-8	12.50	PVC	150.0
223: P-12	223: P-12	10.51	J-8	J-10	12.50	PVC	150.0
224: P-11	224: P-11	29.14	J-8	J-5	18.70	PVC	150.0
226: P-13	226: P-13	39.98	J-6	J-9	18.70	PVC	150.0

Figura 23. Datos de Longitud, Diámetros de Tubería

- En el siguiente Figura, ponemos la demanda de agua que llegara en cada nudo, y así poder modelar, y así podremos calcular la velocidad, como la presión, teniendo en cuenta que por R.N.E. debe cumplir que la velocidad mínima debe ser 0.60 m/s y máximo 3 m/s. como también las presiones mínima debe ser 10m.c.a y presión máxima 50 m.c.a.

	ID	Label	Demand (Base) (L/s)	Pattern (Demand)	Zone
1	203	J-1	0.074	Fixed	<None>
2	205	J-2	0.049	Fixed	<None>
3	207	J-6	0.123	Fixed	<None>
4	209	J-5	0.173	Fixed	<None>
5	213	J-3	0.099	Fixed	<None>
6	217	J-7	0.074	Fixed	<None>
7	220	J-8	0.123	Fixed	<None>
8	222	J-10	0.049	Fixed	<None>
9	225	J-9	0.123	Fixed	<None>
10	203	J-1	0.000	Fixed	<None>

Figura 24. Datos de Demanda en los nudos

- Colocamos los datos del reservorio como la cota.

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
202: R-1	202 R-1	1,200.00	<None>	1	1,200.00
227: R-6	227 R-6	0.00	<None>	(N/A)	(N/A)

2 of 2 elements displayed

Figura 25. Datos de Reservorio, Elevación

- Una vez colocado todos los datos visto en la hoja de cálculo de agua potable, podemos procesar y ver si verdaderamente cumple establecido en el R.N.E. como velocidad mínima, velocidad máxima, como presión mínimo y presión máximo.

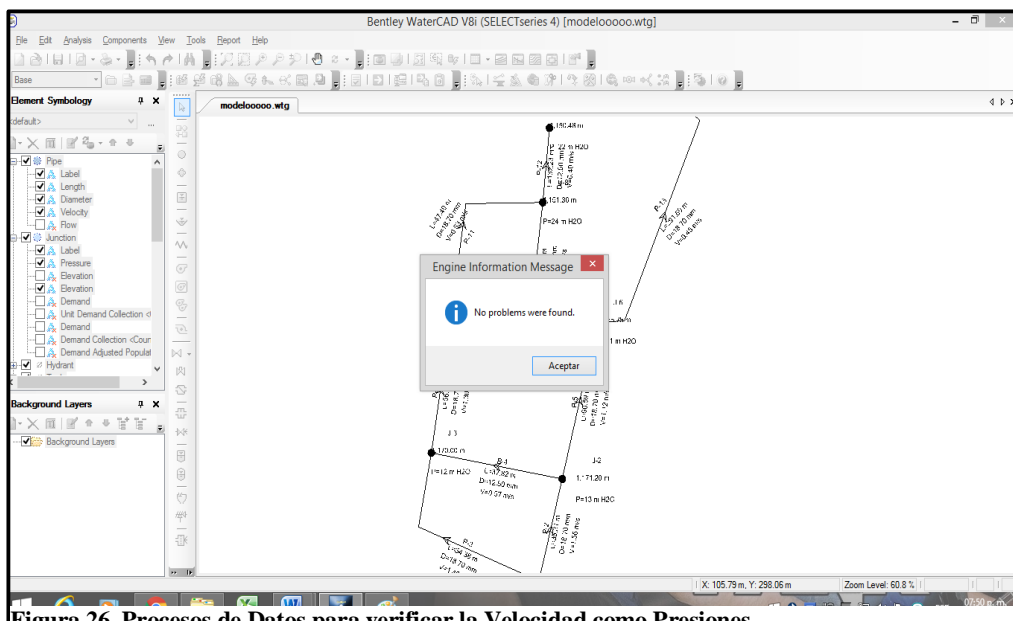


Figura 26. Procesos de Datos para verificar la Velocidad como Presiones

- Concluimos con el cálculo hidráulico como vemos en la Figura.

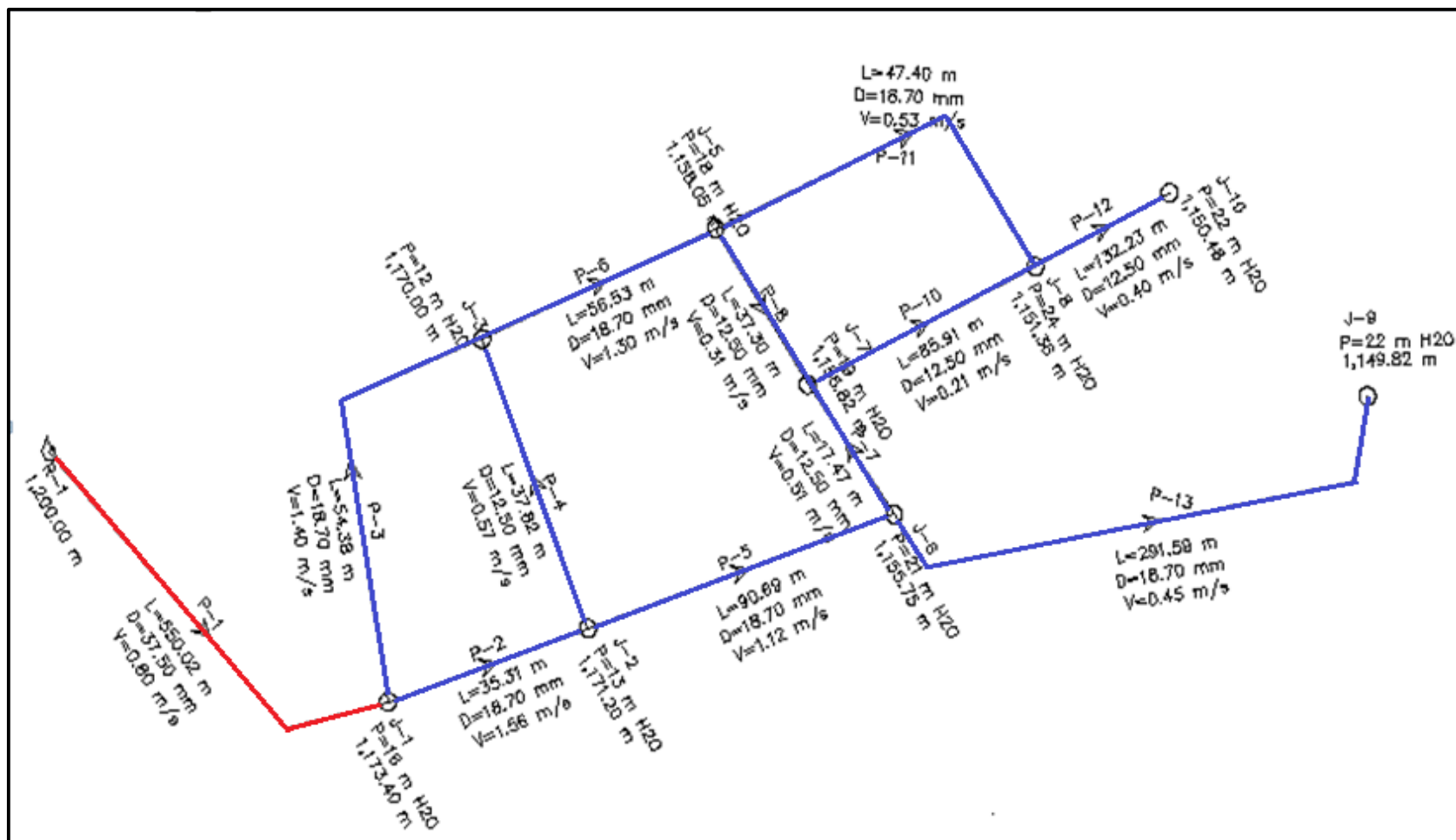


Figura 27. Calculo Hidráulico

Las características tuberías (P) se detallan a continuación:

**Tabla 17. Características de Tuberías**

<b>Tuberías</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Ks (mm)</b>
P – 1	550.02	0.0015
P – 2	35.31	0.0015
P – 3	54.38	0.0015
P – 4	37.82	0.0015
P – 5	90.89	0.0015
P – 6	56.53	0.0015
P – 7	17.47	0.0015
P – 8	37.30	0.0015
P – 10	85.91	0.0015
P – 11	47.40	0.0015
P – 12	132.23	0.0015
P – 13	291.58	0.0015

*Fuente: Programa de Watercad*

Las Características de nudos (J) se detallan a continuación:

**Tabla 18. Características de Nudos**

<b>Nudo</b>	<b>Cota (msnm)</b>	<b>Demanda (l/s)</b>
R -1	1,200.00	-
J – 1	1,173.40	0.074
J – 2	1,171.20	0.049
J – 3	1,170.00	0.099
J – 5	1,158.05	0.173
J – 6	1,155.75	0.123
J – 7	1,156.82	0.074
J – 8	1,151.36	0.123
J – 9	1,149.82	0.123
J – 10	1,150.48	0.049



**Tabla 19. Resumen del Calculo Hidráulico**

<b>NUDOS</b>	<b>TUB.</b>	<b>DIAMETRO</b>	<b>PULG.</b>	<b>VELOCIDAD</b>	<b>PRESION</b>
R1 – J1	P1	37.50 mm	1 1/2”	0.80 m/s	18 m H2O
J1 – J2	P2	18.70 mm	3/4”	1.56 m/s	13 m H2O
J1 – J3	P3	18.70 mm	3/4”	1.40 m/s	12 m H2O
J2 - J3	P4	12.50 mm	1/2"	0.57 m/s	12 m H2O
J3 – J5	P6	18.70 mm	3/4”	1.30 m/s	18 m H2O
J2 – J6	P5	18.70 mm	3/4”	1.12 m/s	21 m H2O
J5 – J7	P8	12.50 mm	1/2"	0.31 m/s	19 m H2O
J6 – J7	P7	12.50 mm	1/2"	0.50 m/s	19 m H2O
J5 – J8	P11	18.70 mm	3/4”	0.53 m/s	24 m H2O
J7 – J8	P10	12.50 mm	1/2"	0.21 m/s	24 m H2O
J8 – J10	P12	12.50 mm	1/2"	0.40 m/s	22 m H2O
J6 – J8	P13	18.70 mm	3/4”	0.45 m/s	22 m H2O

Fuente: Programa de Watercad

## Estudio Mecánicas de Suelos.

Se realizó una calicata de 1.20 m de profundidad, como visualizamos en la Figura 27, 28. Para así saber qué tipo de suelo es. Mediante la clasificación de suelos (SUCS).



Figura 28. Calicata a una Profundidad de 1.20 m



Figura 29. Calicata Terminada a 1.20 m

El estudio de Laboratorio de hizo en “*Geotecnia & Construcción – servicios Generales SAC. (GECONSA)*”. Optamos por realizar el estudio en dicho laboratorio por que se brindara con más confiabilidad en los resultados. Se realizó tres Estudios, ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO, LIMITE DE CONSISTENCIA, CONTENIDO DE HUMEDAD, los resultados se visualizan en las siguientes hojas de Cálculos.



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotecnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM 421 - 58

**TITULO DE TESIS:**

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO LA HACIENDA,  
DISTRITO DE SANTA ROSA - PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA ROSA - PROVINCIA DE JAEN - DPTO. DE CAJAMARCA

ALUMNOS: - POMA VILCA, VIVIANA ARACELY MARILU  
- SOTO QUIÑONES, JONATAN MICAEL

FECHA: 27 DE ABRIL DEL 2016

Calicata : PC - 01

Peso muestra inicial : 200,00 gr

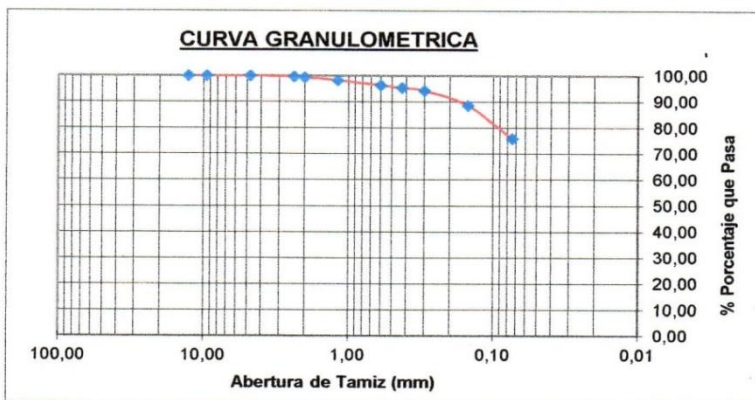
Muestra : M1

Peso muestra lavada : 48,09 gr

Prof. : -0,00 A -1,20 m.

Finos perd.en lavado: 151,91 gr

TAMIZ Nº	ABERTURA mm	PESO RET.	% RET. PARC.	% RET. ACUM.	% PASA	Descripción de la Muestra
2"	50,80					<b>Clasificación SUCS</b> ARCILLA MEDIANAMENTE PLASTICA (CL)
1 "	25,00					
3/4"	19,05					
1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	L.L. : 34,51%
3/8"	9,53	0,00	0,00	0,00	100,00	L.P. : 19,20%
Nº 4	4,75	0,00	0,00	0,00	100,00	I.P. : 15,31%
Nº 8	2,38	0,63	0,32	0,32	99,69	% Grava : 0,00
Nº 10	2,00	0,57	0,29	0,60	99,40	% Arena : 24,05
Nº 16	1,19	2,22	1,11	1,71	98,29	% Finos : 75,96
Nº 30	0,60	3,76	1,88	3,59	96,41	<b>Diametro y Coeficientes</b>
Nº 40	0,425	2,19	1,10	4,69	95,32	D10=
Nº 50	0,30	2,05	1,03	5,71	94,29	D30=
Nº 100	0,15	11,44	5,72	11,43	88,57	D60=
Nº 200	0,074	25,23	12,62	24,05	75,96	Cu :
PLATO	0,00	151,91	75,96	100,00	0,00	Cc :
TOTAL		200	100,00			



Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06  
Telf. Of. 21-3020 RPC: 993756247  
Movistar: 94-8180393 RPM: \*052626  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com





# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotecnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

## LIMITES DE CONSISTENCIA

ASTM 4318

**TITULO DE TESIS:**

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO LA HACIENDA, DISTRITO DE SANTA ROSA - PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

UBICACIÓN: DISTRITO DE SANTA ROSA - PROVINCIA DE JAEN - DPTO. DE CAJAMARCA

ALUMNOS: - POMA VILCA, VIVIANA ARACELY MARILU  
- SOTO QUIÑONES, JONATAN MICAEL

FECHA: 27 DE ABRIL DEL 2016

Calicata : PC - 01

Muestra : M1

CLASIFICACION SUCS : ARCILLA MEDIANAMENTE PLASTICA (CL)

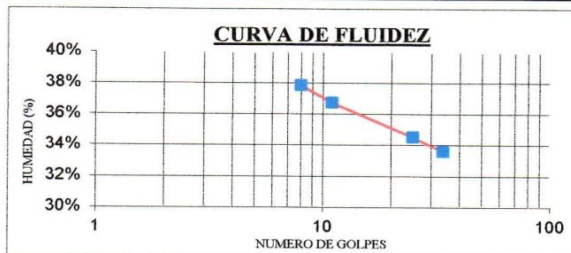
LL	LP	IP
34,51%	19,20%	15,31%

**LIMITE LIQUIDO**

TARA No	5	2	1	6
Tara + suelo húmedo	62,35	59,04	51,60	48,20
Tara + suelo seco	50,45	49,20	43,98	41,75
Agua	11,90	9,84	7,62	6,45
Peso de la tara	19,00	22,40	21,90	22,54
Peso del suelo seco	31,45	26,80	22,08	19,21
% humedad	37,84%	36,72%	34,51%	33,58%
No. golpes	8	11	25	34
LIMITE LIQUIDO	34,51%			

**LIMITE PLASTICO**

TARA No	3	4		
Tara + suelo húmedo	23,90	22,71		
Tara + suelo seco	23,72	22,48		
Agua	0,18	0,23		
Peso de la tara	22,76	21,31		
Peso del suelo seco	0,96	1,17		
% humedad	18,75%	19,66%		
LIMITE PLASTICO	19,20%			



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
Ing. Jorge L. Quirozco Urdanivia  
CIP: 91018

Urb. Villa de Contadores Mza. N - Lote 06  
Telf. Of. 21-3020 RPC: 993756247  
Movistar: 94-8180393 RPM: \*052626  
E-mail: geconsac\_laboratorio@hotmail.com



# GECONSAC

Geotecnia & Construcción - Servicios Generales S.A.C.

Estudios Geotécnicos, Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto, Concreto, Materiales de Construcción  
Análisis Químico de Agua e Hidráulica y Construcciones en General

## CONTENIDO DE HUMED

NTP 339.127 (ASTM D2216)

**TITULO DE TESIS:**

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL CASERIO  
LA HACIENDA, DISTRITO DE SANTA ROSA - PROVINCIA DE JAEN, DEPARTAMENTO  
DE CAJAMARCA"

**UBICACIÓN:** DISTRITO DE SANTA ROSA - PROVINCIA DE JAEN -  
DPTO. DE CAJAMARCA

**ALUMNOS:** - POMA VILCA, VIVIANA ARACELY MARILU  
- SOTO QUIÑONES, JONATAN MICAEL

**FECHA:** 27 DE ABRIL DEL 2016

CALICATA		PC-01
MUESTRA		M1
PROFUNDIDAD (m)		1,20
Peso Muestra Húmeda + Cápsula	(gr)	109,95
Peso Muestra Seca+ Cápsula	(gr)	106,58
Peso del Agua	(gr)	3,37
Peso Cápsula	(gr)	21,92
Peso Madera Seca	(gr)	84,66
Porcentaje de Humedad	%	3,98



GECONSAC  
GEOTECNIA & CONSTRUCCION S.A.C.  
Ing. Jorge L. Qadipuzúa Urdanivis  
CIP. 91018

# CAPITULO V

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- TOPOGRAFIA

Trazo de línea de conducción.

Debido al caudal existente del manantial existente es menor al caudal de demanda, estamos considerando una nueva fuente de agua, de la quebrada Condavid

Se estimado pequeñas zonas de expansión donde considera, la población futura.

- VELOCIDADES MINIMAS

Se observa los resultados de la simulación hidráulica aplicando el WATERCAD, que las velocidades, son menores a la velocidad mínima a 0.60 m/s, recomendado por el reglamento nacional de Edificaciones. Pero esto está justificado. Porque tenemos caudales pequeños. Y además debemos considerar diámetros mínimos, de acuerdo al reglamento de Edificaciones, lo que nos resulta Velocidades menores al límite permisible. Para lo cual se debe considerar ubicación de válvulas de purga en las zonas más bajas según la topografía de la zona.

Este resultado se compensa con buenas presiones de servicios al final de los tramos.

# CAPITULO VI



## 6. CONCLUSIONES

- Se ha realizado los estudios topográficos y concluimos que es una topografía accidentada.
- La calicata extraída de donde se consideró la ubicación del reservorio se envió al laboratorio de GEOTECNIA & CONSTRUCCIÓN – SERVICIOS GENERALES S.A.C. El cual nos entregó como resultados lo siguiente: El tipo de suelo es ARCILLA MEDIAMENTE PLÁSTICA (CL), con un L.L: 34.54%, L.P: 19.20%, I.P: 15.31%, con un Contenido de Humedad de 3.98%.
- Se hizo el diseño hidráulico de la línea de conducción, Aducción y red de distribución del casorio La Hacienda, aplicando el programa de WaterCAD. Obteniendo la longitud total de tubería diámetro. numero de nudos.
  - Longitud de Tuberías.
    - ✓ Línea de conducción: 139.14 metros
    - ✓ Línea de Aducción: 550.02 metros
    - ✓ Red de Distribución: 889.55 metros
  - Diámetro de Tuberías.
    - ✓ Línea de Conducción: 3/4"
    - ✓ Línea de Aducción: 1 1/2"
    - ✓ Red de Distribución: Varía entre: 1/2" y 3/4"
  - Numero de Nudos.
    - ✓ 9 nudos.
  - Velocidades Mínima y máxima
    - ✓ La velocidad Mínima es de 0.21 m/s
    - ✓ La velocidad Máxima es de 1.57 m/s
  - Presión Mínima y Presión Máxima.
    - ✓ La presión Mínima es de 12 m.c.a
    - ✓ La presión Máxima es de 24 m.c.a

Dotación, razón de crecimiento. Se obtiene la velocidad mínima y una presión máxima.

- Se determinó el volumen de reservorio a 15 m<sup>3</sup> de capacidad.
- Se realizó el estudio de impacto ambiental considerando el proceso de construcción y operación, teniendo resultados positivos debido a la buena calidad de agua que van a consumir los pobladores de la zona. Reduciendo de esta manera las enfermedades intestinales y alérgicas en la población.

# **CAPITULO VII**

## 7. RECOMENDACIONES

- Dentro de un proyecto tan ambicioso como este , siempre se desea que haya una mejora continua del mismo ; por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, la complementación del sistema con más distribuciones para la demanda a futuro del caserío y otras Comunidades cercanas.
- Se recomienda ampliar el estudio de suelos con la ubicación de más calicatas, porque depende la extensión de la zona de estudio.
- Se recomienda realizar el estudio de la evacuación del agua residual, mediante un sistema de alcantarillado sanitario.
- Se recomienda realizar un estudio de abastecimiento de agua con una planta de tratamiento de agua potable básico como el sistema de filtro lento para complementar el proyecto.
- Se recomienda aplicar las normas técnicas para control de impacto ambiental.
- Realizar una campaña de concientización sobre el consumo de agua en el caserío que se les presta el servicio, para que el sistema tenga un mejor funcionamiento y la comunidad una mejor calidad de vida.

# CAPITULO VIII

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

### LIBROS.

- Mecánica de Fluidos. Mott Roberth L. Sexta Edición. México 2006.
- Flujo de Fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. CRANE, Editorial 2009. México.
- Hidráulica de tuberías Abastecimiento de Agua, Redes, Riegos. Juan Saldarriaga. Editorial Alfaomega, Bogotá 2007.
- Población de diseño métodos y cálculos poblacional. ing. Sabino Basualto Montes (2012). universidad nacional de ingeniería.
- Jorge Arboleada G. manual de evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín, Colombia 2008.
- Marco Antonio Bello U, María Teresa Pino Q. Medición de Presión y caudal. Punta Arena Chile 2000.
- Roger agüero en “Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados 2004”
- Salvador tixe en “guía de diseño para líneas de conducción e impulsión de sistemas de abastecimiento de agua rural”.
- Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales.
- José Manuel Jimenez Teran en “Manual para el diseño de sistema de agua potable y alcantarillado sanitario.
- Eduardo García Trisolini en “Manual de agua potable en poblaciones rurales” lima 2009.
- Manual de diseño para proyectos de hidráulica.
- CAPECO, 2015. Reglamento Nacional de Edificaciones. Editorial Mercurio. Lima - Perú

## TESIS

- Hurtado, W. y Martínez, L (2012) en la tesis “*proceso constructivo del sistema de agua potable y alcantarillado del distrito de chuquibambilla – Grau – Apurímac*” (Tesis para optar el título de ingeniero civil).  
Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
- Ayala, L (2009) en su tesis de “*optimización del acueducto por gravedad del municipio de Timaná (huila)*”.(Tesis para Obtener el título de ingeniero civil).  
Universidad de La salle, Bogotá.
- Batres, J (2010) en la tesis “*Rediseño de sistema de abastecimiento de agua potable, diseño del alcantarillado sanitario y de aguas lluvias para el municipio de san Luis del Carmen, departamento de Chalatenango*” (Para obtener el título de Ingeniería Civil).  
Universidad del el salvador, El salvador

## PAGINAS WEB

- Entidad-ITACA  
<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%20%20Gravedad/disenosistemaagua.html>
- Entidad Presentadora de Servicio de saneamiento De Lambayeque (Epsel).  
<http://www.epsel.com.pe/Presentacion/Default.aspx>
- Organización Mundial de la Salud (OMS).  
<http://www.who.int/about/es/>

# **ANEXOS**



## MATRIZ DE CONSISTENCIA DEL PROYECTO.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
<p><b><u>Problema General:</u></b> ¿Cuál es el mejor sistema de captación y distribución de agua potable para satisfacer la demanda de los pobladores del Caserío La Hacienda, Distrito de Santa Rosa – Provincia de Jaén – Departamento de Cajamarca?</p>	<p><b><u>Objetivo General:</u></b> Realizar el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, del Caserío La Hacienda - Distrito Santa Rosa–Provincia Jaén– Departamento Cajamarca.</p> <p><b><u>Objetivos Específicos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar los estudios de ingeniería: topografía y mecánica de suelos.</li> <li>• Diseño del sistema de abastecimiento de agua               <ul style="list-style-type: none"> <li>-Diseño hidráulico de la línea de conducción.</li> <li>-Calcular el volumen del reservorio.</li> <li>-Diseño de la línea de aducción y red de Distribución.</li> <li>-Estudio básico de Impacto ambiental.</li> </ul> </li> </ul>	<p><b><u>Hipótesis General:</u></b> Con el sistema de tuberías planteado desde la captación, conducción y distribución de agua potable satisficera la demanda de los pobladores del caserío La Hacienda – Distrito Santa Rosa- Provincia Jaén – Departamento Cajamarca.</p>	<p><b><u>Variable Independiente:</u></b> Curvas de nivel, desniveles. Cantidad de viviendas en la localidad. Habitantes por viviendas.</p> <p><b><u>Indicadores:</u></b> Topografía de la zona. N° de viviendas Población</p> <p><b><u>Variable Dependiente:</u></b> Aforo del manantial. Línea de conducción Velocidad permisibles Presión de servicio</p> <p><b><u>Indicadores:</u></b> Caudal. Diámetro Velocidad Presión</p>

## PANEL FOTOGRAFICO



Anexo 1. Cámara colectora Existente (Exterior)



Anexo 2. Cámara Colectora Existente (Interior)



Anexo 3. Llaves de Cámara colectora



Anexo 4. Reservorio Existente



Anexo 5. Nivel de Agua del Reservorio



Anexo 6. Caja de Cámara de Reservorio





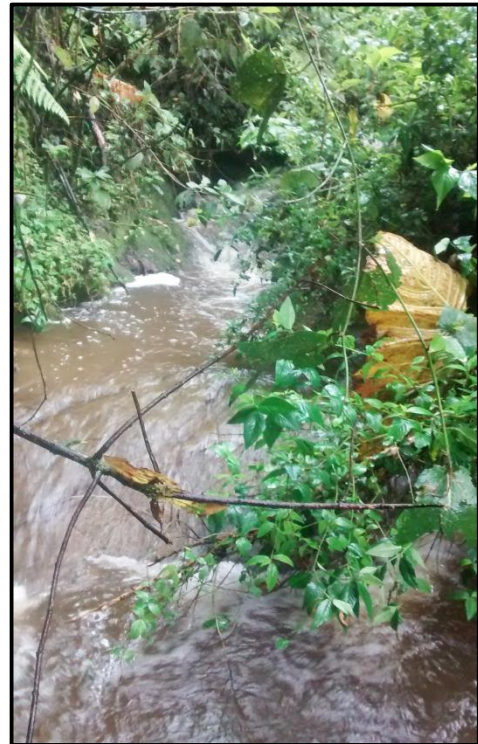
**Anexo 7. Cantidad de agua que llega al reservorio**



**Anexo 8. Almacenamiento de agua en las viviendas**



**Anexo 9. Caños de las viviendas**



**Anexo 10. Quebrada Condauid**



**Anexo 11. Captación de la quebrada Condauid**





Anexo 12. Calicata



Anexo 13. Calicata a un 1.20 m



Anexo 14. Levantamiento Topográfico.



Anexo 15. Levantamiento topográfico





**Anexo 16. Estación total topcon gts-240**



**Anexo 17. Caserío la hacienda**



**Anexo 18. Municipalidad de Santa Rosa**

# PLANOS