



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA**

**CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO:  
COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA -  
DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA -  
REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. DEYMER ALBERTO DOMINGUEZ DOMINGUEZ

ORCID: 0000-0002-0861-2613

ASESOR:

Mgtr. CARMEN CHILON MUÑOZ

ORCID: 0000-0002-7644-4201

PIURA -PERÚ 2019

## **TÍTULO DE TESIS**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD  
VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO  
PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA -REGIÓN PIURA,  
AGOSTO 2019**

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR:**

Bach. DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO

ORCID: 0000-0002-0861-2613

### **ASESOR:**

Mgtr. CHILON MUÑOZ CARMEN

ORCID: 0000-0002-7644-4201

### **JURADO EVALUADOR**

Mgtr. CHAN HEREDIA MIGUEL ANGEL

ORCID:0000-0001-9315-8496

Mgtr. CORDOVA CORDOVA WILMER OSWALDO

0000-0003-2435-5642

Dr. ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO

0000-0002-2634-7710

**FIRMA DE JURADO Y ASESOR**

Mgtr. CHAN HEREDIA MIGUEL ANGEL

Presidente del jurado

Mgtr. CORDOVA CORDOVA WILMER OSWALDO

Miembro del jurado

Dr. ALZAMORA ROMAN HERMER ERNESTO

Miembro del jurado

Mgtr. CHILON MUÑOZ CARMEN

Asesor

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad ULADECH– Filial Piura., y a la escuela de ingeniería civil y en ella a los distinguidos docentes quien con su profesionalismo y entusiasmo nos guían, a cada uno de los cuales acudimos con sus conocimientos los cuales nos aran personas de bien para la sociedad.

Agradecer a mi familia. a mis padres y hermanos. A mis padres, que siempre me han apoyado y estado a mi lado, desde que empezara a estudiar esta hermosa carrera como es la de Ingeniería Civil, brindándome sabios consejos, no solo vividos a causa de mis estudios sino como consecuencia de la vida. A mis hermanos, por sus palabras de aliento constante, durante toda la carrera y a mis amigos los cuales han estado conmigo a pesar de las dificultades, los amigos son los que a menudo te ayudan de una u otra forma.

A mi asesor, ING CARMEN CHILON MUÑOZ. quien con su experiencia ha sido la ayuda idónea, durante este proceso que ha llevado a realizar esta tesis, me ha brindado el tiempo necesario para que este anhelo llegue a ser felizmente culminada.

A todas las personas que de una u otra forma me han ayudado para que este proyecto se culmine satisfactoriamente.

## **DEDICATORIA**

Con mucha gratitud y de todo corazón este trabajo se lo dedico.

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mis padres los cuales han sido mi guía durante este trayecto siendo el soporte idóneo para lograr mis objetivos proyectados.

A mis hermanos. Miki, Jesús, Jhan y Tania que siempre estuvieron alentándome y dispuestos a ayudarme y a escucharme en todo momento.

“Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

“(Albert Einstein)

## RESUMEN

La presente tesis consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto - Santa Rosa - distrito Pacaipampa - provincia Ayabaca - región Piura, en el cual se utilizó el sistema abierto por gravedad, se decidió utilizar este método debido a que las viviendas en esta parte de la comunidad se encuentran dispersas.

Esta comunidad no cuenta con una red de abastecimiento de agua potable lo cual es un problema, por lo que objetivo de esta investigación consiste en diseñar el sistema de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto, tomando como normatividad los parámetros ya establecidos en nuestro país y a través de ello contribuir con el desarrollo de los pobladores al mejorar la calidad de agua para su consumo.

En la presente investigación se realizará bajo un enfoque fue de tipo descriptivo, nivel cuantitativo, diseño no experimental y de corte transversal.

Este sistema fue diseñado a partir de normas rurales para el abastecimiento de agua potable considerando diferentes características que tiene la zona las cuales influyen directamente en el diseño, se tomó criterios los cuáles garanticen un funcionamiento óptimo durante la vida útil del sistema de abastecimiento.

Por tal razón se ha proyectado un diseño a 20 años, para poder obtener estos resultados se realizó trabajo de campo como censos para conocer el número de viviendas y habitantes en esta parte de la comunidad, actualmente la comunidad cuenta con 209 habitantes y en la vida útil del sistema tendrá una población final de 209 al ser un valor negativo entre el censo del 2017 y el padrón realizado en campo.

En esta investigación se diseñó la Construcción de la captación, en la línea de conducción se instalará 5999.90 metros de PVC de 1" tipo 10, Construcción de un reservorio con capacidad de 7 m<sup>3</sup>, se instalará tubería PVC tipo 10 tanto como aducción y conducción será: PVC ½" 1328.26 mls, PVC ¾" 1834.91 mls, PVC 1" 564.62 mls, la red de aducción y distribución tendrá una longitud de 3805.75 mls con un caudal de 0.64 m/s.

Se instalará a 54 lotes incluyendo ambientes estatales en esta distribución se abastecerá a todas las viviendas de la comunidad.

Se concluye que el diseño del sistema de agua potable, se diseñó usando los softwares AutoCAD y WaterCad y normas las cuales ayuden a cumplir con los estándares establecidos por el ministerio de vivienda, siendo estos los que nos ayudan a obtener una distribución de tal forma que es óptima, permitiendo abastecer de manera diaria y continua a toda la comunidad.

**PALABRA CLAVE:** Red de abastecimiento de agua potable, calidad de vida

## ABSTRACT

The present thesis consists of the design of the drinking water supply system in rural areas. Case: Vega community of the point - Santa Rosa - Pacaipampa district - Ayabaca province - Piura region, in which the open gravity system was used, it was decided to use this method because the houses in this part of the community are scattered.

This community does not have a drinking water supply network which is a problem, so the objective of this research is to design the drinking water system in rural areas. Case: Vega community point, taking as standard the parameters already established in our country and through it contribute to the development of the inhabitants by improving the quality of water for their consumption.

In the present investigation it will be carried out under a descriptive approach, quantitative level, non-experimental design and cross-sectional approach.

This system was designed based on rural norms for the supply of drinking water, considering different characteristics that the area has, which directly influence the design. Criteria were taken which guarantee optimum functioning during the useful life of the supply system.

For this reason, a 20-year design has been projected, in order to obtain these results, field work was carried out as censuses to know the number of homes and inhabitants in this part of the community, currently the community has 209 inhabitants and in life The system will have a final population of 209, as it is a negative value between the 2017 census and the field register.

In this investigation, the Construction of the collection was designed, Installation of 5999.90 linear meters of the conduction line, Construction of a reservoir with a capacity of 7 m<sup>3</sup>, type 10 PVC pipe will be installed as well as adduction and conduction will be: PVC ½" 328.26 mls, PVC ¾" 1834.91 mls, PVC 1" 564.62 mls The adduction and distribution network will have a length of 3805.75 mls with a flow rate of 0.64 m / s.

54 lots will be installed including state environments in this distribution was improved in order to supply all the homes in the community.

It is concluded that the design of the drinking water system was designed using AutoCAD and WaterCad software and standards which help to comply with the standards established by the housing ministry, these being the ones that help us obtain a distribution in such a way that It is optimal, allowing daily and continuous supply to the entire community.

**KEYWORD:** drinking water supply network, quality of life

## CONTENIDO

TÍTULO DE TESIS .....	ii
EQUIPO DE TRABAJO .....	iii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA .....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	ix
Índice de gráficos, tablas y cuadros. ....	xii
I. Introducción.....	1
II. Revisión de literatura.....	7
2.1 BASES TEORICAS.....	7
2.2 MARCO TEORICO.....	12
2.2.1 Antecedentes .....	12
2.2.1.1 Antecedentes internacionales.....	12
2.2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	13
2.2.1.3 Antecedentes Locales.....	15
2.3 MARCO CONCEPTUAL.....	18
2.3.1 Opciones técnicas para el desarrollo del sistema de abastecimiento de agua.....	18
2.3.2 Diseño .....	31
III. Hipótesis.....	66
IV. Metodología .....	66
<b>4.1 Diseño de la investigación.....</b>	<b>66</b>
<b>4.2 Universo, Población y muestra.....</b>	<b>67</b>
4.2.1 Universo .....	67

4.2.2 Población.....	67
4.2.3 Muestra.....	67
<b>4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores .....</b>	<b>67</b>
<b>4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....</b>	<b>69</b>
<b>4.5 Plan de análisis .....</b>	<b>70</b>
<b>4.6 Matriz de consistencia.....</b>	<b>72</b>
<b>4.7 Principios éticos.....</b>	<b>74</b>
<b>V. RESULTADOS.....</b>	<b>75</b>
<b>5.1 Resultados .....</b>	<b>75</b>
<b>5.2 Análisis de resultados .....</b>	<b>147</b>
<b>VI. Conclusiones .....</b>	<b>149</b>
6.1 conclusiones .....	149
6.2 Recomendaciones.....	150
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>151</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>153</b>

Índice de gráficos, tablas y cuadros.

Figura 1:Ubicación geográfica de la región Piura. ....	3
Figura 2: Ubicación de la provincia de Ayabaca. ....	4
Figura 3: Ubicación vega del punto -Pacaipampa. ....	4
Figura 4:Visualización en planta, comunidad vega del punto. ....	5
Figura 5: Algoritmo de selección de sistemas de agua potable para el ámbito rural. ....	11
Figura 6: Captación de agua superficial. ....	19
Figura 7: Captación de agua de lluvias. ....	20
Figura 8: Captación de agua subterránea .....	21
Figura 9: Recarga del manantial. ....	21

Figura 10 :Captación de manantial de fondo .....	24
Figura 11: Aforo de agua con el método volumétrico .....	25
Figura 12: Sistema por gravedad sin tratamiento .....	27
Figura 13: Sistema a gravedad con planta de tratamiento. ....	28
Figura 14: Sistema a bombeo sin planta de tratamiento .....	29
Figura 15: Sistema por bombeo con tratamiento .....	30
Figura 16: variación de consumo diario. ....	39
Figura 17: variación de consumo horario. ....	40
Figura 18 :Esquema general de una captación de ladera .....	42
Figura 19: Elevación de captación.....	42
Figura 20: Flujo de agua en un orificio.....	43
Figura 21: Carga disponible en línea de conducción. ....	45
Figura 22: Presiones máximas de trabajo para diferentes clases de tuberías PVC. ....	46
Figura 23: Cámara de válvula de aire .....	50
Figura 24: Cámara de válvula de purga. ....	51
Figura 25: Cámara rompe-presión. ....	51
Figura 26: Curva de variaciones horarias del día de máximo consumo. ....	53
Figura 27: curva de consumos acumulados .....	54
Figura 28: Reservorio apoyado -Reservorio elevado .....	55
Figura 29: Reservorio enterrado. ....	56
Figura 30: Elementos del reservorio. ....	58
Figura 31: Presión de agua sobre la pared del reservorio. ....	60
Figura 32: Esquema de red ramificada. ....	62
Figura 33: Puntos de seccionamiento en la red de distribución.....	63
Figura 34: Conexión domiciliaria .....	65

## ÍNDICE FOTOGRAFÍAS

fotografía: 1 Reunión con la comunidad.....	156
fotografía: 2 Manantial Andurco -abastecimiento para la comunidad .....	156

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Selección del tipo de sistema proyectado.....	10
--	----

Tabla 2:Sustancias y propiedades químicas.....	26
Tabla 3:Vida útil de las estructuras.....	34
Tabla 4:Periodo de diseño de acuerdo al tipo de sistema. Sistema Periodo (Años).	34
Tabla 5:Dotacion por región. ....	38
Tabla 6:Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo.....	46
Tabla 7:Clases de tubería a usar. ....	47
Tabla 8:Definición y operacionalización de variables e indicadores.....	68
Tabla 9:Matriz de consistencia. ....	72
Tabla 10:N° de lotes habitados. ....	75
Tabla 11:Tasa de crecimiento. ....	76
Tabla 12: Estimación de las dotaciones .....	78
Tabla 13:Límites de los coeficientes de variación diaria y horaria .....	79
Tabla 14:Descripción línea de conducción. ....	88
Tabla 15: datos de reservorio y geometría para diseño del reservorio de 7 m3. ....	107
Tabla 16:N° de viviendas beneficiadas.....	110

## **I. Introducción**

La problemática existente es falta de un sistema de agua potable el cual garantice un buen servicio.

La cobertura de agua potable en los departamentos del Perú es insuficiente, siendo las más perjudicadas las poblaciones del ámbito rural ya que según el INEI, la cobertura para agua potable en el ámbito rural es de 38.8% <sup>1</sup>.

En virtud al problema descrito se consigna el nombre de esta investigación “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto - Santa Rosa - distrito Pacaipampa - provincia Ayabaca - Región Piura”, esta investigación busca realizar un diseño el cual pueda abastecer con un líquido de calidad para el consumo humano.

De acuerdo al interés de la población se hace necesario contar con un sistema de abastecimiento de agua potable, el cual cumpla con los estándares de las distintas normas y reglamentos que rigen en el país.

En la presente investigación se realizará bajo un enfoque, fue de tipo descriptivo, nivel cuantitativo, diseño no experimental y de corte transversal.

Para el inicio del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, es importante contar con información topografía, tamaño poblacional, salud poblacional, principales actividades de la población, actualidad con lo que respecta a sistemas de agua.

La línea de conducción tendrá una longitud de 5999.90 mls de tubería PVC, clase 10 con un diámetro de 1”, contando con un caudal de diseño de 0.42 m<sup>3</sup>/s, el cual estará conectado a un reservorio proyectado que tendrá una capacidad de 7 m<sup>3</sup>. La red de aducción y distribución tendrá una longitud de 3805.75 mls con un caudal de 0.64 m/s que será el caudal que abastecerá a la comunidad. Se beneficiará a un total de 54 edificaciones entre ellas a 7 instituciones públicas.

Con lo propuesto se abastecerá a toda la comunidad al tener la capacidad suficiente de abastecimiento, donde los beneficios principales serán contar con un líquido de buena

calidad, y disminución de distintas enfermedades ayudando a mejorar la calidad de vida de la población.

## **1.1 PLANEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1 Planteamiento de la investigación**

#### **A. Caracterización del problema:**

Pacaipampa, distrito interandino, se encuentra situado en la parte Sud Oriental de la Provincia de Ayabaca hacia el oriente del departamento de Piura a los 4°59' 0'' de latitud Sur y a los 79°41'0'' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 1967 m.s.n.m.

Sus límites son: por el Norte, con los distritos de Ayabaca y Lagunas y parte con Ecuador, por el Sur, con los distritos de Canchaque y Huancabamba; y por el Oeste, con los distritos de Frías y Chalaco.

#### **La comunidad de vega del punto se ubica:**

Región: Piura

Provincia: Ayabaca

Distrito: Pacaipampa

Comunidad: Vega del punto

Habitantes :209

N ° lotes :54

#### **Altitud y coordenadas:**

Norte: 9467748.94

Este: 644500.71

Cota: 1085.30

Actualmente no se cuenta con un diseño de abastecimiento de agua potable causando que la población de vega del punto, distrito de Pacaipampa, provincia de

Ayabaca, región Piura, se abastezca con agua del río que es lo que actualmente se consume, esta cuenta con presencia de partículas y microorganismos en mayor proporción en etapas de invierno, siendo no apta para el consumo humano lo cual origina problemas de salud en la población.

La comunidad de vega del punto se encuentra al costado del río Quiroz siendo este el sustento en agua para la comunidad, para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, se consideró el abastecimiento desde un manantial el cual se encuentra a 5999.90 mls a una altitud de 1711 mls, será este cual servirá de abastecimiento.

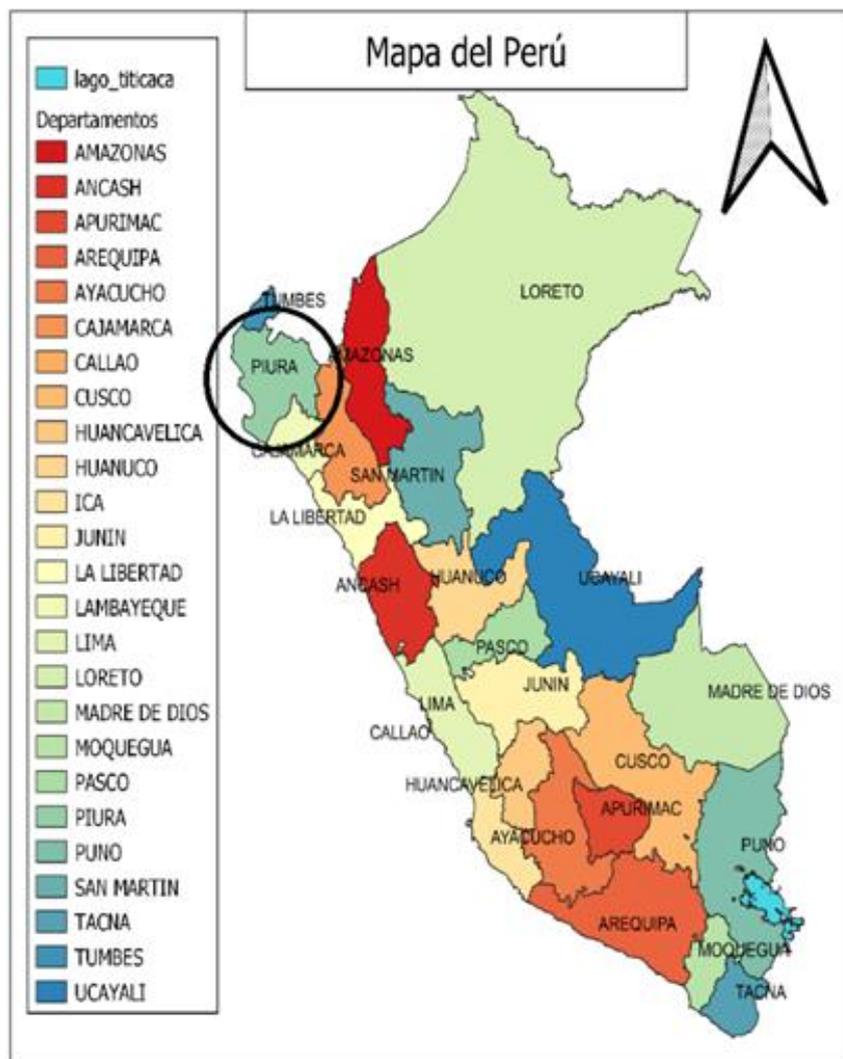


Figura 1: Ubicación geográfica de la región Piura.

Fuente: Elaboración propia, con ayuda del software Q-gis

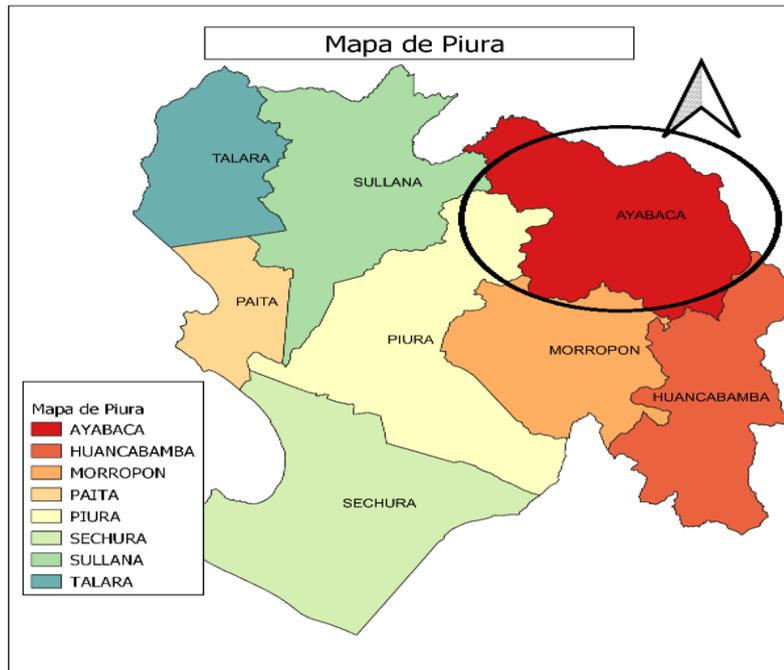


Figura 2: Ubicación de la provincia de Ayabaca.

Fuente: Elaboración propia, con ayuda del software Q-gis

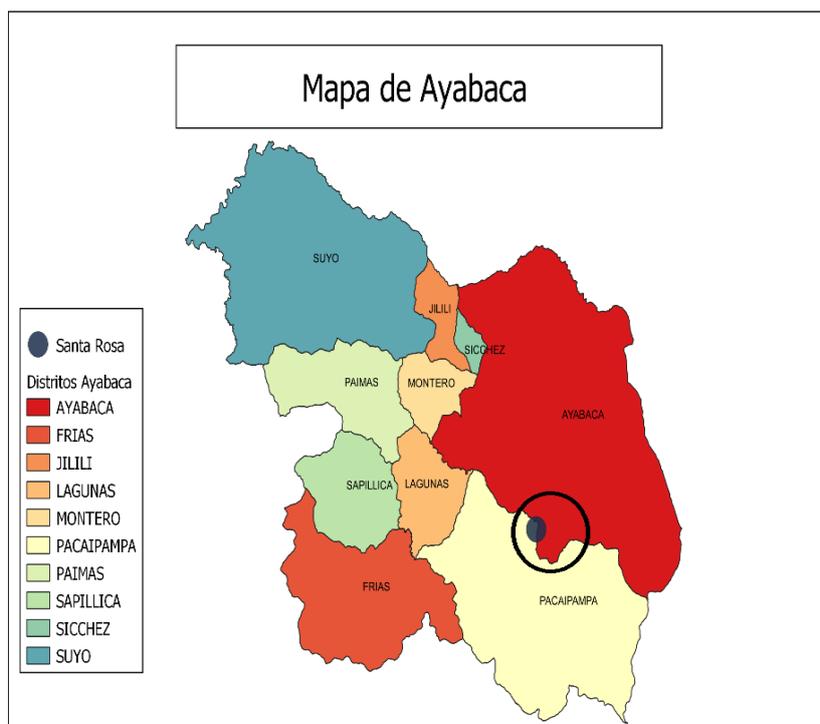


Figura 3: Ubicación vega del punto -Pacai pampa.

Fuente: Elaboración propia, con ayuda del software Q-gis

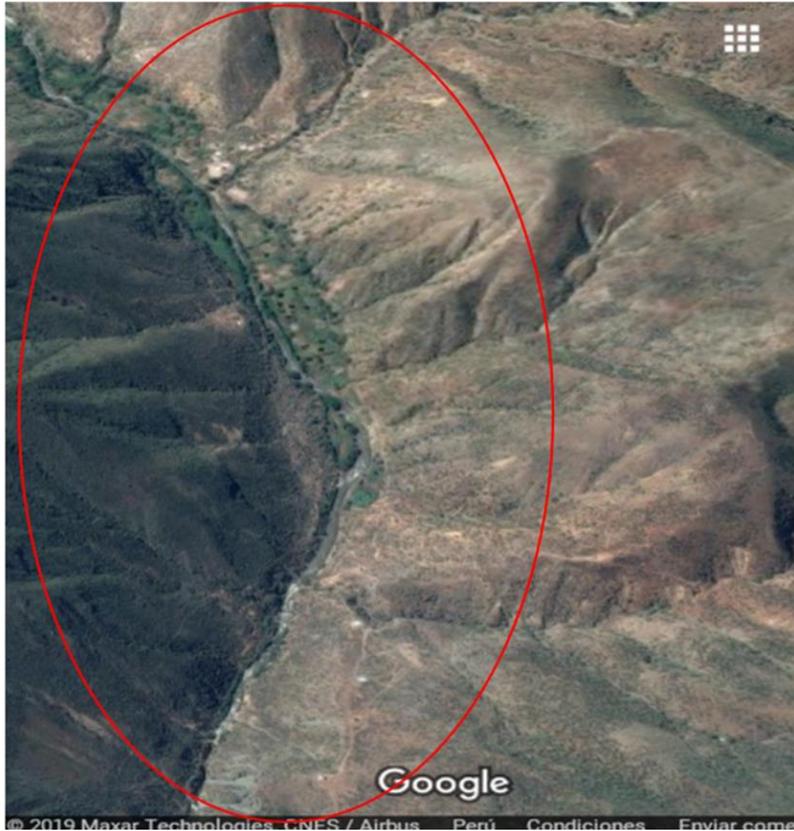


Figura 4: Visualización en planta, comunidad vega del punto.

Fuente: Google Earth

## **B. Enunciado del problema**

¿En qué medida el realizar un diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, mejora la calidad de vida de los pobladores en el ámbito de salud?

### **1.1.2 Objetivos de la investigación**

#### **A. Objetivo General:**

Diseñar el sistema de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto, tomando como normatividad los parámetros ya establecidos en nuestro país y a través de ello contribuir con el desarrollo de los pobladores en el ámbito de salud.

## **B. Objetivos específicos:**

- Realizar un padrón, el cual me brinde la información de la población a la cual se va a beneficiar con el proyecto.
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Diseñar la red de agua potable, el cual permita disminuir el déficit de abastecimiento.
- Diseñar la red del sistema de agua potable utilizando el software WaterCad.
- Diseñar las estructuras que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable.

### **1.1.3 Justificación de la investigación**

Es necesario que una comunidad como vega del punto cuente con el servicio de agua potable, el cual sea eficiente y de buena calidad y así no generar enfermedades a los que beben este líquido, ayudando a un desarrollo integral de la comunidad por lo tanto es importantísimo diseñar una red de abastecimiento de agua potable el cual pueda preverles un servicio de calidad.

El Sistema de Agua en el Perú resulta muy importante para el desarrollo como país, ya que aún existen brechas por cerrar que elevarán la calidad de vida del poblador peruano en temas de salud, higiene y alimentación.

El presente proyecto de tesis plantea criterios para el diseño sustentable de redes de distribución de agua potable. La metodología propuesta permite diseñar sistemas de distribución que cuenten con una fuente segura y sustentable, además minimizar los costos de operación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto y ser técnicamente viable.

## **II. Revisión de literatura**

### **2.1 BASES TEORICAS**

2.1.1 Norma técnica de diseño: “opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural”<sup>2</sup>.

#### **1. Objetivos**

En esta norma se presenta como objetivo determinar las opciones técnicas para los proyectos de sistema de abastecimiento de agua potable el cual es para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural del Perú.

#### **Objetivos específicos**

- Presentar la metodología para la adecuada selección de las opciones tecnológicas para los proyectos de saneamiento en el ámbito rural
- Presentar diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para el abastecimiento de agua potable
- Presentar diseños definitivos de los componentes que conforman las opciones tecnológicas para la disposición sanitaria
- Reducción del tiempo que toma la elaboración de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural
- Reducción de los costos de implementación de saneamiento en el ámbito rural.

#### **2. Aplicación**

la presente norma tiene ampliación obligatoria en proyectos de sistema de abastecimiento de agua potable, en los cuales el número de habitantes no exceda los 2000 habitantes.

#### **3. Definiciones básicas**

En la presente norma se considera algunas definiciones básicas:

- Accesorio: Componente plástico o metálico que permite el cambio de dirección o de diámetro del líquido conducido por una tubería. Entre otras, se definen

como tales las piezas como brida-enchufe, brida-extremo liso, codos, tees, yees, válvulas u otro excepto tuberías.

- Acuífero: Estrato subterráneo saturado de agua del cual ésta fluye fácilmente.
- Afloramiento: Son las fuentes, que en principio deben ser consideradas como aliviaderos naturales de los acuíferos.
- Ámbito geográfico: Es la zona geográfica donde se ubica el sistema y cuyas condiciones rigen el mismo
- Ámbito rural del Perú: Son el conjunto de centros poblados que no sobrepasan los dos mil (2 000) habitantes independientemente.
- Cámaras rompe presión: Estructura que permite disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (presión atmosférica), con la finalidad de evitar daños a la tubería.
- Captación: Conjunto de estructuras e instalaciones destinadas a la regulación, derivación y obtención del máximo caudal posible de aguas superficiales o subterráneas
- Caudal máximo diario: Caudal de agua del día de máximo consumo en el año.
- Caudal máximo horario: Caudal de agua de la hora de máximo consumo en el día de máximo consumo en el año.
- Caudal promedio diario anual: Caudal de agua que se estima consume, en promedio, un habitante durante un año.
- Línea de aducción: estructuras y elementos que conectan el reservorio con la red de distribución.
- Línea de conducción: estructuras y elementos que conectan las captaciones con los reservorios, pasando o no por las estaciones de tratamiento.
- conexión domiciliaria de agua: conjunto de elementos y accesorios desde la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano hasta la entrada del domicilio, cuya finalidad es de abastecer de agua a cada vivienda, lote o local público.
- Período de diseño: Tiempo durante el cual la infraestructura deberá cumplir su función satisfactoriamente. Se fijará según normatividad vigente dada por las autoridades Normativas del Sector.

- Periodo óptimo de diseño: Es el tiempo en el cual la capacidad de un componente del sistema de agua para consumo humano o saneamiento cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento, durante el horizonte de evaluación de un proyecto
- Población inicial: Número de habitantes en el momento de la formulación del proyecto.
- Población de diseño: Número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño
- Red de distribución: Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para consumo humano a las viviendas.
- Reservorio (o depósito): Infraestructura estanca destinada a la acumulación de agua para consumo humano, comercial, estatal y social. Por su función, los reservorios pueden ser de regulación, de reserva, de mantenimiento de presión o de alguna combinación de las mismas. Este revestimiento cumplirá la Norma NSF-61.
- Válvula de aire: Válvula para eliminar el aire existente en las tuberías. Puede ser manual o automática (purgador o ventosa), siendo preferibles las automáticas.
- Válvula de purga: Válvula ubicada en los puntos más bajos de la red o conducción para eliminar acumulación de sedimentos y permitir el vaciado de la tubería.
- Vida útil: Tiempo en el cual la infraestructura o equipo debe funcionar adecuadamente, luego del cual debe ser reemplazado o rehabilitado.
- nivel de servicio: Es la manera de cómo se brinda el servicio al usuario. Sus niveles de servicio se clasifican en público o domiciliario.

Algoritmo de Selección de Opciones Tecnológicas para abastecimiento de agua para consumo humano

El árbol de decisión para abastecimiento de agua para consumo humano se muestra a continuación. En ella se debe evaluar los criterios de selección indicados en los ítems

1.1., y 1.2., con la finalidad de identificar la opción tecnológica más apropiada para la zona de intervención <sup>16</sup>.

Tabla 1:Selecion del tipo de sistema proyectado.

Condición técnica	Descripción
Tipo de fuente	Se considero el sistema N° 2: fuente subterránea: manantial de ladera.
Ubicación de la fuente	La fuente se encuentra a un nivel de cota elevado, por lo cual se desarrollará por sistema de gravedad.
Nivel freático	Es aproximada a la superficie por lo cual se considera un manantial de ladera.
Frecuencia e intensidad de lluvias	Las lluvias por lo general son en invierno en periodo de diciembre a marzo
Disponibilidad de agua	De acuerdo a lo estudiado la fuente es lo suficiente para su correcto abastecimiento.
Zona de vivienda inundable	La zona se considera no inundable al tener pendientes consideradas al tener un drenaje rápido.
Calidad de agua	La calidad es de manantial por lo que quiere desinfección.

Fuente: Elaboración propia

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

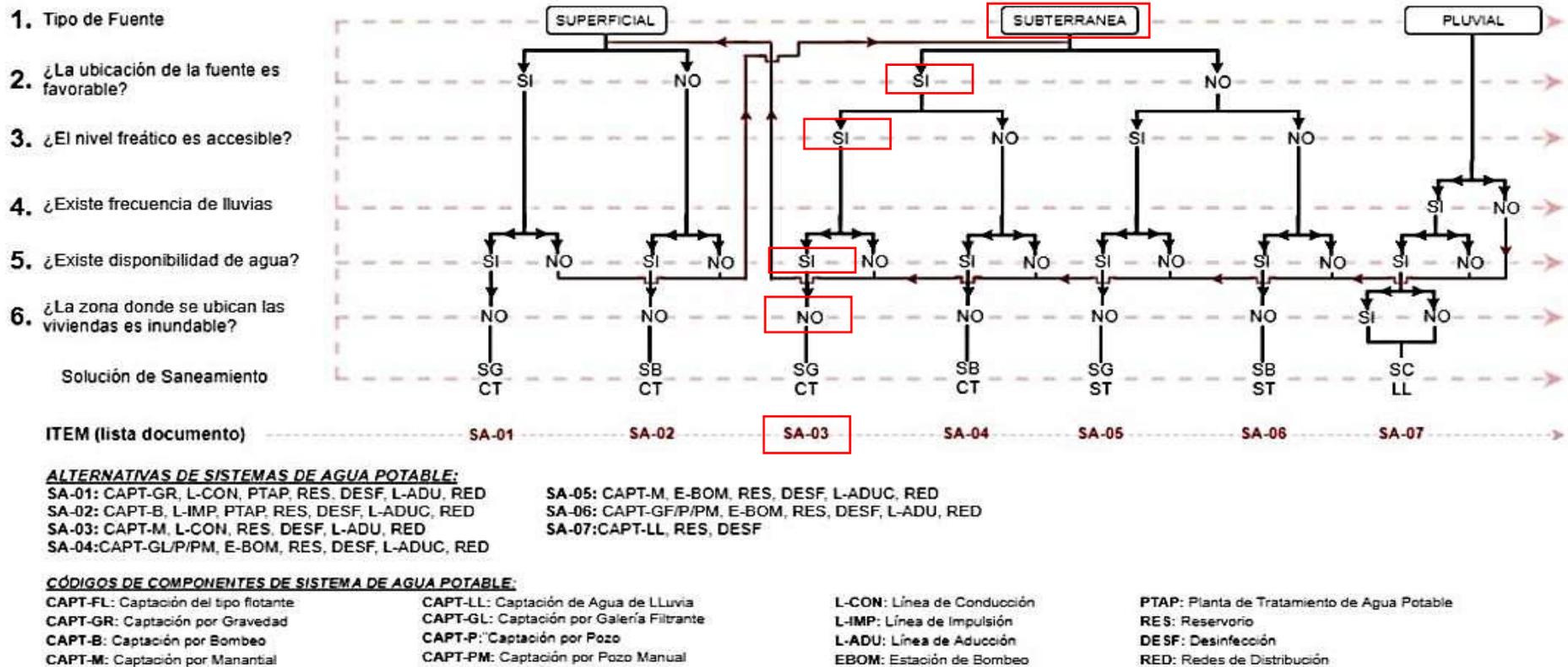


Figura 5: Algoritmo de selección de sistemas de agua potable para el ámbito rural

Fuente: Ministerio de vivienda y construcción y saneamiento del Perú, lima 2018.

## 2.2 MARCO TEORICO

### 2.2.1 Antecedentes

En la actualidad aún hay muchos centros poblados rurales que son de bajos recursos económicos los cuales no cuentan con un abastecimiento de agua potable, por tal motivo día a día se plantean estudios en zonas rurales, permitiendo realizar proyectos los cuales sean de beneficio para la comunidad.

#### 2.2.1.1 Antecedentes internacionales

- A. Martines, O. <sup>3</sup> en esta investigación titulada **“Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio la Tejera, municipio de San Juan Ermita, departamento de Chiquimula”**, (Guatemala 2011). Se planteó como objetivo general: Diseñar los sistemas de abastecimiento de agua potable del barrio La Tejera y alcantarillado sanitario para el barrio El Centro, municipio de San Juan Ermita, Chiquimula. Contando con dos fases muy importantes: la fase de investigación, contiene la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio; la segunda fase, servicio técnico profesional, abarca el desarrollo del diseño hidráulico de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario. Ambos proyectos fueron seleccionados con base en el diagnóstico. Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se partió del levantamiento topográfico. Con esta información de campo se procedió al cálculo del caudal de diseño y posteriormente al diseño hidráulico, comprobando las relaciones  $d/D$ ,  $q/Q$  y  $v/V$ ; todos bajo las normas y parámetros que lo rigen. Posteriormente se elaboraron los planos y el presupuesto. Esta investigación me servirá armar mi marco teórico ya que presenta información que tiene relación directa con mi variable.
- B. Celi, Byron. Pesantes, Fabian <sup>4</sup>. En esta investigación se realiza el **“Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en el Cantón el Chaco, Provincia de Napo”** ( Ecuador 2012).

Tiene como objetivo general: realizar el cálculo y diseño de la red de alcantarillado y abastecimiento de agua potable del cantón del chaco para la lotización finca, municipal y de esta forma ayudar al Desarrollo de esta pequeña ciudad y sus objetivos específicos fueron: calcular y diseñar la red de alcantarillado y agua potable, cálculo de los diferentes elementos estructurales. En el presente proyecto se presenta una descripción detallada de los estudios y diseños a realizarse de tal manera que al efectuarse este proyecto sea eficiente y confiable cumpliendo con distintos parámetros.

Se llevó a cabo en una comunidad que no se cuenta con los recursos necesarios y se menciona la importancia de realizar un diseño en una zona rural, por ende, esta investigación me ayudara para realizar correctamente mis bases teóricas.

- C. Alvarado, Paola <sup>5</sup>. En su tesis denominada **“Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá”** (Loja -Ecuador 2013) .Se planteó como objetivo general: Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, Provincia de Loja. Teniendo como objetivos específicos: Identificar las zonas a servir de la población. 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, Obtener el presupuesto referencial para la construcción del sistema de abastecimiento. Elaborar un manual de operación y mantenimiento. Con esta investigación me servirá para complementar mis variables de estudio.

#### **2.2.1.2 Antecedentes Nacionales**

- A. Castañeda, Luis <sup>6</sup> . En este proyecto de tesis **“Diseño del sistema de agua y desague de la comunidad nativa de Matereni, Junín- “** (Lima 2018) .El objetivo general de siguiente estudio es: diseñar un sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado adecuado para la Comunidad Nativa de Matereni, ubicada en la región de Junín. En los cuales contempla los siguientes objetivos

específicos : Diseño del sistema de captación, Diseño de la línea de conducción, Diseño del sistema de tratamiento de la planta de agua, Diseño del reservorio, Diseño del sistema de distribución lo cual se diseña aplicando las Normas Peruanas y las recomendaciones del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, y del Organismo Panamericano de la Salud y de la importancia que tienen este tipo de proyectos para un desarrollo social de la población rural .En el cual me valdré de esta investigación para dar forma a mis bases teóricas al guardar relación con el proyecto en investigación.

B. Mesa de la cruz, Jorge <sup>7</sup> . En su investigación **“Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso”** (Lima 2010) . El objetivo general es el siguiente: 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. Este estudio siendo de una importancia relevante para conformar el desarrollo del proyecto de esta investigación.

C. Illanes, Percy <sup>8</sup>. En la monografía denominada **“Evaluación y diseño hidráulico del sistema de suministro de agua potable en el C.P. el Cedrón”** (Lima 2016) . Teniendo por objetivos, “El abastecimiento de agua potable al centro poblado El Cedrón”. Considerando como objetivo específico, Determinar el caudal de diseño en base a la población de diseño, la dotación y consumo de agua. La presente monografía técnica, está referida a la evaluación y diseño de las estructuras de captación y tratamiento del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado. La municipalidad distrital

de Aramango, instaló un sistema de agua potable en el año 2000, con apoyo de los pobladores de la zona. Al momento de su instalación, no se tuvieron en cuenta criterios técnicos, es por ello que a los 2 meses de haber sido instalado el sistema de abastecimiento de agua, colapsó, actualmente se encuentra inoperativo. Debido a esta situación los pobladores acarrean agua de las fuentes cercanas, como el río Aramango, la quebrada La Villa y manantiales secos, que no tienen ninguna garantía de salubridad, esto ha sido reflejado en los altos índices de mortalidad infantil. Esto permitirá que se reduzca las altas tasas de mortalidad infantil en el centro poblado, exista la cobertura de agua necesaria y se reduzca las pérdidas del sistema, para el progreso del centro poblado El Cedrón y del país. - El mejoramiento del sistema de agua potable, cubre las exigencias de cobertura y calidad de agua potable, para beneficio de los pobladores del C.P. El Cedrón. Consideramos esta investigación debido a la importancia de su nivel de estudio el cual nos ayudara a conformar una investigación más sólida.

### 2.2.1.3 Antecedentes Locales

- A. Carhuapoma, Erick <sup>9</sup> . En esta investigación **“Diseño del sistema de agua potable y eliminación de excretas en el sector chiqueros, Distrito Suyo, Provincia Ayabaca, Región Piura”** (Piura 2018). Tiene por objetivo general : Realizar el cálculo y diseño del sistema de agua potable y eliminación de excretas, del caserío Chiqueros en el distrito de Suyo, provincia de Ayabaca, región Piura, tomando como parámetros los establecidos en la normatividad de nuestro país y contribuir con ello al desarrollo de la localidad rural considerando por objetivos específicos : Abastecer con agua apta para el consumo humano a cada vivienda e instituciones del caserío Chiqueros, además de dotar de un sistema de eliminación de excretas por familia, en beneficio de la salud y del medio ambiente.

En este proyecto se explica, que para realizar un diseño se toma opciones netamente técnicas, para un correcto funcionamiento de un sistema de

abastecimiento y saneamiento teniendo en cuenta todos los parámetros establecidos por las normas peruanas.

Es fundamental para toda solución de sistemas de agua potable en poblaciones rurales, conocer, visitar y obtener la mayor información acerca de cada una de las fuentes de abastecimiento ,al ser las población quienes al brindar su información acerca de sus experiencias nos ayudara a entender las condiciones que se encuentran durante un pedido de un año ,esto es importante a la hora de tomar cualquier decisión ,para llevar a cabo un estudio de abastecimiento de agua potable, siendo esta investigación la cual nos ayudara a fundamentar nuestro estudio.

- B. Machado, Adrián <sup>10</sup> . En esta investigación denominada “**Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago, Distrito de chalaco, Morropón – Piura**” (Piura 2018). teniendo como objeto general : Realizar el diseño de la red de abastecimiento de agua potable del Centro Poblado de Santiago, Distrito de Chalaco, utilizando el método del sistema abierto ,considerando como objetivos específicos : Aplicar en el diseño el método del sistema abierto para redes de abastecimiento agua potable, tanto en red de conducción como en la red de distribución, Elaborar el diseño de la captación, aplicando todos los criterios técnicos requeridos en la normatividad peruana ,Diseñar la red de conducción, red de aducción, la red de distribución, válvulas de purga de aire y barro así como cámaras rompe presión, Diseñar y presentar los cálculos correspondientes al diseño de abastecimiento de agua potable de acuerdo a la normatividad vigente en zonas rurales. Este estudio nos ayudara a relacionar nuestras bases teóricas.

Se contempla una solución técnica para la problemática que atraviesa esta zona, tomando en cuenta toda información básica que facilite el diseño, tomando en conocimiento todos los factores para su diseño, Se plantea este estudio con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de los pobladores, satisfaciendo sus necesidades básicas, Para poder impulsar al desarrollo en esta zona, es importante tener un abastecimiento y saneamiento. Con esta investigación, complementaremos nuestro marco teórico.

C. Alberca, Olmer <sup>11</sup> .“**Diseño del sistema integral de agua potable para los sectores de aradas de Chonta, Lanche y Naranjo- Montero- Ayabaca - Piura**” (Piura 2019). Tiene por objetivo general: Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para los sectores de Aradas de Chonta, Lanche y Naranjo de Chonta que mediante su ejecución mejorará el nivel de vida de los habitantes que se encuentran en estas zonas, sus objetivos específicos son: Plantear metodologías para el diseño óptimo de redes de abastecimiento de agua potable en la sierra piurana, Evaluar las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable de los sectores involucrados , calcular el volumen de almacenamiento del reservorio para que el servicio sea continuo, Conocer las ventajas y desventajas de la utilización de programas en el diseño de redes de abastecimiento de agua , Dibujar planos de las redes y de las estructuras proyectadas.

Finalmente, el diseño del sistema permitirá suministrar agua a diario y continua, donde la distribución del caudal será apropiada para cada localidad, donde las estructuras del sistema fueron diseñadas para garantizar que las presiones y velocidades en las tuberías sean las adecuadas para el buen funcionamiento del sistema. se utilizó esta investigación para dar complemento a nuestra investigación utilizando algunas teorías las cuales ayuden a tener un mayor sustento del estudio.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

Para poder comprender el estudio del proyecto es necesario relacionarnos con algunos conceptos que permitan una mejor interpretación y comprensión.

### **2.3.1 Opciones técnicas para el desarrollo del sistema de abastecimiento de agua**

Las fuentes de agua constituyen elemento primordial, para la elección de un sistema de abastecimiento de agua y antes de comenzar cualquier estudio es importantísimo definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

Es importante elegir una fuente adecuada la cual abastezca a toda la población, una vez ya elegida la fuente, otro factor importante es la topografía del área de estudio para elegir el tipo de sistema que se utilizara, ya sea sistema por gravedad, bombeo o mixto, teniendo en cuenta la topografía y conociendo las características se elegirá la opción más considerable.

#### **1. Tipos de fuente**

Son aquellos suministros que brindan agua a través de la explotación de los recursos hídricos del medio que nos rodea y que es usado por la humanidad para sus diferentes necesidades como: usos para fines energéticos, industriales, agrícolas, alimenticios, etc.

El consumo de agua potable es un problema a nivel mundial y por ende recae la importancia en su diseño, tratamiento y en el estudio de sus fuentes. De acuerdo al consumo, las fuentes de abastecimiento de agua se pueden clasificar en los siguientes:

#### **A. Aguas superficiales**

Están constituidas por los arroyos, ríos, lagos, etc. Que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, especialmente existen zonas habitadas o de pastoreo animal aguas arriba. Sin embargo, a veces no existe otra fuente alternativa en la comunidad, siendo necesario para su utilización, contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua <sup>12</sup>. El agua de esta fuente por lo general presenta

contaminación elevada principalmente en los parámetros de turbidez, metales pesados y bacteriológicos y para ser utilizada, requiere de un tratamiento previo mediante sistemas de tratamiento con filtración lenta o rápida; y finalmente la desinfección.

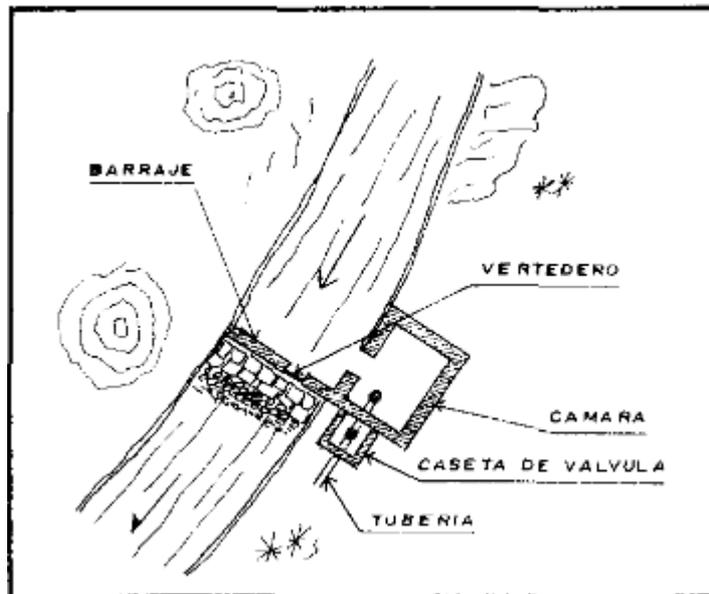


Figura 6: Captación de agua superficial.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento pág. 29

## B. Aguas de Lluvia

Estas aguas en teoría son consideradas como las más puras y de mayor calidad que de las aguas superficiales y aguas subterráneas; sin embargo, en la actualidad éstas pueden estar afectadas por gases atmosféricos dañinos producto de la contaminación natural y humana, como ejemplo estos gases pueden ser: nitrógeno en mayor concentración, hidrocarburos producto de la contaminación, dióxido de azufre y óxidos de nitrógenos que al reaccionar con el vapor del agua estas forman los ácidos, etc.

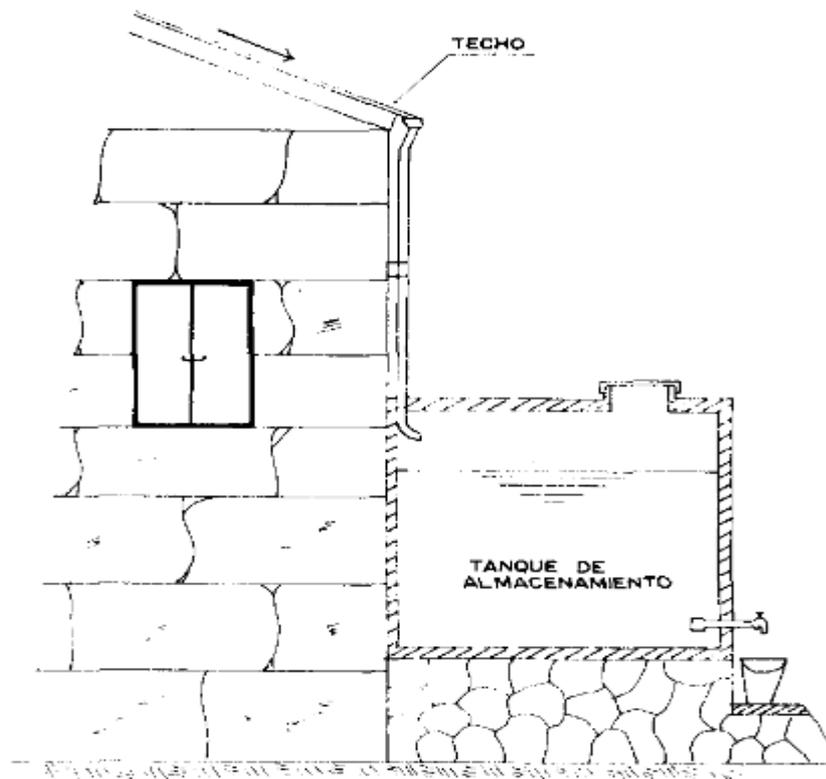


Figura 7: Captación de agua de lluvias.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento pág. 28

### C. Aguas subterráneas

Son aquellas aguas que discurren por debajo de la superficie del suelo y que afloran como manantiales o que son extraídas a través de pozos o galerías filtrantes. Estas aguas están generalmente presentes en buena calidad con presencia mínimas de bacterias dañinas para el ser humano. Sin embargo, están expuestas a la contaminación por presencia de minerales dañinos, infiltración de aguas no tratadas, etc <sup>13</sup>.

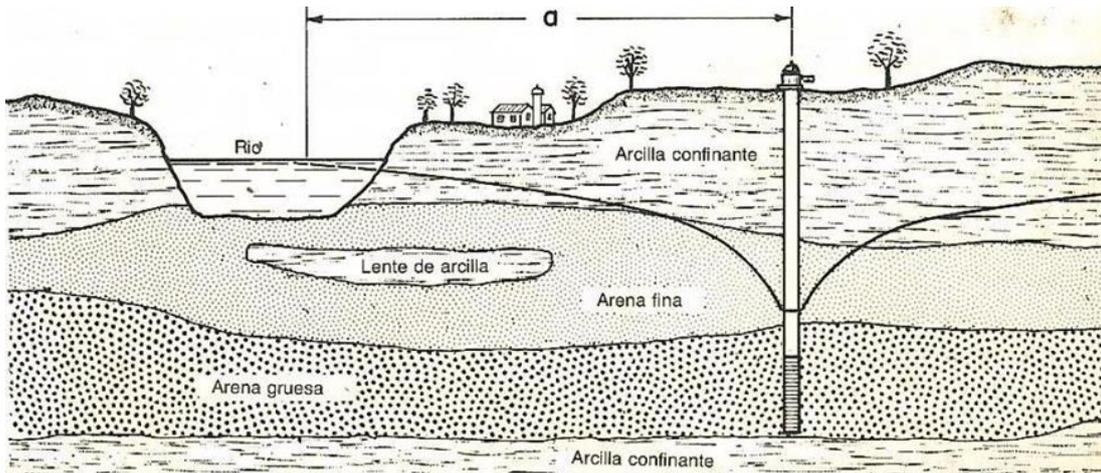


Figura 8: Captación de agua subterránea

Fuente: Edward Johnson, El agua subterránea y los pozos, primera edición

## 2. FUENTE DE AGUA

### 2.1 Manantiales

Los manantiales se encuentran ubicados en las partes altas de la población, generalmente tiene un agua de buena calidad y es considerada en el abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento.

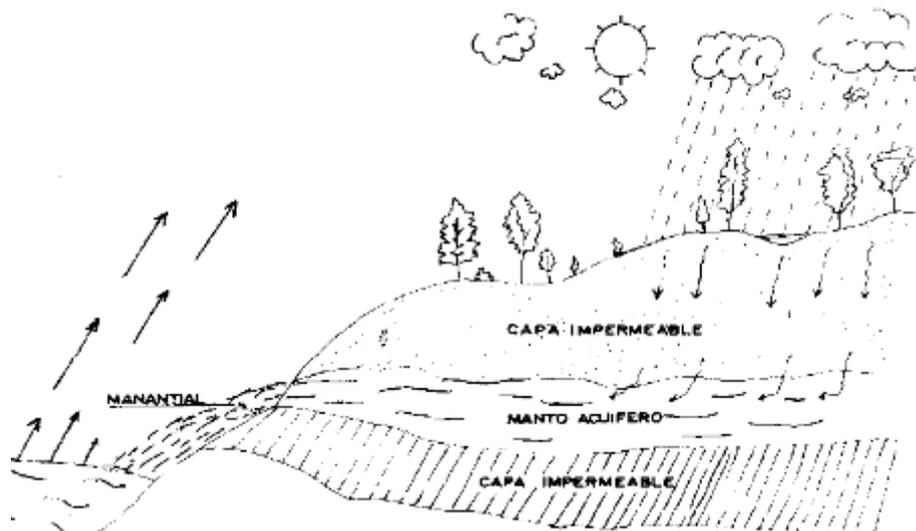


Figura 9: Recarga del manantial.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento pág. 29

*Las principales condiciones que tiene que cumplir las obras de captación de manantiales son las que a continuación se mencionan.*

1. No alterar la cantidad y la calidad del agua ni por disposición constructiva, ni por el tipo de material empleado, no utilizar materiales los cuales deformen o puedan producir alguna obstrucción de la vena líquida.
2. Evitar la penetración de las aguas exteriores al manantial, así como cualquier organismo el cual pueda ser perjudicial.
3. Se debe conservar las condiciones físicas del agua captada, temperatura, etc.
4. Regular el caudal el cual se va a conducir promoviendo un aliviadero y llaves de paso para regular la cantidad de agua.
5. Además de todas estas protecciones localizadas, debe establecerse lo que se denominan zonas de protección, en las que no se debe permitir el cultivo, la entrada de ganados ni las construcciones. Es difícil dar un número de aplicabilidad generalizada para estas zonas, pero como mínimo conviene señalar 100 m a partir de los manantiales o zanjas de captación <sup>14</sup>.
6. El detalle típico de la captación ha de amoldarse a la manera de aflorar el manantial. Según la tipología de manantiales podemos tener.

#### **A) Manantial de ladera**

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera, la arqueta se coloca cortando la vena líquida, disponiendo un relleno de grava antes de los orificios de entrada a la cámara para producir una ligera filtración, muchas veces la vena líquida está sumamente extendida o de manera difusa por lo que hay que recurrir a concentrarla; para ello existen dos soluciones:

- La primera consiste en la colocación de muros laterales que corten la capa impermeable, de forma que concentren el agua.
- La segunda consiste en la construcción de zanjas de avenimiento en la prolongación de los muros, si la dispersión es muy grande.

*Una vez se han concentrado las aguas, la captación constará de tres partes:*

- Protección del afloramiento.
- Depósito: sirve para regular el agua que va a utilizarse.
- Cámara de acceso: sirve para manipular las llaves de paso.

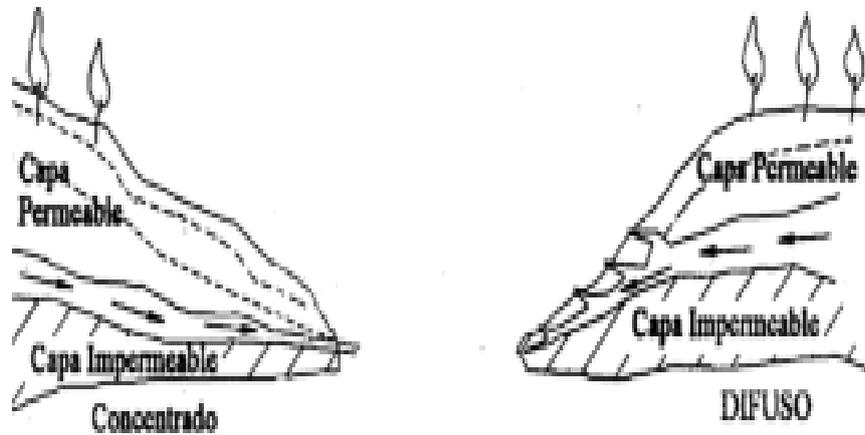


Figura 10: Captación de manantial de ladera

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento pág. 31

### 2.1.2 Manantial de fondo

Es cuando las fuentes de agua es un manantial de fondo o de emergencia, para la cual existen diversas soluciones.

La construcción más sencilla consiste en realizar un arca de concreto sin fondo sobre el lugar del afloramiento, sobre ella se recomienda instalar una capa de tierra para que ayude a mantener la temperatura en esta misma arca van los dispositivos de toma, desagüé y aliviadero.

Se recomienda es la construcción en la que se dispone una cámara de acceso, distinta de la de afloramiento del manantial.

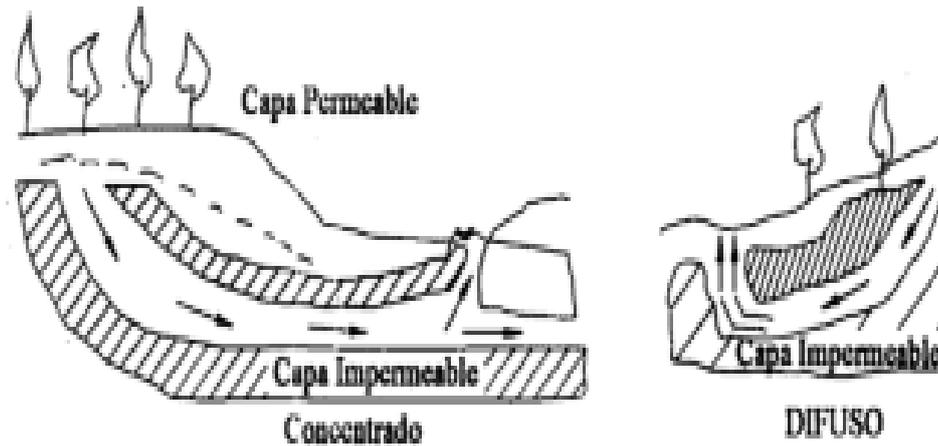


Figura 10 :Captación de manantial de fondo

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento pág. 31

### 3. EVALUACIÓN DE LA FUENTE

#### 3.1 ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DE AGUA

Roger Agüero Pittman establece varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos de abastecimiento de agua potable.

##### 3.1.1. Método volumétrico

Para aplicar este método es necesario encauzar el agua generando una comente del fluido de tal manera que se pueda provocar un chorro. Dicho método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido.

Posteriormente, se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal.

Donde: 
$$Q = \frac{V}{t}$$

Q =Caudal en Vs.

V=Volumen del recipiente en litros.

t =Tiempo promedio en seg.

Con el objetivo de definir un tiempo promedio, se recomienda realizar como mínimo 5 mediciones.



Figura 11: Aforo de agua con el método volumétrico

Fuente: Carlos Barrios Napuri, Ricardo Torres. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades (2009).

### **3.2 ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA**

El agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano y está libre de microorganismos.

El Reglamento de Calidad de agua para consumo humano nos dice que toda agua destinada para el consumo humano debe estar exenta de:

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

En el siguiente cuadro nos muestra los límites máximos permisibles de parámetros establecidos por el Reglamento de calidad para consumo humano del ministerio de salud <sup>15</sup>.

Tabla 2: Sustancias y propiedades químicas

**Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos**

CONCENTRACIÓN O PROPIEDAD	CONCENTRACIÓN MÁXIMA DESEABLE	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ADMISIBLE
SUSTANCIAS	5 unidades	50 unidades
Decolorantes (coloración)		
SUSTANCIAS Olorosas	ninguna	ninguna
SUSTANCIAS QUE DAN SABOR	ninguna	ninguna
MATERIAS EN SUSPENSIÓN (Turbidez)	5 unidades	25 unidades
SÓLIDOS TOTALES	500 mg/l	1500 mg/l
p.H.	7.0 a 8.5	6.5 a 9.2
DETERGENTES ANIÓNICOS	0.2 mg/l	1.0 mg/l
ACEITE MINERAL	0.001 mg/l	0.30 mg/l
COMPUESTOS FENÓLICOS	0.001 mg/l	0.002 mg/l
DUREZA TOTAL	2 m Eq/l (100mg/lCaCO <sub>3</sub> )	10 m Eq/l (500mg/lCaCO <sub>3</sub> )
NITRATOS (NO <sub>3</sub> )	—	45 mg/l
CLORUROS (en Cl)	200 mg/l	600 mg/l
COBRE (en Cu)	0.05 mg/l	1.5 mg/l
CALCIO (en Ca)	75 mg/l	200 mg/l
HIERRO (en Fe)	0.1 mg/l	1.0 mg/l
MAGNESIO (en Mg)	30 mg/l	150 mg/l
MANGANESO (en Mn)	0.05 mg/l	0.5 mg/l
SULFATO (en SO <sub>4</sub> )	200 mg/l	400 mg/l
ZINC (en Zn)	5.0 mg/l	15 mg/l

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento pág. 35

## 4. Evaluación de los sistemas de agua potable

### 4.1 Sistema por gravedad sin tratamiento

En este tipo de sistema, la fuente está ubicada en una cota superior respecto a la ubicación de la población con lo cual se logra que el agua captada se transporte a través de tuberías, usando solo la fuerza de gravedad. Las fuentes de abastecimiento, pueden ser manantiales o galerías filtrantes. Por lo general, el agua proveniente de estas fuentes es de buena calidad y no requiere tratamiento complementario, únicamente desinfección, este sistema consta de los siguientes componentes.

- Captación
- Línea de conducción o impulsión
- Reservorio
- Línea de aducción
- Línea de distribución
- Conexiones domiciliarias <sup>16</sup>.

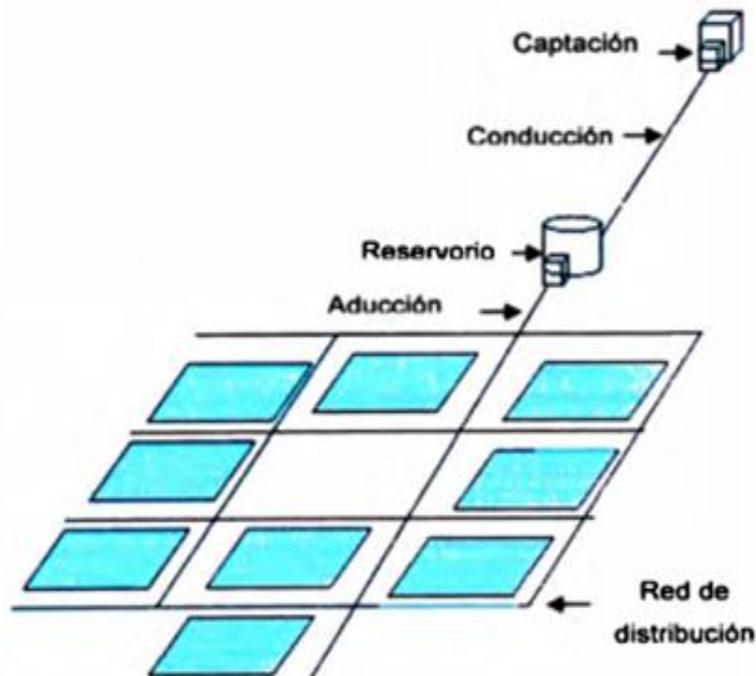


Figura 12: Sistema por gravedad sin tratamiento

Fuente: Carlos Barrios, Ricardo Torres. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades (2009)

## 4.2 Sistema a gravedad con planta de tratamiento

Son aquellos sistemas cuando la fuente de abastecimiento son aguas superficiales y que por su calidad bacteriológica no es apto para el consumo directo. Sin embargo, existen casos por ejemplo en que la calidad del agua es óptima en las épocas de estiaje, pero malas en las épocas de crecidas, para ello es necesario contar con una planta de tratamiento que permita mejorar la calidad de agua en toda la estación del año, siendo este sistema más usado debido a su bajo costo y sostenibilidad, el sistema consta:

- Captación.
- Línea de conducción.
- Planta de tratamiento.
- Reservorio.
- Red de distribución.
- Conexión domiciliaria o pileta pública.

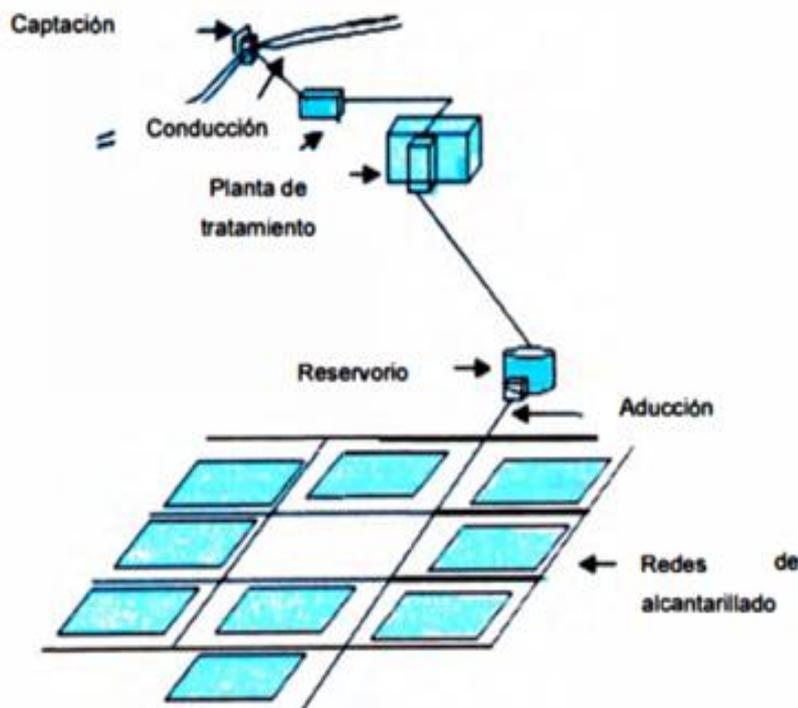


Figura 13: Sistema a gravedad con planta de tratamiento.

Fuente: Carlos Barrios , Ricardo Torres. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades (2009).

### 4.3 Sistema a bombeo sin planta de tratamiento

Es aquel sistema que por motivo de la topografía no es posible la conducción a gravedad y que mediante el uso de sistemas de bombeo permita la conducción de forma eficiente al reservorio, además la fuente de abastecimiento es un manantial o una galería filtrante ubicada en una cota inferior al de la población. El sistema consta de:

- Captación.
- Conducción.
- Sistema de bombeo.
- Reservorio
- Red de distribución.
- Conexión domiciliaria o pileta pública.

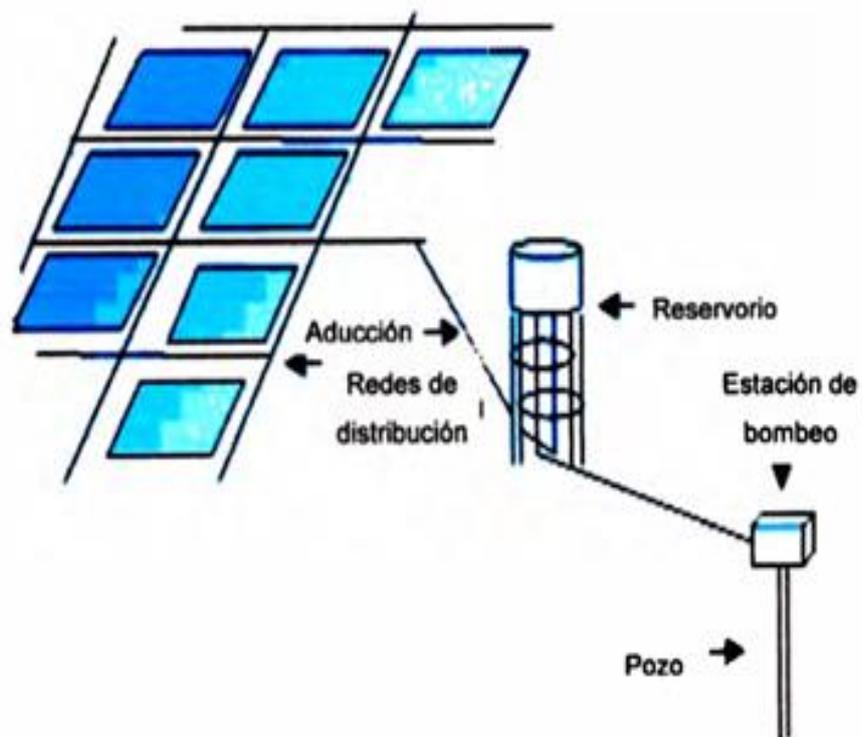


Figura 14: Sistema a bombeo sin planta de tratamiento

Fuente: Carlos Barrios, Ricardo Torres. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades (2009).

#### 4.4 Sistema por bombeo con tratamiento

Los sistemas por bombeo con tratamiento requieren tanto de la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final, Sus componentes son:

- Captación
- Línea de conducción o impulsión.
- Planta de tratamiento de agua.
- Estación de bombeo de agua
- Reservorio.
- Línea de aducción.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias <sup>16</sup>.

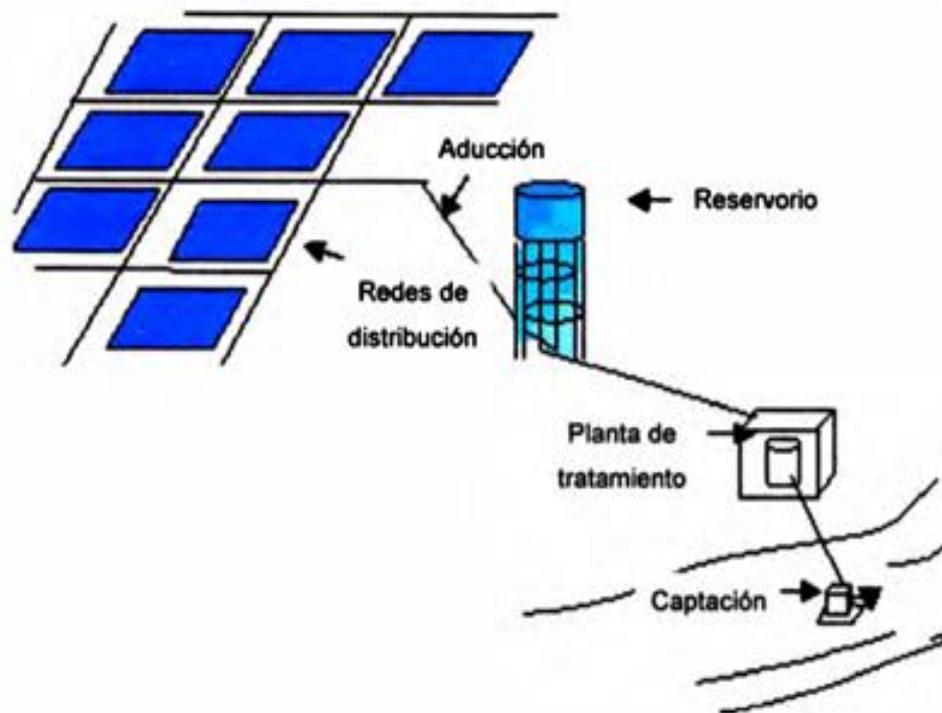


Figura 15: Sistema por bombeo con tratamiento

Fuente: Carlos Barrios, Ricardo Torres. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades (2009)

#### **4.5 Sistemas no convencionales**

Son sistemas de abastecimiento de aguas sin redes, compuestos por soluciones familiares y/o multifamiliares. Normalmente demandan el transporte, almacenamiento y desinfección del agua en el nivel intradomiciliario.

Uno de los sistemas no convencionales más usados es la captación de aguas de lluvia, corresponde a soluciones de tipo unifamiliar o multifamiliar, en donde las aguas de lluvia se captan en los techos de las viviendas y se almacenan en tanques. Para el consumo directo del agua debe ser desinfectada; y si las circunstancias lo requieren, debe ser filtrada previamente. Los componentes más importantes de este sistema son:

- Captación de agua de lluvia.
- Pozos con bombas manuales.
- Manantiales con protección de vertiente.
- Filtros de mesa <sup>17</sup>.

#### **2.3.2 Diseño**

##### **A) Parámetros de diseño para el sistema de agua**

Para realizar un diseño de una estructura de abastecimiento de agua potable y saneamiento es necesario analizar algunas variables importantes los cuales permitan diseñar estos parámetros se clasificarán de acuerdo al servicio que se prestara <sup>18</sup>.

Los parámetros de diseño son los que a continuación se presentan:

- Dotación de agua en centros poblados rurales
- Periodo de diseño
- Población de diseño
- Variaciones de consumo
- crecida de diseño
- Elección del tipo de sistema de agua

### **a) Dotación de agua en centros poblados rurales**

La dotación de agua potable en la comunidad de santa rosa, se tendrá en cuenta según la infraestructura existente de acuerdo a ello la comunidad cuenta con las siguientes:

- Vivienda
- Instituciones educativas
- Posta medica
- Infraestructura de local comunal

#### **a .1. Dotaciones para viviendas**

Según FONCODES, MIMDES, MVCS Y PRONASAR, <sup>19</sup> Señala que mientras no haya un estudio de consumo, se podrán tomar los siguientes valores como guías. tomando en cuenta la zona geográfica, clima, hábitos, costumbres, y niveles de servicio a alcanzar.

A. COSTA: 50- 60 L/HAB/DIA

B. SIERRA: 40- 40 L/HAB/DIA

C. SELVA: 60-70 L/HAB/DIA

Además, señala que para poblaciones que permitan la futura implementación de sistema de saneamiento a través de redes, se utilizarán dotaciones de hasta 100 hab/día, cuyo caso es aplicable para el proyecto porque contará con dicho sistema (resultado de la elección del tipo de sistema de agua a usar en el párrafo

#### **a. 2. Dotaciones para instituciones educativas.**

de acuerdo con el RNE-2016, señala que las dotaciones para instituciones educativas son.

Alumnado y personal no residente 50 L/HAB/DIA

Alumnado y personal residente 200 L/HAB/DIA

En el caso de la comunidad las instituciones educativas inicial – primaria y secundaria solo son de uso educativo, por lo cual contarán con una dotación de 50 L/HAB/DIA.

### **a.3 Dotaciones para posta médica.**

De acuerdo al RNE 2016, la dotación de agua para centro de salud es:

Hospitales y clínicas de hospitalización 600 L/HAB/DIA

Consultorios médicos 500 L/HAB/DIA

Clínicas dentales 1000 L/HAB/DIA

En el caso de la comunidad la posta médica es usada como consultorio lo cual la dotación que se usara es la siguiente 500 L/HAB/DIA.

### **a.4 Dotación para la infraestructura del local comunal**

La infraestructura del local comunal será considerada como oficina para atender a la población, por lo cual el RNE dice que la dotación para una oficina es de 6 L/M2/DIA

### **b) PERIODO DE DISEÑO**

Es el tiempo en el cual todas las estructuras del sistema garantizan un 100% de funcionamiento eficaz y continuo. Para determinar dichos periodos se tendrá en cuenta factores como: vida útil de las estructuras y equipos, grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura, crecimiento poblacional y la economía de escala.

En los parámetros de diseño para centros poblados rurales FONCODES y otros FONCODES, MIMDES, MVCS Y PRONASAR, "Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales", Perú 2004. Recomienda periodos máximos para las siguientes estructuras:

Tabla 3: Vida útil de las estructuras.

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>PERIODO(AÑOS)</b>
Obras de captación	20 años
conducción	10 - 20 años
Reservorio	20 años
Redes de distribución	10 - 20 años

En la práctica actual se diseñan sistemas de agua asociándolo a la duración de su vida útil (20 años); sin embargo, esto no toma en cuenta la necesidad de minimizar la capacidad ociosa de los componentes del sistema haciéndose inversiones cuantiosas en el presente. En tal sentido los diseños que se basan para satisfacer a una población futura (mayor al presente) deben tener también un enfoque económico y hacerse la pregunta ¿Cuánto mayor debe ser la población?

Por ese motivo la investigación de Donald T Lauria desarrolla un modelo matemático y que es usado en las formulaciones del sector saneamiento en proyectos de Inversión Pública del MEF <sup>20</sup>. Para analizar esta variable y contar con un periodo óptimo de diseño. A continuación, el periodo óptimo puede ser de dos tipos:

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementarse es:

Tabla 4: Periodo de diseño de acuerdo al tipo de sistema. Sistema Periodo (Años).

<b>SISTEMA</b>	<b>PERIODO (AÑOS)</b>
Gravedad	20
bombeo	10
tratamiento	10

Fuente: DIGESA

Siendo el sistema por gravedad el cual se utilizará en nuestro proyecto.

## **C) ANALISIS POBLACIONAL**

### **C. 1. Información estadística de los últimos censos**

Un parámetro importante que debe evaluarse en todo proyecto de abastecimiento de agua potable es la población actual y futura que tiene la localidad.

La predicción del crecimiento poblacional está justificada de acuerdo con las características de la sociedad, su factor de desarrollo y su tendencia.

En el Perú, el Órgano estatal encargado de tener los datos sobre del crecimiento poblacional es el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el cual cuenta con datos que abarcan a todo el país mediante censos.

### **C.2. Métodos de cálculo para población de diseño.**

Para la obtención de la población futura existen diversos métodos de crecimiento que se emplearan según el tipo de población.

El artículo 164 del Texto Único Ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento señala que “se considera ámbito rural y de pequeñas ciudades a aquellos centros poblados que no sobrepasen los quince mil (15,000) habitantes. En tal sentido, se entenderá por:

- a) Centro Poblado Rural: Aquel que no sobrepase de dos mil (2,000) habitantes;
- b) Pequeña Ciudad: Aquella que tenga entre dos mil uno (2,001) y quince mil (15,000) habitantes <sup>21</sup>.

El método más utilizado para determinar la población futura en poblaciones rurales es el método analítico y más con frecuencia el método aritmético.

**En cuanto a los métodos de cálculo, Roger Agüero Pittman, establece que los métodos más utilizados en la estimación de la población futura son:**

**a) Método de crecimiento aritmético:**

Este método da valores muy bajos. Para efecto de su aplicación se asume que la población aumenta como una progresión aritmética, cuya razón es el promedio de los incrementos de habitantes.

Nuestra fórmula será:

$$P_f = P_a \left( 1 + \left( \frac{r \cdot t}{1000} \right) \right)$$

P<sub>f</sub> = Población Futura

P<sub>a</sub> = Población Actual

r = coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo transcurrido entre P y p, expresado en años

**b) Método de interés compuesto:**

Para poblaciones que se encuentran en pleno desarrollo este método da resultados bastantes aproximados. Se compara en este método, el crecimiento de la población con el capital impuesto a interés compuesto, donde el interés representa el coeficiente de crecimiento por décadas quedando el tiempo también expresado en décadas.

Nuestra fórmula será:

$$P = p(1 + r)^t$$

En donde:

P = Población futura

p = Población actual

r = Coeficiente de crecimiento por décadas

t = Tiempo en décadas

### **c) Método del incremento variable:**

Este método nos da valores intermedios entre los cálculos del incremento aritmético y del interés compuesto. Consiste en considerar que la población aumenta en forma variable, y que esta variación es constante.

Nuestra fórmula será:

$$P1 = P_0 + ni + mV$$

$$P2 = P1 + ni + mV$$

$P_0$  = Población Actual

$P1$  = Población que habrá al cabo de un tiempo

$P2$  = Población después de transcurrido un tiempo

Más

$n$  = Tiempo en décadas

$I$  = Incremento promedio

$m$  = Tiempo en décadas transcurrido desde  $P_0$

$V$  = Variación promedio del incremento <sup>12</sup>.

### **d) Dotación de agua.**

Según el reglamento nacional de edificaciones (Norma OS 100) la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas, teniendo en cuenta las características económicas y sociales de la población, siendo importante la variación de consumo

El consumo de agua también varía en función del tipo de clima de acuerdo a la temperatura y a la distribución de lluvias mientras tanto el consumo per cápita varía en función al tamaño de la comunidad <sup>22</sup>.

Tabla 5:Dotacion por región.

<b>Región geográfica</b>	<b>Dotación – UBS sin arrastre hidráulico (l/hab.d)</b>	<b>Dotación – UBS con arrastre hidráulico (l/hab.d)</b>
<b>Costa</b>	60	90
<b>Sierra</b>	50	<b>80</b>
<b>Selva</b>	70	100

Fuente: Ministerio de salud

El Ing. Eduardo García Trisolini, recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 80 lppd debido a futuras instalaciones <sup>23</sup> .

#### **e) Caudales de diseño.**

Son aquellos que me permitirán dimensionar los componentes del sistema de agua potable. Conocida la dotación me permitirá estimar el caudal medio diario, este a su vez me permitirá estimar mi caudal máximo diario y mi caudal máximo horario.

El caudal medio diario me servirá para calcular el volumen de almacenamiento del reservorio para su posterior dimensionamiento.

El caudal máximo diario es considerado para el cálculo de la línea de conducción, mientras que el caudal máximo horario es empleado en el cálculo de la línea de aducción y red de distribución.

Según las guías técnicas para desarrollo de proyectos de agua potable es necesario establecer un factor de perdidas este generalmente varía entre el 25-30%.

$$\frac{1}{1} - W$$

Dónde:

w= Factor de pérdidas.

### e.1. Caudal medio diario (Qm)

Es el caudal promedio que se obtiene de los consumos diarios durante un año de registros y es el resultado para una estimación del consumo per cápita para una población futura expresado en litros por segundo (lt /seg) <sup>24</sup>.

$$Q_m = \frac{p_f \cdot d \cdot t}{86400} \text{ seg/dia}$$

Donde: Qm= Caudal promedio diario.

Pf= Población futura.

d= Dotación.

### e.2 Caudal máximo diario (Qmd)

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año. Se obtiene al multiplicar el Caudal medio diario por el coeficiente máximo diario, el cual, de acuerdo con los parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales se considera entre 120% y 150% del consumo promedio diario anual, recomendándose el valor promedio de 130%, y se obtiene según la siguiente expresión:

$$Q_{md} = (\text{corregido}) \times 1.3$$

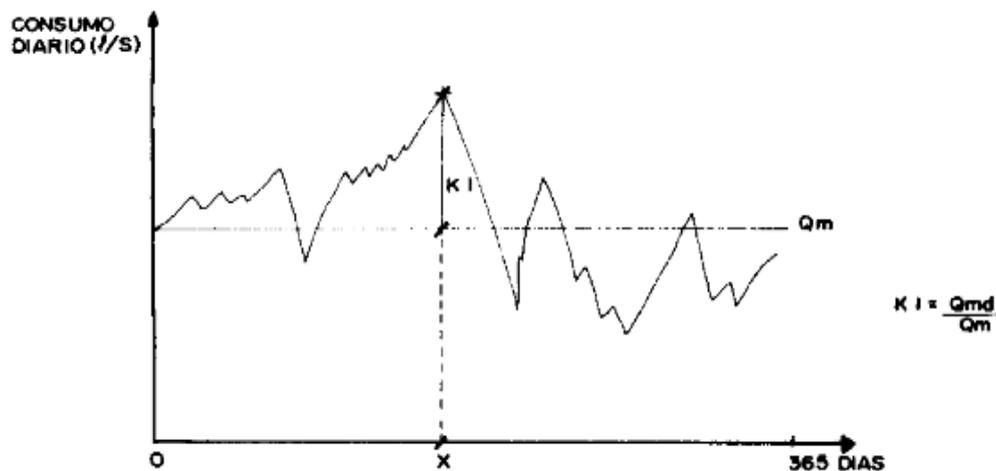


Figura 16: variación de consumo diario.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg80 (1997)

### e.3 Caudal máximo horario (Qmh)

Se considera a la hora de máximo consumo del día de máximo consumo. En el caso del consumo máximo horario (Qmh) se considerará como el 100% del promedio diario (Qm). Para poblaciones concentradas o cercanas a poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores al 150%.

$$Q_{md} = (\text{corregido}) \times 2.0$$

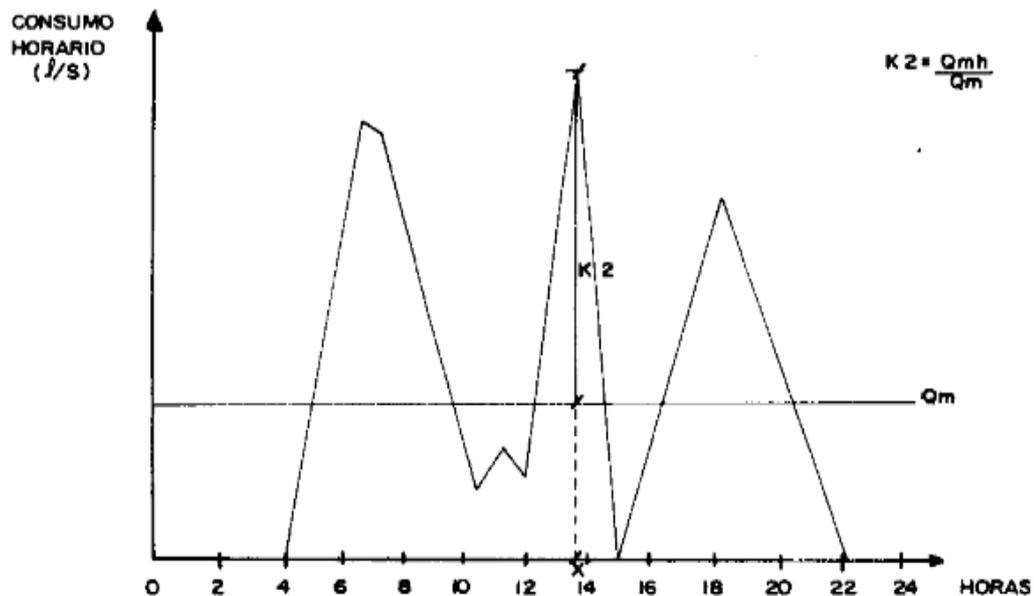


Figura 17: variación de consumo horario.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg80 (1997)

### 2.3.3. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.

Definidos ya cada uno de los parámetros de diseño, realizamos su cálculo para el sistema de agua potable en estudio:

#### A) CAPTACIÓN:

Según la norma OS.010 de "Captación y Conducción de Agua para Consumo Humano" del Reglamento Nacional de Edificaciones nos dice que, el diseño de las

obras deberá garantizar como mínimo en la captación el caudal máximo diario necesario protegiendo la fuente de contaminación <sup>22</sup>.

### **a.1 Captación de manantial**

Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación constará de tres partes: La primera, corresponde a la protección del afloramiento; la segunda, a una cámara húmeda para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control. El compartimiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión del área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión. La cámara húmeda tiene una canastilla de salida para conducir el agua requerida y un cono de rebose para eliminar el exceso de producción de la fuente.

En los manantiales de ladera el agua aflora en forma horizontal; mientras que en los de fondo el agua aflora en forma ascendente hacia la superficie. Para ambos casos, si el afloramiento es por un solo punto y sobre un área pequeña, es un manantial concentrado y cuando aflora el agua por varios puntos en un área mayor, es un manantial difuso <sup>26</sup>.

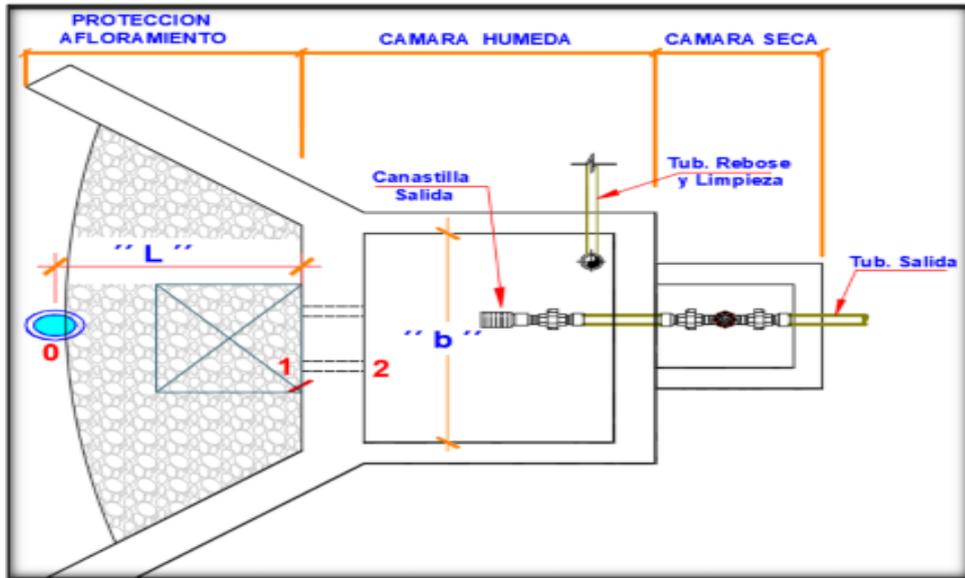


Figura 18 :Esquema general de una captación de ladera

Fuente: Olmer Alberca, Mejoramiento del sistema integral de agua potable para los sectores de aradas de Chonta, Lanche y Naranjo- Montero- Ayabaca -Piura. (2018)

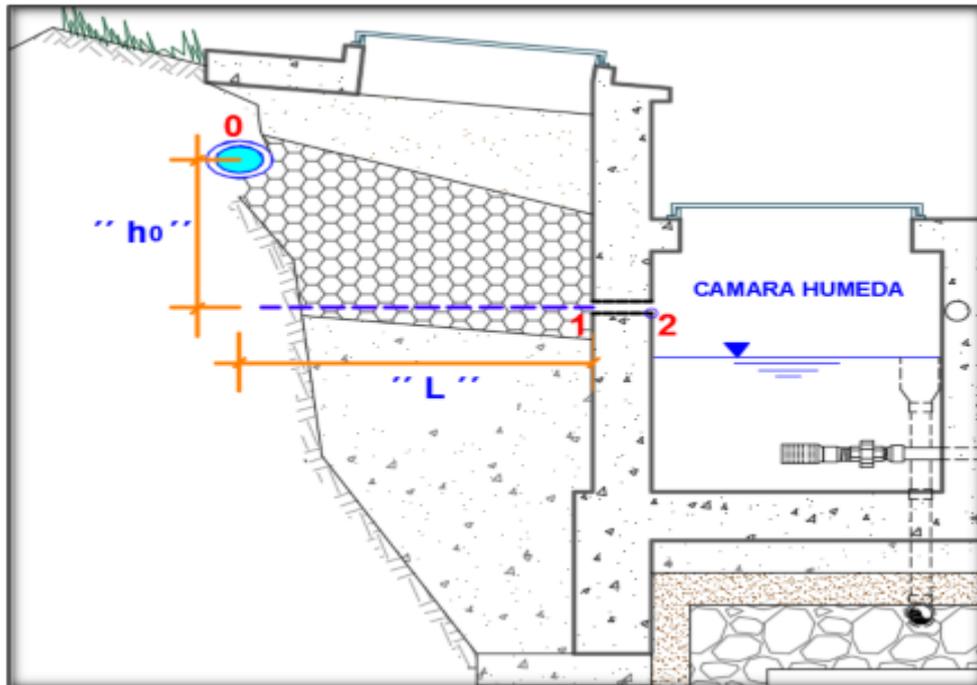


Figura 19: Elevación de captación

Fuente: Olmer Alberca, Mejoramiento del sistema integral de agua potable para los sectores de aradas de Chonta, Lanche y Naranjo- Montero- Ayabaca -Piura. (2018)

La captación de manantiales se realiza mediante una estructura de concreto armado, conformado por 2 cajas, siendo la primera para el ingreso del agua y la segunda como caja de válvulas. Ambos deben tener tapas metálicas herméticas <sup>26</sup>.

### **a.2 Manantial de ladera y concentrado.**

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios <sup>27</sup>.

Cálculo de la distancia entre afloramiento y cámara húmeda.

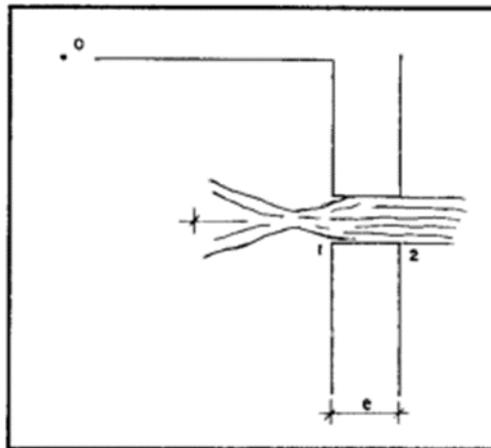


Figura 20: Flujo de agua en un orificio.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg.39 (1997).

### **a. 3. Diseño hidráulico y dimensionamiento.**

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de modo que el diámetro de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto, se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

## **B) LÍNEA DE CONDUCCIÓN.**

Se denomina línea de conducción a la tubería que conduce el agua desde la captación hasta la estructura de almacenamiento, en el caso de un sistema por gravedad solo empleará la energía de la gravedad. Esta conducción, se puede efectuar de dos maneras, dependiendo de la ubicación de la fuente de abastecimiento con respecto a las obras de regularización <sup>29</sup> .

Las tuberías normalmente siguen el perfil del terreno, salvo el caso de que, a lo largo de la ruta por donde se debería realizar la instalación de las tuberías, existan zonas rocosas insalvables, cruces de quebradas, terrenos erosionables, etc. que requieran de estructuras especiales. Para lograr un mejor funcionamiento del sistema, a lo largo de la línea de conducción puede requerirse cámaras rompe presión, válvulas de aire, válvulas de purga, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño de acuerdo a características particulares <sup>27</sup>.

### **B.1 Alineamiento**

La línea de conducción deberá tener un alineamiento que sea lo más recto posible y evitando zonas de deslizamiento o inundaciones. Debe evitarse también presiones excesivas mediante la construcción de cajas rompe presión y evitar contrapendientes y cuando este es inevitable usar válvulas de aire <sup>26</sup>.

### **B.2 Carga disponible.**

La norma OS.010 no establece parámetros sobre carga estática máxima o dinámica mínima aceptables para el diseño. Sin embargo, la organización panamericana de la salud que establece que para la carga estática máxima aceptable será de 50 m y la carga dinámica mínima será de 5 m para poblaciones rurales, esta corresponde a la diferencia de elevaciones tanto en la captación como la del reservorio, teniendo la de ambas tendremos la carga de diseño.

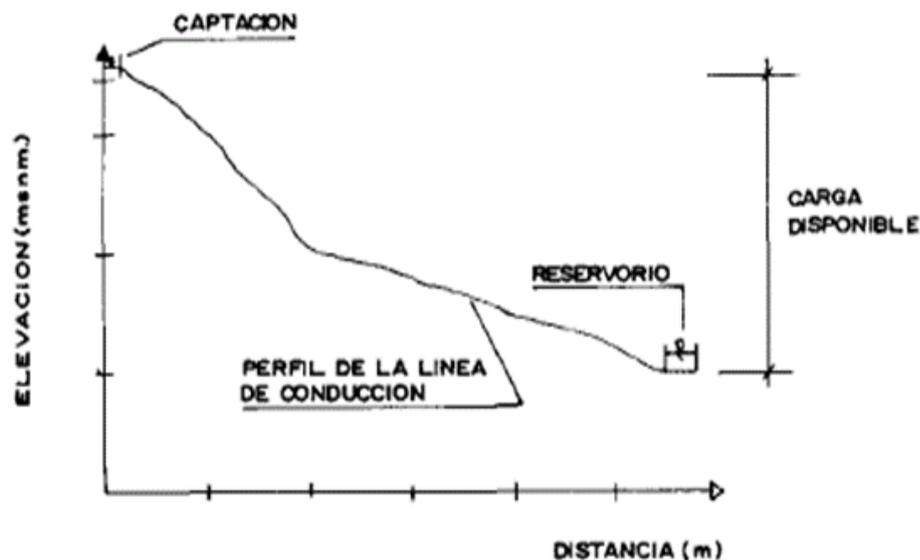


Figura 21: Carga disponible en línea de conducción.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg53 (1997)

### B.3 Caudal de conducción

el caudal de diseño usual corresponde al caudal máximo diario. en caso de sistemas donde no se disponga de un reservorio, se diseñará con el caudal máximo horario, justificando económicamente esta solución, comparando el costo adicional por mayor diámetro de tubería y el ahorro de no construir el reservorio, en el caso de las líneas de impulsión (bombeo) el caudal de diseño se obtendrá considerando el periodo de tiempo de bombeo por día <sup>26</sup>.

### B.4 Clases de tubería.

La Organización Panamericana de la Salud que establece que, para la selección de la clase de tubería, el criterio predominante a usar es el de la línea de gradiente estática. Donde establece que se deben trazar paralelas cada 50 m tomando como nivel inicial la cota de descarga de la captación.

para condiciones de proyección se establece los límites recomendables de 35 m para la clase PVC de 5, 50 m para la clase 7.5, 75 m para la clase 10 y hasta 130 m para la clase 15 .de acuerdo a las presiones requeridas teniendo en cuenta que la presión de diseño debe ser el 80 % de la nominal <sup>26</sup>.

Tabla 6: Clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo.

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg78 (1997)

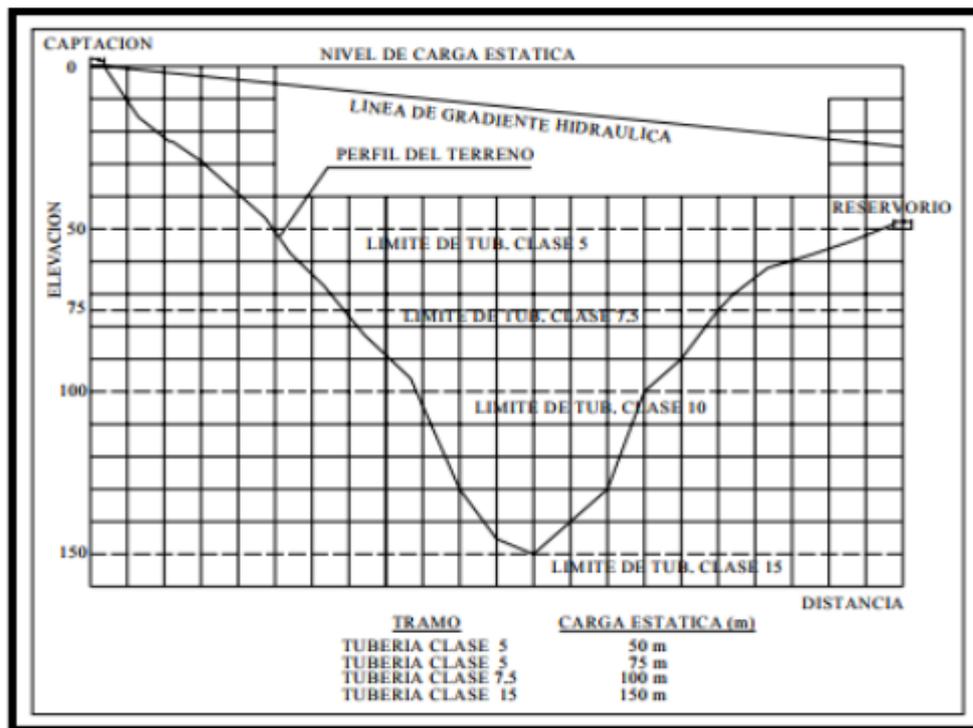


Figura 22: Presiones máximas de trabajo para diferentes clases de tuberías PVC.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg54 (1997)

Con respecto a la clase de material a usar, se tendrá en consideración primordialmente la agresividad del suelo y la exposición directa que tenga con los rayos solares al no estar enterrada por situaciones diversas.

Al respecto, la norma OS.010 del reglamento nacional de edificaciones establece que “para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.”

Cuando las presiones sean mayores a las que soporta la tubería PVC, cuando la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación y donde sea necesaria la construcción de acueductos, se recomienda utilizar tubería de fierro galvanizado.

Para el cálculo de las tuberías que trabajan con flujo a presión se utilizarán fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen y Williams, se utilizarán los coeficientes de fricción que se establecen en la siguiente tabla:

Tabla 7:Clases de tubería a usar.

<b>TIPO DE TUBERIA</b>	<b>“C”</b>
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno, Asbesto Cemento	140
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)	150

### **B.5. Selección de diámetros.**

Para determinar el diámetro de diseño de una línea de conducción intervienen diversos factores que a continuación detallo:

En primer lugar, determino mi diámetro teórico empleando la fórmula de Hazen y Williams (previo cálculo de los parámetros del proyecto).

Con el diámetro teórico determino la velocidad del caudal en la línea de conducción la cual debe ser no superior a 3 m/s ni menor a 0.5 m/s para el caso de aguas crudas, dado el caso de la presencia de aguas limpias (generalmente subterráneas) se pueden aceptar velocidades mínimas de 0.2 m/s, considerando en el sistema elementos de purga para eliminar la posible acumulación de sedimentos <sup>29</sup>.

En caso no se cuente con la velocidad deseada se puede disminuir el diámetro de diseño o tomar como caudal de diseño el máximo de la fuente.

Cumplido el parámetro de la velocidad, también se debe garantizar la presión dinámica mínima, establecida en el ítem anterior.

Finalmente, la selección final del diámetro del proyecto es el establecido por los productores del mercado, generalmente empleamos el diámetro superior próximo presente en el mercado al calculado de forma teórica.

El diámetro mínimo de la línea de conducción no está establecido en la OS.010, pero el ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento en los Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales nos dice que el diámetro nominal mínimo de la línea de conducción debe ser de 20 mm y el recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1m en zonas de tránsito vehicular o pesado y 0.50 m en zonas libres o sin influencia de cargas mayores. La Organización Panamericana de la Salud nos menciona que el diámetro mínimo de la línea de conducción es de ¾” para el caso de sistemas rurales.

#### **B.6. Velocidades.**

Máxima 3m/seg (en línea de impulsión 2 m/seg) Mínima 0.5 m/seg.

#### **B.7 Golpe de ariete.**

En la línea de conducción deberá evitarse impedimentos de un flujo continuo como pueden ser curvas bruscas o válvulas, para evitar el golpe de ariete <sup>26</sup>.

Nunca deberá colocarse una válvula de cierre en el punto de entrega de la línea de conducción <sup>26</sup>.

#### **B.8 Dilatación.**

Para evitar cambios bruscos de temperatura en la línea, que ocasionen problemas de dilatación, la tubería debe enterrarse. En casos de puentes en que la tubería estará expuesta a la intemperie deberá considerarse las juntas de jebe que absorban la dilatación <sup>26</sup> .

## **B.9 Estructuras complementarias**

### **A) Instalación de válvulas.**

Las válvulas deberán soportar las presiones de diseño y ser instalados en cajas de concreto con tapas metálicas aseguradas para evitar su manipuleo por extraños al manejo del sistema <sup>26</sup> .

Las válvulas más usuales son:

#### **A.1 Válvula de compuerta**

Se instalará al inicio de la línea para el cierre del agua en caso se requiera realizar reparaciones en la línea <sup>26</sup>.

#### **A.2 Cámara de válvula de aire**

La norma OS.010 del reglamento nacional de edificaciones nos dice que, en líneas de gravedad y/o bombeo se deben colocar válvulas extractores de aire (ventosas) en los puntos de cambio de dirección, cuando la pendiente cambie de positiva a negativa, es decir en los puntos altos de la línea; si la línea tuviese una pendiente uniforme se colocará una válvula cada 2km como máximo.

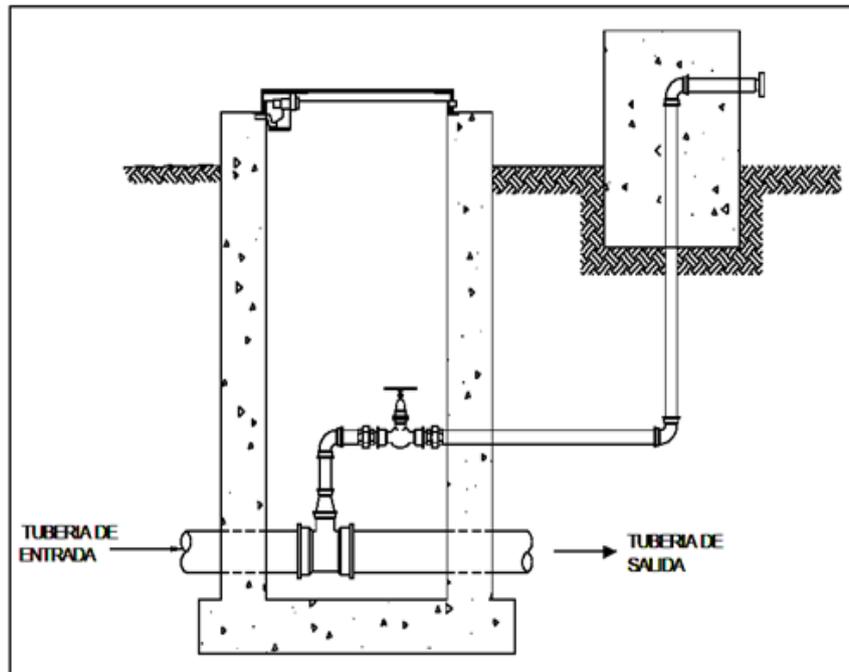


Figura 23: Cámara de válvula de aire

Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (MVCS, 2018).

### A.3 Cámara de válvula de purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo con la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.

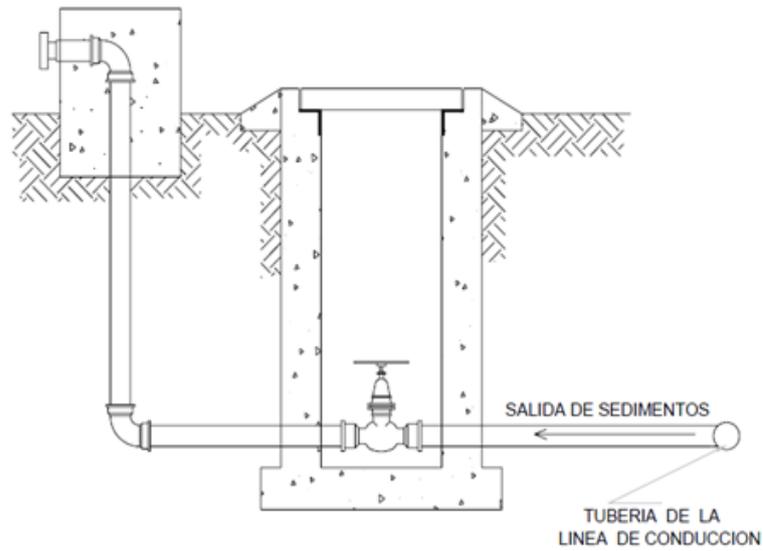


Figura 24: Cámara de válvula de purga.

Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (MVCS, 2018).

#### A.4 Cámara rompe-presión

Son estructuras hidráulicas destinadas a reducir la presión. Se considerará su instalación para evitar que la presión estática en la línea supere la presión de trabajo de la tubería.

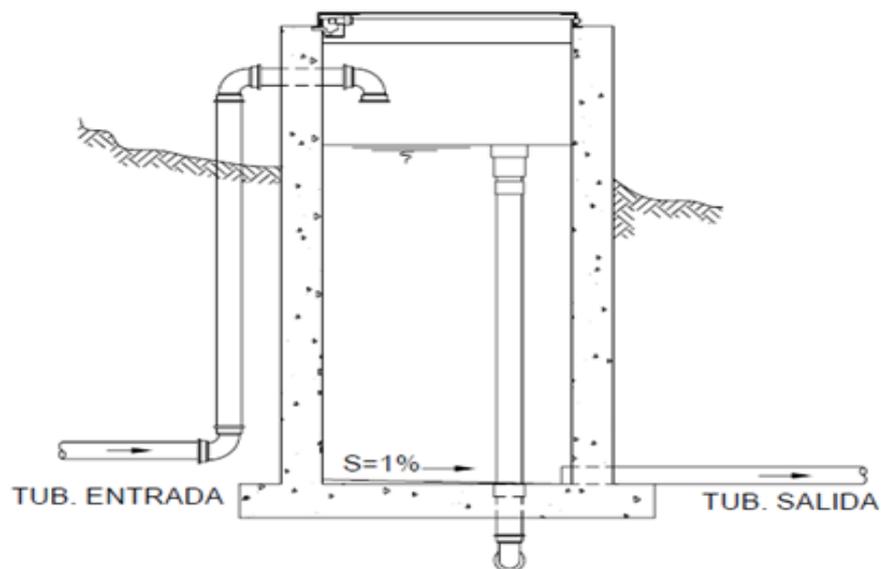


Figura 25: Cámara rompe-presión.

Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (MVCS, 2018).

## **C. RESERVORIO.**

El reservorio tiene como objetivo almacenar el agua proveniente de la captación para luego distribuirlas por las redes de distribución hacia las conexiones domiciliarias, la importancia que tiene el reservorio radica en estar en óptimas condiciones para tener en condiciones a todo el sistema de abastecimiento.

Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario. En caso de que el rendimiento de la fuente sea mayor que el gasto máximo horario no se considerara el reservorio, por lo cual debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente, para que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población.

Los Parámetros de diseño de Infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales establecen lo siguiente:

El reservorio debe cumplir los siguientes objetivos:

- Suministrar el caudal máximo horario a la red de distribución.
- Mantener presiones adecuadas en la red de distribución.
- Tener agua de reserva en caso se interrumpa la línea de conducción.
- Proveer suficiente agua en situaciones de emergencia como incendios.

### **C.1. CONSIDERACIONES BÁSICAS.**

Las condiciones a considerarse para el diseño de un reservorio son, ubicación, capacidad, y tipo de reservorio <sup>27</sup> .

#### **C.1.1. Capacidad de almacenamiento**

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción. El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio <sup>12</sup>.

La capacidad de regulación será del 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual, siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda diaria del promedio anual <sup>18</sup>.

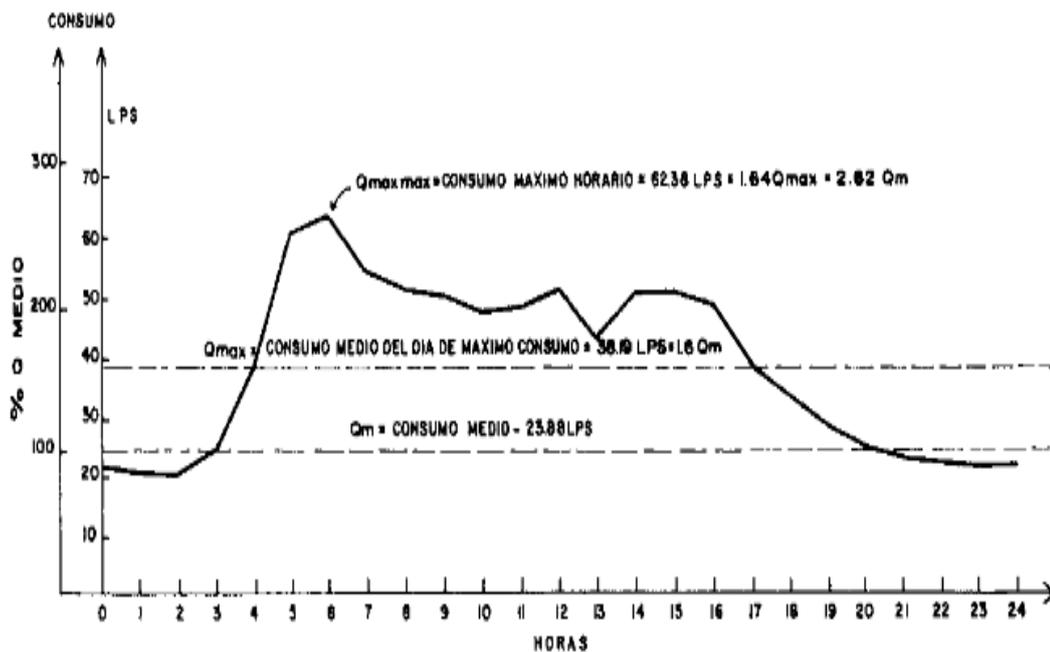


Figura 26: Curva de variaciones horarias del día de máximo consumo.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg78 (1997)

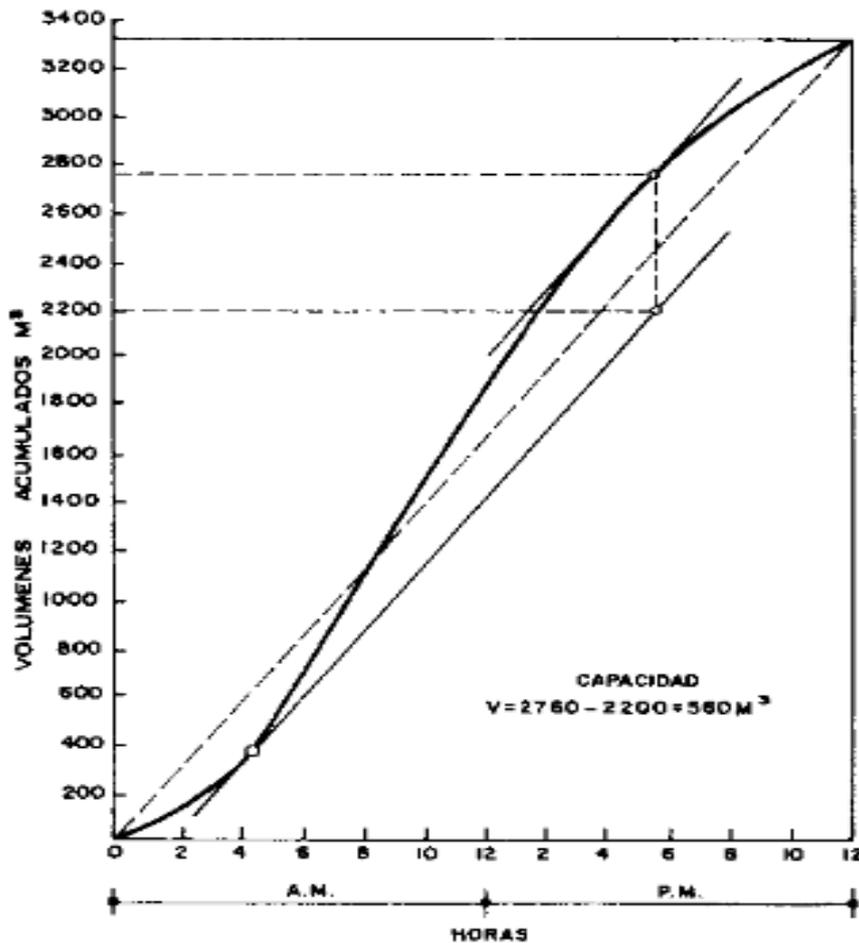


Figura 27: curva de consumos acumulados

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg78 (1997)

### C.1.2. Tipos de reservorio

Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y/o enterrados. Los elevados, que generalmente tienen 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.

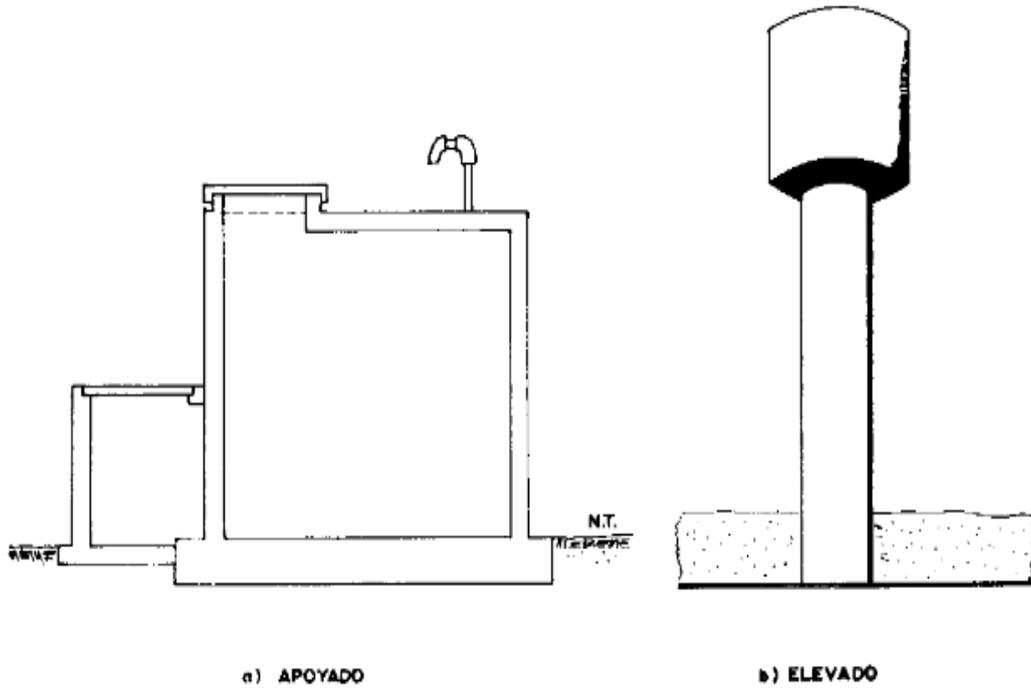


Figura 28:Reservorio apoyado -Reservorio elevado

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg78 (1997)

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.



Figura 29:Reservorio enterrado.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg78 (1997)

### **C.1.3. Ubicación del reservorio**

La ubicación del reservorio 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. (CEPIS, 2004)

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, debiendo ubicarse en una elevación mayor a la del centro poblado.

## **C.2 ELEMENTOS DE RESERVORIO**

### **C.2.1. Caseta de válvulas**

Es aquella que permite la operatividad del reservorio, se ubica al lado del tanque y cuenta con tubería de ingreso, de salida, un by- pass, tubería de desagüe, tubería de rebose.

### **C.2.2. Tubería de entrada**

El diámetro está definido por la tubería de conducción, debiendo estar provista de una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by-pass para atender situaciones de emergencia.

### **C.2.3. Tubería de salida**

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

### **C.2.4. Tubería de limpia**

La tubería de limpia deberá tener un diámetro tal que facilite la limpieza del reservorio de almacenamiento en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

### **C.2.5. Tubería de rebose**

La tubería de rebose se conectará con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.

### **C.2.6. By-pass**

Se instalará una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, de manera que cuando se cierre la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingrese directamente a la línea de aducción. Esta constara de una válvula

compuerta que permita el control del flujo de agua con fines de mantenimiento y limpieza del reservorio.

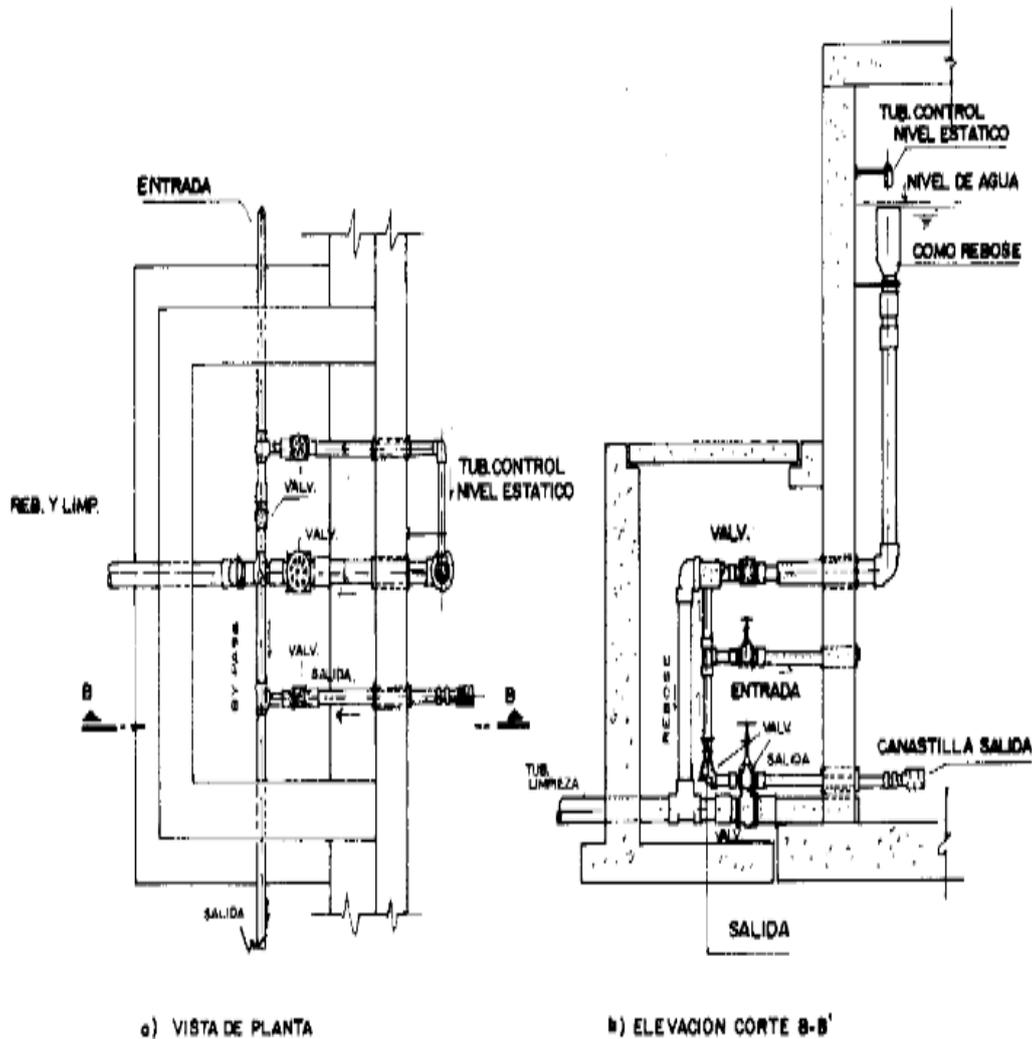


Figura 30:Elementos del reservorio.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg79 (1997)

### C.3 CÁLCULO DE CAPACIDAD DEL RESERVORIO

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos. Los primeros se basan en la determinación de la "curva de masa" o de "consumo integral", considerando los consumos acumulados; para los métodos

analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por horas y del caudal disponible de la fuente, que por lo general es equivalente al consumo promedio diario <sup>27</sup> .

En la mayoría de las poblaciones rurales no se cuenta con información que permita utilizar los métodos mencionados, pero si podemos estimar el consumo medio diario anual. En base a esta información se calcula el volumen de almacenamiento de acuerdo a las Normas del Ministerio de Salud <sup>27</sup> .

Para los proyectos de agua potable por gravedad, el Ministerio de Salud recomienda una capacidad de regulación del reservorio del 25 al 30% del volumen del consumo promedio diario anual (Qm) <sup>27</sup> .

#### **C.4 DISEÑO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO**

Para el diseño estructural de reservorios de pequeñas y medianas capacidades se recomienda utilizar el método de Portland Cement Association (ref. Nro. 15 y 19), que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos de reservorios basados en la teoría de Plates and Shells de Timoshenko, donde se consideran las paredes empotradas entre sí. De acuerdo a las condiciones de borde que se fijen existen tres condiciones de selección, que son:

Tapa articulada y fondo articulado.

Tapa libre y fondo articulado.

Tapa libre y fondo empotrado.

En los reservorios apoyados o superficiales, típicos para poblaciones rurales, se utiliza preferentemente la condición que considera la tapa libre y el fondo empotrado. Para este caso y cuando actúa solo el empuje del agua, la presión en el borde es cero y la presión máxima (P), ocurre en la base.

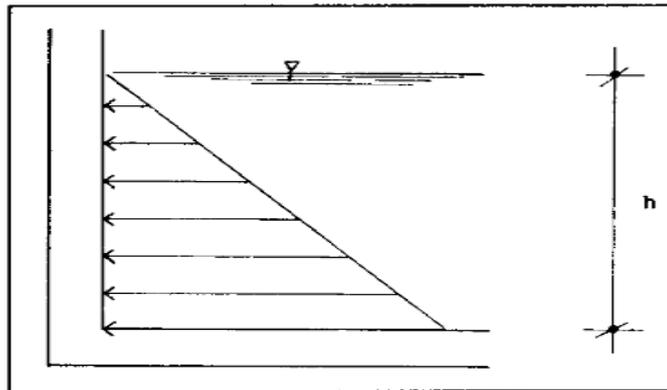


Figura 31: Presión de agua sobre la pared del reservorio.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg79 (1997)

#### **D. RED DE DISTRIBUCIÓN**

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo (final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población.

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuada a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo, considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen danos en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja) <sup>12</sup>.

## **D.1 Consideraciones de diseño**

La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías, se recomiendan valores de velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.0 m/s, que al producirse velocidades muy altas presentara el deterioro de sus accesorios y tuberías <sup>27</sup> .

La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan perdidas por fugas y fuertes golpes de ariete. Las Normas Generales del Ministerio de Salud, recomiendan que la presión mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5 m. y que la presión estática no exceda de 50 m <sup>27</sup> .

Teniendo en cuenta estas consideraciones se realiza el diseño hidráulico de toda la red de distribución, siendo la tubería de PVC la que más se usa en proyectos de agua potable en zonas rurales.

Para el cálculo hidráulico, las normas del ministerio de salud recomiendan el empleo de las ecuaciones de Hazen Williams y Fair -whipple <sup>27</sup> .

## **D.2 Tipos de redes**

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado, conocido como malla, parrilla, etc <sup>27</sup> .

### **D.2.1 Sistema abierto o ramificado**

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando las poblaciones tienen un desarrollo lineal, generalmente a lo largo de un río o camino <sup>27</sup> .

La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinado en un solo sentido, y en caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a una parte de la población. El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos

muertos, es decir el agua ya no circula, sino que permanece estática en los tubos originando sabores y olores, especialmente en las zonas donde las casas están más separadas. En los puntos muertos se requiere instalar válvulas de purga con la finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua <sup>27</sup> .

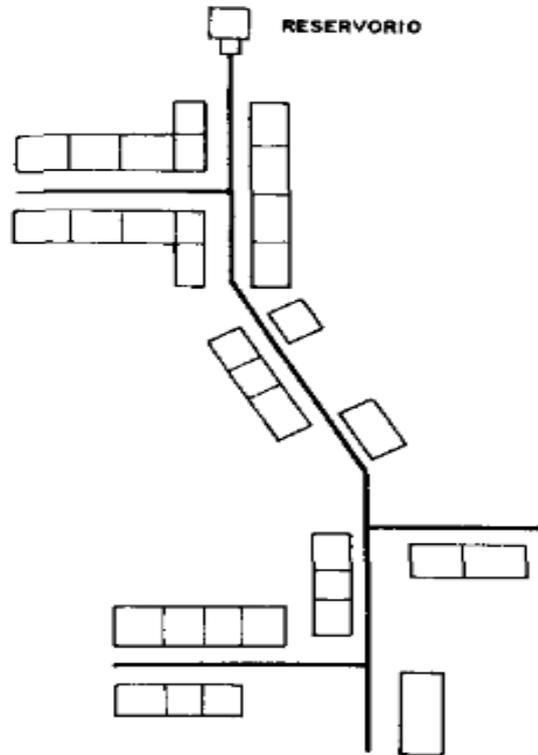


Figura 32:Esquema de red ramificada.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg94 (1997)

### **D.2.2 Sistema cerrado**

Este tipo de red es el más conveniente en zonas donde las viviendas se encuentran dispersas en la cual se tratará de lograrse mediante la interconexión de tuberías, a fin de crear un circuito cerrado que permita un servicio más eficiente y permanente. En este sistema se eliminan los puntos muertos; si se tiene que realizar reparaciones en los tubos, el área que se queda sin agua se puede reducir a una cuadra, dependiendo de la ubicación de las válvulas. Otra ventaja es que es más económico, los tramos son

alimentados por ambos extremos consiguiéndose menores pérdidas de carga y por lo tanto menores diámetros; ofrece más seguridad en caso de incendios <sup>27</sup> .

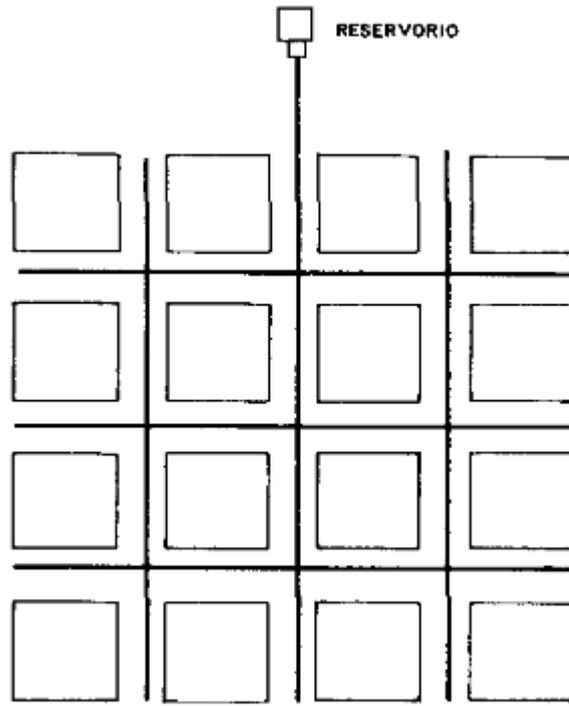


Figura 33: Puntos de seccionamiento en la red de distribución.

Fuente: Roger Agüero Pittman, Agua Potable para Poblaciones Rurales sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento 1997, Pg94 (1997).

*Para este sistema el análisis que más se emplea es el método de Hardy croos.*

## **E. CONEXIONES DOMICILIARIAS**

Las conexiones domiciliarias, serán aquellas instaladas desde la red de distribución hasta las viviendas (acometida domiciliaria, con una pequeña caja de válvula). En las poblaciones rurales del país existen sistemas de abastecimiento de agua potable que consideran ya sea piletas públicas o conexiones domiciliarias. En el primer caso, con la finalidad de limitar la distancia que tendrán que recorrer los usuarios se deben ubicar las piletas en puntos estratégicos dentro del área del centro poblado. En el segundo caso, las conexiones domiciliarias, que culminan en una piletta, son las tuberías de servicio de agua que se instalan a partir de la tubería matriz hasta el interior de cada vivienda. Si se ubica una piletta dentro de la vivienda se le considera de su propiedad por lo cual la familia deberá tener mayor cuidado, al tener el acceso de todos los miembros de la familia.

Para la instalación de las conexiones domiciliarias se utiliza, tuberías de 1/2"; se considera también la construcción de una piletta que estará ubicada en el patio de cada vivienda, incluyendo los accesorios necesarios para su instalación.

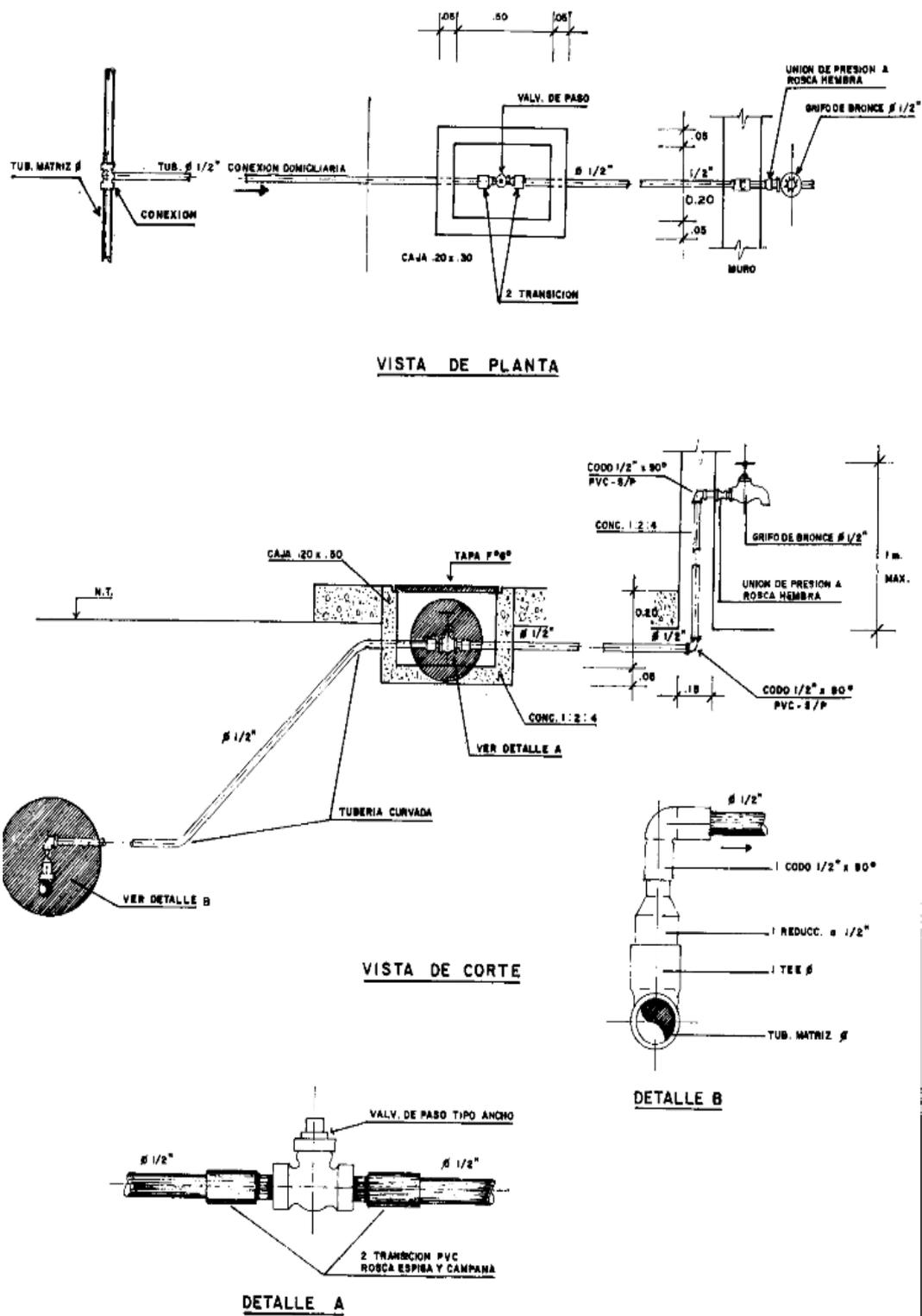


Figura 34: Conexión domiciliaria

Fuente: Programa Nacional de Saneamiento Rural (MVCS, 2018).

### III. Hipótesis

Demostrar que el diseño del sistema de agua potable, tomando en cuenta distintas normas y reglamentos es eficiente, teniendo un óptimo funcionamiento al cumplir con todos los parámetros que rigen en el país, contribuyendo al desarrollo de la población.

### IV. Metodología

#### 4.1 Diseño de la investigación

La investigación se desarrolló para proporcionar una solución y brindar alternativas para el abastecimiento de agua potable, siendo de beneficio para todos los pobladores al serles escaso este recurso.

Esta investigación tiene por carácter ser **descriptiva**, ya que en campo se describe los parámetros y describe el estado actual de la comunidad.

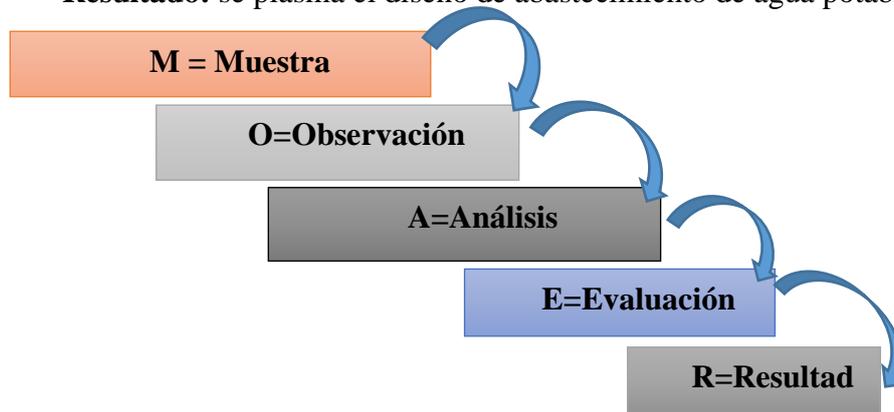
Siendo el tipo de investigación **cuantitativa**, al cuantificar las variables de diseño, este diseño fue **no experimental**, al realizar el estudio y se analizó la situación actual sin recurrir al laboratorio y de **corte transversal** porque fue analizado en un determinado tiempo.

La metodología que se utilizó para desarrollar esta investigación, fue investigar de una manera ordenada obteniendo la mayor información posible, con el fin de llegar a cumplir los objetivos que se plantearon, complementando con estudios necesarios para poder lograr el diseño de abastecimiento de agua potable, para luego plasmar un diseño de proyecto final.

Este diseño se realizará teniendo en cuenta la siguiente estructura:

- **Muestra:** está comprendida por el sistema de agua potable de la comunidad vega del punto.
- **Observación:** en esta etapa se realizaron los estudios técnicos para luego poder establecer un plan de estudio.
- **Diseño:** así mismo se realizó el empadronamiento de la comunidad a la cual se beneficiará.
- **Análisis:** para el procesamiento de datos se utilizó los softwares AutoCAD y WaterCad.

- **Evaluación:** se realiza el diseño del sistema en base la información recogida en campo.
- **Resultado:** se plasma el diseño de abastecimiento de agua potable.



## 4.2 Universo, Población y muestra

### 4.2.1 Universo

Se considera todas las redes de distribución de agua potable de zonas rurales de la región Piura

### 4.2.2 Población

El diseño del proyecto estará centrado en el universo dado por delimitación geográfica, teniendo como referencia el departamento de Piura y con la población ubicada en el distrito de Pacaipampa, perteneciente a la provincia de Ayabaca

### 4.2.3 Muestra

El distrito de Pacaipampa, se encuentra situado en la parte Sud Oriental de la Provincia de Ayabaca hacia el oriente del departamento de Piura a los 4°59' 0'' de latitud Sur y a los 79°41'0'' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, a una altura de 1967 m.s.n.m. Se tomó como muestra a la comunidad vega de punto con ,209 habitantes y 54 edificaciones.

Altitud y coordenadas: Norte: **9467748.94**, Este: **644500.71**, Cota: 1085.30

## 4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores

Tabla 8: Definición y operacionalización de variables e indicadores.

<b>OPERACIONES DE VARIABLES</b>				
<b>“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019”</b>				
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Demostrar que el diseño del sistema de agua potable, tomando en cuenta distintas normas y reglamentos es eficiente, teniendo un óptimo funcionamiento al cumplir con todos los parámetros que rigen en el país, contribuyendo al desarrollo de la población.	Diseño del sistema de agua potable.  Mejor calidad de vida de la población.	<b>Variable independiente</b>  Población  <b>Variable dependiente</b>  Caudal	Reducción de la tasa de enfermedades gastrointestinales.  Según el INEI la población rural se indica en porcentaje con respecto a pobladores que no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuestas</li>   <li>• Datos numéricos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

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

##### **Técnicas:**

Antes del inicio de trabajos de campo se conversó con la población para ver cuán viable y bueno era el proyecto para la comunidad y ver si antes se han realizado algunos estudios para llevar el proyecto en esa comunidad.

En lo cual con el recorrido pudimos obtener información de datos geográficos, padrones, también se pudo obtener información de posibles captaciones contando con la presencia de diferentes responsables de las entidades del estado como son el director del colegio secundario, el técnico del centro de salud, el presidente de rondas, el alcalde de la comunidad, presidente de jazz. los cuales nos proporcionaron la voluntad y el apoyo para que este proyecto sea desarrollado.

Se realizó el levantamiento topográfico con la ayuda de la municipalidad el cual nos facilitó el permiso necesario y también por parte del alcalde de la comunidad el cual tuvo la predisposición de dar el permiso necesario.

- Se empleó hojas Excel para empadronar y actualizar el empadronamiento actual, para luego poder tomar decisiones de acuerdo a los datos obtenidos.
- Empleamos el software AutoCAD para poder obtener el plano en planta y distintos perfiles del levantamiento topográfico de la comunidad vega del punto.
- Empleamos el software WaterCad para así poder realizar el diseño de la red de distribución del agua potable.

##### **Instrumentos:**

El levantamiento duro aproximadamente 6 días en cual se compuso de dos equipos: primer equipo winchado de la línea de captación, aducción, conducción y distribución, encargándose de toma de decisiones pertinentes, segundo equipo, destinado al levantamiento topográfico y levantamiento de viviendas.

- 01 GPS.
- 01 estación total: este elemento nos permite medir diferentes distancias, así como también ángulos verticales y horizontales, tiene por características ser de

color claro con el objeto de minimizar efectos de temperatura para cuando se trabaja bajo rayos solares y tiene un peso alrededor de 10 kg.

- 01 wincha de 100 mls.
- Prismas:
- 04 jalones metálicos
- 20 estacas de madera, se usan para ubicar puntos topográficos.
- 01 cámara fotográfica
- 01 laptop
- Pintura etc.

*Como resultado del estudio ver planos topográficos.*

#### **4.5 Plan de análisis**

Presenta tres etapas:

##### **Etapas preliminar de gabinete.**

Se adjunto toda la información existente de la comunidad en estudio, como información dotación de manantiales. información estadística y población.

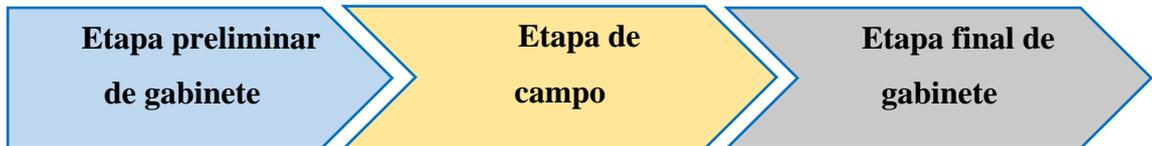
- Visita de la zona, buscando la máxima participación de la población.
- Búsqueda de existencia de fuentes de agua (superficiales o subterráneas).
- Actividades de reconocimiento de campo, verificando sitios vulnerables para los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Recopilación de la información básica necesaria para la elaboración de los estudios preliminares (mecánica de suelos, impacto ambiental, vulnerabilidad).

##### **Etapas de campo.**

Se realizo la inspección de forma detallada de la zona en estudio, mediante el levantamiento topográfico, y encontrando ubicación para diferentes estructuras que componen una red de abastecimiento y se tomó en cuenta aspectos de impacto ambiental de área de estudio.

### **Etapa final de gabinete.**

En esta etapa ya se especificó el área de estudio procediendo a la descripción y desarrollo de la línea de estudio, con toda la información recopilada, la cual será analizada e interpretada luego se procederá a realizar el diseño de la red de abastecimiento de agua potable y de sus diferentes estructuras que lo complementan.



#### 4.6 Matriz de consistencia

Tabla 9:Matriz de consistencia.

<b>“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019”</b>			
<b>PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>Problema</b></p> <p>Actualmente no se cuenta con un diseño de abastecimiento de agua potable causando que la población de vega del punto, distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, región Piura, se abastezca con agua del río que es lo que actualmente se consume, esta cuenta con presencia de partículas y microorganismos en</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Diseñar el sistema de agua potable en zonas rurales caso: comunidad vega del punto, tomando como normatividad los parámetros ya establecidos en nuestro país y a través de ello contribuir con el desarrollo de los pobladores en el ámbito de salud.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p>	<p>Demostrar que el diseño del sistema de agua potable, tomando en cuenta distintas normas y reglamentos es eficiente, de óptimo funcionamiento y cumple con todos los parámetros que rigen en el país,</p>	<p><b>Tipo y nivel de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación tiene por carácter ser <b>descriptiva</b>.</li> <li>• Teniendo por característica ser <b>cuantitativa</b>.</li> <li>• Este diseño fue no <b>experimental</b> y de corte <b>transversal</b></li> </ul> <p><b>Universo y muestra</b></p>

<p>mayor proporción en etapas de invierno siendo no apta para el consumo humano lo cual origina problemas de salud en la población.</p> <p><b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿En qué medida el realizar un diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, mejora la calidad de vida de los pobladores en el ámbito de salud?</p> <p>¿Permitiría el diseño de una red de agua potable reducir el déficit de abastecimiento?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar un padrón, el cual me brinde la información de la población a la cual se va a beneficiar con el proyecto.</li> <li>• Realizar el levantamiento topográfico de la zona de estudio.</li> <li>• Diseñar la red de agua potable, el cual permita disminuir el déficit de abastecimiento.</li> <li>• Diseñar la red del sistema de agua potable utilizando el software WaterCad.</li> </ul>	<p>contribuyendo al desarrollo de la población.</p>	<p><b>Universo:</b> Se considera todas las redes de distribución de agua potable de zonas rurales de la región Piura</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra está conformada por el proyecto en desarrollo en la comunidad vega del punto - Pacaipampa, provincia Ayabaca, departamento de Piura. Se tomó como muestra a la comunidad vega de punto con ,209 habitantes.</p> <p><b>Definición y operacionalización de variables.</b></p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección.</b></p> <p><b>Plan de análisis.</b></p> <p><b>Principios éticos.</b></p>
--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia

#### **4.7 Principios éticos**

Para el presente estudio de investigación se ha consultado y tomado artículos de internet, trabajos de investigación, ponencias, textos y otros documentos que tengan y se encuentren relacionados al tema de investigación, respetando la autoría de cada uno de ellos.

Nuestra investigación tendrá un fundamento en los principios éticos que se describe a continuación como son: la responsabilidad, honestidad, tipo de investigación y sobre todo tener originalidad en la investigación

Se pondrá en práctica principios éticos de forma personal al realizar esta investigación de manera individual.

## V. RESULTADOS

### 5.1 Resultados

#### COMPOSICIÓN DEL SISTEMA PROYECTADO.

El sistema proyectado en la comunidad de vega del punto estará compuesto por los siguientes elementos de la estructura

- Captación
- Línea de Conducción
- Reservorio Apoyado
- Cámaras rompe presión
- Líneas de Distribución.

#### Población actual y de diseño.

De acuerdo al estudio poblacional de la comunidad vega del punto existen 47 familias con un promedio de 5 miembros por familia ,3 instituciones educativas con 75 alumnos cada uno ,2 iglesias, consideramos una población actual de 209 al tener una tasa de crecimiento negativa.

Tabla 10:N° de lotes habitados.

N° DE LOTES	CANTIDAD
VIVIENDAS	47
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	3
IGLESIA	2
CASA DE RONDA	1
LOCAL MULTIUSOS	1
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>

Fuente: Elaboración propia

#### POBLACIÓN DE DISEÑO.

$$Pf = Po \times \left(1 + \frac{r \times t}{100}\right)$$

Donde:

Pf = Población futura.

Po = Población actual= 209 Hab.

r = Coeficiente de crecimiento= -1.18%

t = Tiempo o periodo = 20 años

$$Pf=209 \times \left(1 + \frac{-1.18 \times 20}{100}\right) = 160$$

si analizamos de acuerdo a la **R.M. 173 – VIVIENDA**, se sabe que, si la tasa o índice de crecimiento resulta negativa, esta deberá ser considerada como cero.

Tabla 11: Tasa de crecimiento.

The image shows two screenshots of the INE (Instituto Nacional de Estadística e Informática) system interface. The top screenshot displays data for the Ayabaca district in the Piura region, and the bottom screenshot displays data for the Pacaipampa district in the Piura region. Both screenshots show a navigation menu on the left, a search and filter section, and a data table with population statistics.

**Screenshot 1: Ayabaca District**

Departamento: PIURA

2002 PROVINCIA AYABACA 119 287 60 308 58 979

200201 DISTRITO AYABACA 30 852 15 453 15 399

CEPAL/CELADE 0001 AYABACA Quechua 2 735 5 985 2 844 3 141

Categorías	Casos	%	Acumula
Hombre	70,777	51.14 %	51.14 %
Mujer	67,626	48.86 %	100.00 %
<b>Total</b>	<b>138,403</b>	<b>100.00 %</b>	<b>100.00 %</b>

**Screenshot 2: Pacaipampa District**

200206 DISTRITO PACAIPAMPA 21 257

0001 PACAIPAMPA Yunga marítima 1 980 1 389

0002 NARANJITO DE MATALACHE (NARANJITO DE MATALACAS) Yunga marítima 1 180 28

0003 VEGA DEL PUNTO Yunga marítima 1 105 214

0004 PALO BLANCO DE MATALACAS Yunga marítima 2 230 157

0005 SANTA ROSA Yunga marítima 1 218 390

Categorías	Casos	%	Acumula
Hombre	12,422	50.17 %	50.17 %
Mujer	12,336	49.83 %	100.00 %
<b>Total</b>	<b>24,760</b>	<b>100.00 %</b>	<b>100.00 %</b>

	CENSOS				TASA DE CRECIMIENT O
				PADRO N	
	1993	2007	2017	2019	
<b>PIURA</b>	138826 4	167631 5	185680 9		1.03%
<b>AYABACA</b>	117456	138403	119287		-1.48%
<b>PACAIPAMP A</b>		24760	21257		-1.51%
<b>VEGA DEL PUNTO</b>			214	209	-1.18%

Fuente: Elaboración propia

## CALCULO DE AFORO DE MANATIAL- ANDURCO

### 1. Datos generales

1.1 Tipo de fuente: Manantial

1.2 Volumen de recipiente: 1.00 litro

1.3 Fecha: 24 de julio

### 2. Fórmula utilizada

$$Q = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q = Caudal en Vs.

V = Volumen del recipiente en litros.

t = Tiempo promedio en seg.

### 3. Datos obtenidos

El tiempo promedio (t) = 20/5 = 4 seg

Resultado un caudal (q) = 1.00 lts/seg

<b>Nº de Muestra</b>	<b>Volumen (lts)</b>	<b>Tiempo (seg)</b>
<b>1</b>	4	4
<b>2</b>	4	3.9
<b>3</b>	4	4
<b>4</b>	4	4.1
<b>5</b>	4	4
<b>total</b>	20	20

### **Estimación de las dotaciones.**

De la tabla considerando que el proyecto se desarrolla en la sierra y además el sistema será complementado con un sistema de arrastre hidráulico entonces le corresponde una dotación de 80 litros/Habitante/Día.

Tabla 12: Estimación de las dotaciones

<b>Región geográfica</b>	<b>Dotación – UBS sin arrastre hidráulico (l/hab.d)</b>	<b>Dotación – UBS con arrastre hidráulico (l/hab.d)</b>
<b>Costa</b>	60	90
<b>Sierra</b>	50	<b>80</b>
<b>Selva</b>	70	100

Fuente: Norma técnica de diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (MVCS ,2018)

### **Variaciones del consumo de agua.**

Durante su periodo de diseño la población tiene consumos variables por lo que se calculan los coeficientes de variación diaria y horaria para determinar los gastos máximos que se presentan en el sistema.

La norma técnica de diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del MVCS señala que se deben considerar los siguientes valores:

Tabla 13: Límites de los coeficientes de variación diaria y horaria

Ítem	Coeficiente	Valor
1	Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Diaria. ( k1)	1.3
2	Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Horaria. ( k2)	2.0

Fuente: Norma técnica de diseño para sistemas de saneamiento en el ámbito rural (MVCS ,2018)

### CALCULO DEL CONSUMO

$$QP = \frac{PfXDot}{86400}$$

**Donde:**

Q p = Consumo promedio diario anual (l/s)

Pf = Población futura= 209 (hab.)

D = Dotación = 80 (l/hab./día)

D=institucionen inicial y primaria 20

D=institución secundaria

86400 = Segundos que tiene un día.

$$QP = \frac{209 \times 80}{86400} = 0.194$$

$$QP = \frac{67 \times 20}{86400} = 0.0155$$

$$QP = \frac{56 \times 25}{86400} = 0.016$$

$$Qt = 0.194 + 0.0155 + 0.016$$

$$Qt = 0.225 \text{ l/s}$$

209 edificaciones que existen actualmente, lo cual se beneficiara al 100 % y se incluye habitaciones habitadas, deshabitadas y de servicio social escuelas, iglesia etc.

### Corrección de Qm por perdidas

Se tomo en consideración el 30%.

$$Q_m \text{ CORREGIDO} = \frac{Q_m}{1-0.30}$$

$$Q_m \text{ CORREGIDO} = \frac{0.225}{1-0.30} = 0.321 \text{ lts/seg}$$

**Consumo Máximo Diario ( $Q_{md}$ ):**

$$Q_{md} = 1.3xQ_t$$

$$Q_{md} = 1.3x 0.321 = 0.42 \text{ lts/seg}$$

**Consumo Máximo Horario ( $Q_{mh}$ ):**

$$Q_{mh} = 2xQ_t$$

$$Q_{mh} = 2x0.321=0.642 \text{ lts/seg}$$

## CAPTACIÓN

De acuerdo al **Art. 4.2.4 de la norma OS.010 (Ref. 5)**, en donde se indica, que si se capta agua de manantiales la estructura de captación debe ser tal que permita obtener el máximo rendimiento del afloramiento, por lo que se diseñará la captación con el caudal máximo proporcionado por la fuente (1 l/s).

### CAPTACIÓN DE MANANTIAL

#### Diseño hidráulico y dimensionamiento

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

Sabemos que:  $Q_{max}=v^2 \times C_d \times A$

$$\text{Despejando: } A = \frac{Q_{max}}{v^2 \times C_d}$$

**Donde:**

Gasto máximo de la fuente:  $Q \text{ máx.} = 1.00 \text{ l/s}$

Coefficiente de descarga:  $C_d; 0.80 \text{ valores entre } 0.60 \text{ a } 0.80$

Aceleración de la gravedad  $g: 9.81 \text{ m/s}^2$

Carga sobre el centro del orificio  $h: 0.40 \text{ m valor entre } 0.40\text{m} \text{ a } 0.50\text{m}$

Velocidad de paso teórica:  $V = C_d \times \sqrt{2gh}$

V: 2.24 m/s en la entrada a tubería

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

$Q_{max}=1.00 \text{ lts/seg} = 0.001 \text{ m}^3/\text{seg}$  caudal máximo de la fuente

Área requerida para descarga:  $A = \frac{Q_{max}}{cdxv}$

**Además, sabemos que:**

Coeficiente de descarga: Cd: 0.80

Velocidad de asumida: V: 0.60 m/s

$Q_{max}=1.00 \text{ lts/seg} = 0.001 \text{ m}^3/\text{seg}$

$$A = \frac{Q_{max}}{cdxv} = \frac{0.001}{0.80 \times 0.60} = 0.00208 = \frac{\pi d^2}{4}$$

Despejando el diámetro (D) se obtiene la siguiente ecuación:

**Además, sabemos que:**  $D_c = \frac{4XA^{0.5}}{\pi} = \frac{4 \times 0.00208^{0.5}}{\pi}$

$D_c = 0.0515 \text{ mm}$

**Diámetro Tub. Ingreso (orificios):**

$$D_c = \frac{DX100}{2.54} = 2.03 \text{ pulg}$$

**Asumimos un Diámetro comercial:**  $D_a = 2 \text{ pulg}$  se recomiendan diámetros  $< 6 = 2''$

$$D_a = \frac{DX2.54}{100} = 0.0508 \text{ mm}$$

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Numorif} = \frac{\text{area de diametro calculado}}{\text{area de diametro asumido}}$$

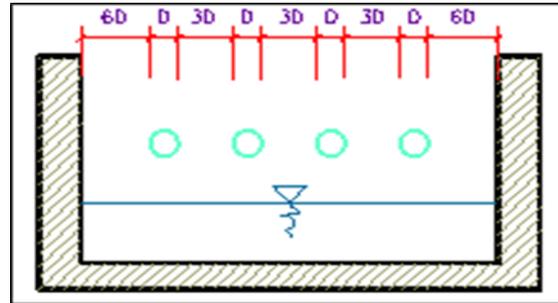
$$\text{Numorif} = \left(\frac{dc}{da}\right)^2 + 1$$

$$\text{Numorif} = \left(\frac{0.0515}{0.0508}\right)^2 + 1 = 2 \text{ unidades}$$

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

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

Ancho de la pantalla: **1.10** (Pero con 1.50 también es trabajable)



**1) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:**

Sabemos que:

$$H_f = H - h_o$$

**Donde:**

Carga sobre el centro del orificio:

$$H = \text{carga sobre el orificio} = 0.40$$

**Además:**

$$h_o = 1.56 \frac{v^2}{2g}$$

Pérdida de carga en el orificio:

$$h_o = 1.56 \frac{0.60^2}{2 \times 9.81} = 0.028623853 \text{ m}$$

**Hallamos:**

Pérdida de carga afloramiento - captación:

$$H_f = 0.37 \text{ m}$$

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

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

Distancia afloramiento - Captación:

$$L = 1.24 \text{ m} \quad 1.25 \text{ m se asume}$$

## 2) Altura de la cámara húmeda:

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

Donde:

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

$$A = 10 \text{ cm}$$

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

$$B = 0.025 \text{ cm} \quad 1 \text{ pulg}$$

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

$$D = 10 \text{ cm}$$

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

$$E = 40 \text{ cm}$$

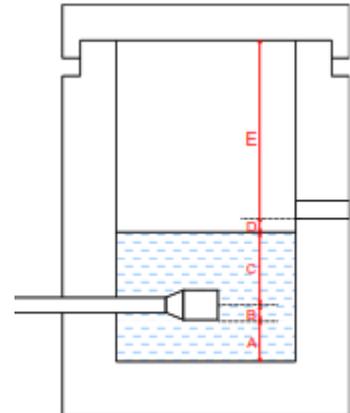
C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

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

Donde:

$$\text{Caudal máximo diario:} \quad Q_{md} = \frac{Q_{md}}{1000} = \frac{0.42}{1000} = 0.0004 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Área de la Tubería de salida:} \quad A = 0.002 \text{ m}^2$$



**Por tanto:**

Altura calculada:  $C= 0.00339$

**Resumen de Datos:**

A= 10.00 cm

B= 2.50 cm

C= 30.00 cm

D= 10.00 cm

E= 40.00 cm

Hallamos la altura total:

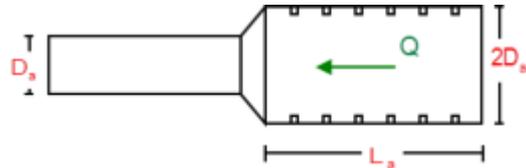
$$Ht=A+B+C+D$$

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

Altura asumida  $Ht=1.00 \text{ m}$

**2) Dimensionamiento de la Canastilla:**

Diámetro de la Canastilla



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

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

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

Longitud de la Canastilla

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

$$L = 3 \times 1.00 = 3 \text{ pulg} = 7.62 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times 1.00 = 6 \text{ pulg} = 15.2 \text{ cm}$$

$$L \text{ canastilla} = 15 \text{ cm} \quad \text{ok}$$

**Siendo las medidas de las ranuras:**

ancho de la ranura= 5 mm (medida recomendada)

largo de la ranura= 7 mm (medida recomendada)

Siendo el área de la ranura:

$$A_r = 35 \text{ m}^2 \qquad 0.0000350 \text{ m}^2$$

Debemos determinar el área total de las ranuras (ATOTAL):

$$A_{\text{TOTAL}} = 2A$$

**Siendo:**

Área sección Tubería de salida:

$$A^\circ = 0.0020268 \text{ m}^2$$

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

El valor de A total debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (Ag)

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

**Donde:**

Diámetro de la granada:

$$D_g = 2 \text{ pulg} \qquad 5.08 \text{ cm}$$

$$L = 15.00 \text{ cm}$$

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

**Por consiguiente:**  $T_{\text{total}} = < A_g$  **ok**

Determinar el número de ranuras:

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

$$N^\circ \text{ de ranuras} = 115 \text{ ranuras}$$

### 3) Cálculo de Rebose y Limpia:

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

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

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

**Tubería de Rebose**

**Donde:**

$$\text{caudal de la fuente} \qquad Q_{\text{max}} = 1.00 \text{ l/s}$$

$$\text{Pérdida de carga unitaria en m/m:} \qquad h_f = 0.015 \text{ m/m (valor recomendado)}$$

$$\text{Diámetro de la tubería de rebose:} \qquad DR = 1.72 \text{ pulg}$$

$$\text{Asumimos un diámetro comercial:} \qquad \mathbf{DR = 2 \text{ pulg}}$$

**Tubería de Limpieza**

**Donde:**

caudal de la fuente  $Q \text{ máx.} = 1.00 \text{ l/s}$   
 Perdida de carga unitaria en m/m:  $hf = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)  
 Diámetro de la tubería de limpia:  $DL = 1.72 \text{ pulg}$   
 Asumimos un diámetro comercial:  **$DL = 2 \text{ pulg}$**

**Resumen de Cálculos de Manantial de Ladera**

caudal de la fuente  $1.00 \text{ l/s}$   
 caudal promedio diario anual  $0.32 \text{ l/s}$   
 consumo máximo diario  $0.42 \text{ l/s}$   
 consumo máximo horario  $0.64 \text{ l/s}$   
 consumo promedio anual  $0.225 \text{ l/s}$

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

Diámetro Tub. Ingreso (orificios):  $2.0 \text{ pulg}$   
 Número de orificios:  $3 \text{ orificios}$   
 Ancho de la pantalla:  $1.10 \text{ m}$

**2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara**

**húmeda:**

$$L = 1.24 \text{ m}$$

**3) Altura de la cámara húmeda:**

$H_t = 1.00 \text{ m}$   
 Tubería de salida =  $1.00 \text{ pulg}$

**4) Dimensionamiento de la Canastilla:**

Diámetro de la Canastilla  $2 \text{ pulg}$   
 Longitud de la Canastilla  $15.0 \text{ cm}$   
 Número de ranuras:  $115 \text{ ranuras}$

**5) Cálculo de Rebose y Limpia:**

Tubería de Rebose  $2 \text{ pulg}$   
 Tubería de Limpieza  $2 \text{ pulg}$

## LÍNEA DE CONDUCCIÓN

- La línea de conducción asido diseñada para conducir un caudal de 0.42 lts /seg. el tipo de tubería a utilizarse será de PVC SAP de 10 de diámetro de = 1 “
- La longitud total de la tubería de la línea de condición es de 5999.90 mls el inicio de la línea de conducción se encuentra en la cota y la cota de llegada.
- Una vez realizado el diseño de la captación se procede al diseño de la red de conducción. Para esto se tendrá en cuenta lo siguiente.
- Dotación = 80 lts. /hab./día (de acuerdo a guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural).
- Dotación para educación primaria = 20lt/alumno x día.
- Dotación secundaria y superior = 25 lt/alumno x día.
- Población futura = 209 hab.
- Constante k1 = 1.3
- Constante k2 = 2.0
- Periodo de diseño = 20 años.
- Velocidad mínima = 0.60 m/s.
- Velocidad máxima = 3 m/s
- Cota de captación = 1711 m.s.n.m.
- Cota de reservorio uno = 1279.52 m.s.n.m.
- Longitud (L) = 5999.90 m.

En el **capítulo 5 de la Norma OS.010** , se indica que la tubería debe ser capaz de conducir por lo menos el  $Q_{md}$ , a una velocidad no menor de 0.6m/s ni mayor de 3m/s, para esta verificación se utilizó el software WATERCAD, asignando un caudal de conducción de 0.42l/s (mayor al  $Q_{md}=0.32$  l/s) con el objetivo de lograr en las tuberías una velocidad mayor a 0.6m/s. Para ello se definió un diámetro de 1" a lo largo de los 5999.90 m de tubería de conducción.

Tabla 14: Descripción línea de conducción.

DISCRIPCION	CANTIDAD	UNID	OBSERVACION
Gasto de diseño para un servicio continuo	0.42	lts /seg	calculo hidráulico
cota de captación	1711.00	msnm	topografía
cota de reservorio	1297.59	msnm	topografía
longitud del tramo	5999.90	mls	topografía

Fuente: Elaboración propia

### CLACULO DE LA LINEA DE CONDUCCION

#### PARA CAPTACION -CRPT 6 N°1

##### Cota terreno

$$C.I = 1711.00$$

$$C.F = 1661.17$$

$$\text{Longitud}=723.23$$

$$\text{Viviendas}=54$$

$$Q_{md}=0.42 \text{ lt/seg}$$

#### 1. Perdida de carga hidráulica disponible

$$H_f = 1711.00 - 1661.17 = 49.83 \text{ m}$$

#### 2. Calculamos la perdida de carga unitaria (hf):

$$hf = \text{carga disponible}/L$$

$$hf = 49.83/723.23$$

$$hf = 0.0689 \text{ m/m}$$

#### 3. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:

$$D = 0.71X \left( \frac{Q_{md}^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0689^{0.21}} \right) = 0.8955$$

Siendo los diámetros comerciales de 1”.

#### 4. Cálculo de la velocidad.

$$V = \frac{1.9735 \times Q_{md}}{D_{com}^2}$$

$$V = \frac{1.9735 \times 0.42}{1^2} = 0.829$$

**5. Perdida de carga por tramo.**

$$H_f \text{ tramo} = \text{long} \left( \left( \frac{Q_{md}}{2.492 \times D_{com}^{2.63}} \right)^{1.85} \right)$$

$$H_f \text{ tramo} = 723.23 \left( \left( \frac{0.42}{2.492 \times 1.00^{2.63}} \right)^{1.85} \right) = 26.83$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$\text{Cota piezometrica} = \text{cota cap} - H_f$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1711.00 - 26.83$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1684.17$$

$$\text{Presion final en el tramo} = \text{cota piez.} - \text{cot. CRP T 6-01}$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 1684.17 - 1661.17$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 23$$

**PARA -CRPT 6 N°1 -CRP T6 -N°02**

**COTA TERRENO**

$$C.I = 1661.17$$

$$C.F = 1611.07$$

$$\text{Longitud} = 727.04$$

$$\text{Viviendas} = 54$$

$$Q_{md} = 0.42 \text{ lt/seg}$$

**1. Perdida de carga hidráulica disponible**

$$H_f = 1661.17 - 1611.07 = 50.1 \text{ m}$$

**2. Calculamos la perdida de carga unitaria (hf):**

$$h_f = \text{carga disponible} / L$$

$$h_f = 50.1 / 727.04$$

$$h_f = 0.0688 \text{ m/m}$$

**3. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:**

$$D = 0.71X \left( \frac{Qmd^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0688^{0.21}} \right) = 0.8955$$

Siendo los diámetros comerciables de 1”.

#### 4. Cálculo de la velocidad.

$$V = \frac{1.9735 X Qmd}{Dcom^2}$$

$$V = \frac{1.9735 X 0.42}{1^2} = 0.829$$

#### 5. Perdida de carga por tramo

$$Hf \text{ tramo} = \text{long} \left( \left( \frac{Qmd}{2.492 x Dcom^{2.63}} \right)^{1.85} \right)$$

$$Hf \text{ tramo} = 727.04 \left( \left( \frac{0.42}{2.492 x 1.00^{2.63}} \right)^{1.85} \right) = 26.87$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$Cota \text{ piezometrica} = cot.CRP \text{ T-01} - Hf$$

$$Cota \text{ piezometrica} = 1661.17 - 26.87$$

$$Cota \text{ piezometrica} = 1634.30$$

$$Presion \text{ final en el tramo} = cota \text{ piez.} - cot.CRP \text{ T 6-02}$$

$$Presion \text{ final en el tramo} = 1634.30 - 1611.07$$

$$Presion \text{ final en el tramo} = 23.23$$

**PARA -CRPT 6 N°2 -CRP T6 -N°03**

COTA TERRENO

$$C.I = 1611.07$$

$$C.F = 1560.94$$

$$\text{Longitud} = 727.52$$

$$\text{Viviendas} = 54$$

$$Qmd = 0.42 \text{ lt/seg}$$

#### 1. Perdida de carga hidráulica disponible

$$Hf = 1611.07 - 1560.94 = 50.13 \text{ m}$$

#### 2. Calculamos la perdida de carga unitaria (hf):

$$hf = \text{carga disponible} / L$$

$$hf = 50.13/727.52$$

$$hf = 0.0689 \text{ m/m}$$

**3. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:**

$$D = 0.71X \left( \frac{Qmd^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0689^{0.21}} \right) = 0.8955$$

Siendo los diámetros comerciables de 1”.

**4. Cálculo de la velocidad.**

$$V = \frac{1.9735 X Qmd}{Dcom^2}$$

$$V = \frac{1.9735 X 0.42}{1^2} = 0.829$$

**5. Perdida de carga por tramo**

$$Hf \text{ tramo} = \text{long} \left( \left( \frac{Qmd}{2.492 x Dcom^{2.63}} \right)^{1.85} \right)$$

$$Hf \text{ tramo} = 727.52 \left( \left( \frac{0.42}{2.492 x 1.00^{2.63}} \right)^{1.85} \right) = 26.99$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$\text{Cota piezometrica} = \text{cota.CRP T6-02} - Hf$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1611.07 - 26.99$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1584.08$$

$$\text{Presion final en el tramo} = \text{cota piez.} - \text{cot.CRP T 6-03}$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 1584.08 - 1560.94$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 23.14$$

**PARA -CRPT 6 N°3 -CRP T6 -N°4**

COTA TERRENO

$$C.I = 1560.94$$

$$C.F = 1511.21$$

$$\text{Longitud} = 721.85$$

$$\text{Viviendas} = 54$$

$$Qmd = 0.42 \text{ lt/seg}$$

**1. Perdida de carga hidráulica disponible**

$$Hf = 1560.94 - 1511.21 = 49.73 \text{ m}$$

**2. Calculamos la perdida de carga unitaria (hf):**

$$hf = \text{carga disponible}/L$$

$$hf = 49.73/721.85$$

$$hf = 0.0689 \text{ m/m}$$

**3. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:**

$$D = 0.71X \left( \frac{Qmd^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0689^{0.21}} \right) = 0.896$$

Siendo los diámetros comerciables de 1”.

**4. Cálculo de la velocidad.**

$$V = \frac{1.9735 X Qmd}{Dcom^2}$$

$$V = \frac{1.9735 X 0.42}{1^2} = 0.829$$

**5. Perdida de carga por tramo**

$$Hf \text{ tramo} = \text{long} \left( \left( \frac{Qmd}{2.492 x Dcom^{2.63}} \right)^{1.85} \right)$$

$$Hf \text{ tramo} = 721.85 \left( \left( \frac{0.42}{2.492 x 1.00^{2.63}} \right)^{1.85} \right) = 26.78$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$\text{Cota piezometrica} = \text{cota .CRP T6-03} - Hf$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1560.94 - 26.78$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1534.16$$

$$\text{Presion final en el tramo} = \text{cota piez.} - \text{cot.CRP T 6-04}$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 1534.16 - 1511.21$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 22.95$$

**PARA -CRPT 6 N°4 -CRP T6 -N°5**

**COTA TERRENO**

$$C.I = 1511.21$$

$$C.F = 1461.13$$

$$\text{Longitud}=726.72$$

$$\text{Viviendas}=54$$

$$Q_{md}=0.42 \text{ lt/seg}$$

**1. Pérdida de carga hidráulica disponible**

$$H_f = 1511.21 - 1461.13 = 50.08 \text{ m}$$

**2. Calculamos la pérdida de carga unitaria (hf):**

$$hf = \text{carga disponible}/L$$

$$hf = 50.08/726.72$$

$$hf = 0.0689 \text{ m/m}$$

**3. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:**

$$D = 0.71X \left( \frac{Q_{md}^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0689^{0.21}} \right) = 0.896$$

Siendo los diámetros comerciables de 1”.

**4. Cálculo de la velocidad.**

$$V = \frac{1.9735 X Q_{md}}{D_{com}^2}$$

$$V = \frac{1.9735 X 0.42}{1^2} = 0.829$$

**5. Pérdida de carga por tramo**

$$H_f \text{ tramo} = \log \left( \left( \frac{Q_{md}}{2.492 x D_{com}^{2.63}} \right)^{1.85} \right)$$

$$H_f \text{ tramo} = 726.72 \left( \left( \frac{0.42}{2.492 x 1.00^{2.63}} \right)^{1.85} \right) = 26.96$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$\text{Cota piezometrica} = \text{cota.CRP T6-04} - H_f$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1511.21 - 26.96$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1484.25$$

$$\text{Presion final en el tramo} = \text{cota piez.} - \text{cot.CRP T 6-05}$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 1484.25 - 1461.13$$

Presion final en el tramo=23.12

**PARA -CRPT 6 N°5-CRP T6 -N°6**

COTA TERRENO

$$C.I = 1461.13$$

$$C.F = 1411.04$$

$$\text{Longitud} = 726.94$$

$$\text{Viviendas} = 54$$

$$Q_{md} = 0.42 \text{ lt/seg}$$

**1. Perdida de carga hidráulica disponible**

$$Hf = 1461.13 - 1411.04 = 50.09 \text{ m}$$

**2. Calculamos la perdida de carga unitaria (hf):**

$$hf = \text{carga disponible} / L$$

$$hf = 50.09 / 726.94$$

$$hf = 0.0689 \text{ m/m}$$

**3. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:**

$$D = 0.71 X \left( \frac{Q_{md}^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71 X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0689^{0.21}} \right) = 0.896$$

Siendo los diámetros comerciables de 1”.

**4. Cálculo de la velocidad.**

$$V = \frac{1.9735 X Q_{md}}{D_{com}^2}$$

$$V = \frac{1.9735 X 0.42}{1^2} = 0.829$$

**5. Perdida de carga por tramo**

$$Hf \text{ tramo} = \text{long} \left( \left( \frac{Q_{md}}{2.492 X D_{com}^{2.63}} \right)^{1.85} \right)$$

$$Hf \text{ tramo} = 726.94 \left( \left( \frac{0.42}{2.492 X 1.00^{2.63}} \right)^{1.85} \right) = 26.97$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$\text{Cota piezometrica} = \text{cota .CRP T6-05} - Hf$$

$$Cota\ piezometrica = 1461.13 - 26.97$$

$$Cota\ piezometrica = 1434.16$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = cota\ piez. - cot.CRP\ T\ 6-06$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = 1434.16 - 1411.04$$

$$Presion\ final\ en\ el\ tramo = 23.12$$

### **PARA -CRPT 6 N°6-CRP T6 -N°7**

#### **COTA TERRENO**

$$C.I = 1411.04$$

$$C.F = 1361.01$$

$$Longitud = 726.11$$

$$Viviendas = 54$$

$$Qmd = 0.42\ \text{lt/seg}$$

#### **1. Perdida de carga hidráulica disponible**

$$Hf = 1411.04 - 1361.01 = 50.03\ m$$

#### **2. Calculamos la perdida de carga unitaria (hf):**

$$hf = carga\ disponible / L$$

$$hf = 50.03 / 726.11$$

$$hf = 0.0689\ m/m$$

#### **3. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:**

$$D = 0.71X \left( \frac{Qmd^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0689^{0.21}} \right) = 0.896$$

Siendo los diámetros comerciales de 1”.

#### **4. Cálculo de la velocidad.**

$$V = \frac{1.9735 X Qmd}{Dcom^2}$$

$$V = \frac{1.9735 X 0.42}{1^2} = 0.829$$

#### **5. Perdida de carga por tramo**

$$Hf \text{ tramo} = \log\left(\left(\frac{Qmd}{2.492 \times D \text{com}^{2.63}}\right)^{1.85}\right)$$

$$Hf \text{ tramo} = 726.11\left(\left(\frac{0.42}{2.492 \times 1.00^{2.63}}\right)^{1.85}\right) = 26.94$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$\text{Cota piezometrica} = \text{cota CRP T6-06} - Hf$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1411.04 - 26.97$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1384.07$$

$$\text{Presion final en el tramo} = \text{cota piez.} - \text{cot.CRP T 6-07}$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 1384.07 - 1361.01$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 23.06$$

### **PARA -CRPT 6 N°7-RESERVORIO**

COTA TERRENO

$$C.I = 1361.01$$

$$C.F = 1297.59$$

$$\text{Longitud} = 920.49$$

$$\text{Viviendas} = 54$$

$$Qmd = 0.42 \text{ lt/seg}$$

#### **I. Perdida de carga hidráulica disponible**

$$Hf = 1361.01 - 1297.59 = 63.42 \text{ m}$$

#### **II. Calculamos la perdida de carga unitaria (hf):**

$$hf = \text{carga disponible} / L$$

$$hf = 63.42 / 920.49$$

$$hf = 0.0689 \text{ m/m}$$

#### **III. Con todos estos datos obtenemos el diámetro:**

$$D = 0.71X \left( \frac{Qmd^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

$$D = 0.71X \left( \frac{0.42^{0.38}}{0.0689^{0.21}} \right) = 0.896$$

Siendo los diámetros comerciables de 1".

**IV. Cálculo de la velocidad.**

$$V = \frac{1.9735 \times Q_{md}}{D_{com}^2}$$

$$V = \frac{1.9735 \times 0.42}{1^2} = 0.829$$

**V. Perdida de carga por tramo**

$$H_f \text{ tramo} = \text{long} \left( \left( \frac{Q_{md}}{2.492 \times D_{com}^{2.63}} \right)^{1.85} \right)$$

$$H_f \text{ tramo} = 920.49 \left( \left( \frac{0.42}{2.492 \times 1.00^{2.63}} \right)^{1.85} \right) = 34.15$$

**Luego la presión final del tramo será:**

$$\text{Cota piezometrica} = \text{cota CMR T6-07} - H_f$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1361.01 - 34.15$$

$$\text{Cota piezometrica} = 1326.86$$

$$\text{Presion final en el tramo} = \text{cota piez.} - \text{cota. reservorio}$$

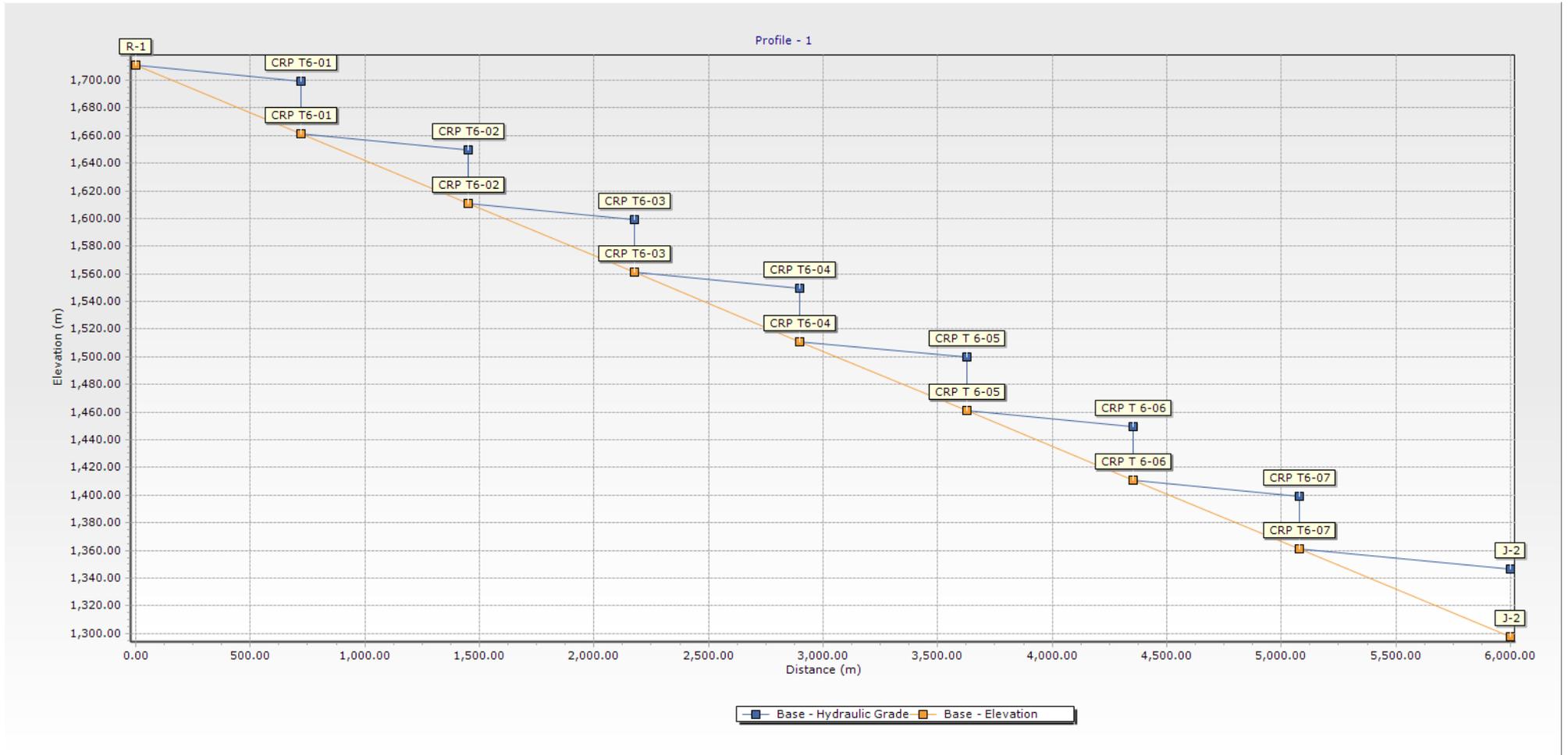
$$\text{Presion final en el tramo} = 1326.86 - 1297.59$$

$$\text{Presion final en el tramo} = 29.27$$

CÁLCULO HIDRAULICO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN -VEGA DEL PUNTO													
TRAMO	Caudal Qmd (l/s)	Longitud L (m)	COTA DEL TERRENO		Desnivel del Terreno (m)	Pérdida de Carga Unitaria Dispon. hf (m/m)	Diametro D (pulg.)	Velocidad V (m/s)	Pérdida de Carga Unitaria hf (m/m)	Pérdida de Carga Tramo Hf (m)	COTA PIEZOMÉTRICA		Presión (m)
			Inicial (m.s.n.m.)	Final (m.s.n.m.)							Inicial (m.s.n.m.)	Final (m.s.n.m.)	
vega del punto													
CAP 01 - CRP 01	0.42	723.23	1711.00	1661.17	49.83	0.0689	1	0.83	0.037102	26.833	1711.00	1684.167	23.00
CRP 01 - CRP 02	0.42	727.04	1661.17	1611.07	50.10	0.0689	1	0.83	0.037102	26.975	1661.17	1634.195	23.13
CRP 02 - CRP 03	0.42	727.52	1611.07	1560.94	50.13	0.0689	1	0.83	0.037102	26.992	1611.07	1584.078	23.14
CRP 03 - CRP 04	0.42	721.85	1560.94	1511.21	49.73	0.0689	1	0.83	0.037102	26.782	1560.94	1534.158	22.95
CRP 04 - CRP 05	0.42	726.72	1511.21	1461.13	50.08	0.0689	1	0.83	0.037102	26.963	1511.21	1484.247	23.12
CRP 05 - CRP 06	0.42	726.94	1461.13	1411.04	50.09	0.0689	1	0.83	0.037102	26.971	1461.13	1434.159	23.12
CRP 06 - CRP 07	0.42	726.11	1411.04	1361.01	50.03	0.0689	1	0.83	0.037102	26.940	1411.04	1384.100	23.09
CRP 07 - RESERVOIR	0.42	920.49	1361.01	1297.59	63.42	0.0689	1	0.83	0.037102	34.152	1361.01	1326.858	29.27

fuentes: Elaboración propia.

### Perfil de la red de conducción del sistema abastecimiento de agua potable.



Fuente: Elaboración propia

## DISEÑO DE CAMARA ROMPE PRESION

El dimensionamiento de la cámara rompe presión se determinan con lo propuesto por **Agüero (1997)** y la Guía de opciones tecnológicas de sistemas de saneamiento para el ámbito rural (2018). Para su determinación es necesario apoyarse de la siguiente figura:

Un caso práctico para establecer la posesión de una cámara rompe presión es trabajar con una presión estática máxima de 50 metros esto ayuda a determinar la cota de la cámara rompe presión se tiene en cuenta la siguiente forma.

**Cota de CRP T6-N°01**=cota de captación -presión estática máxima

$$1711-50=1661 \text{ msnm}$$

La distancia recorrida se obtiene ingresando el valor de la cota calculado en el paso anterior y ingresándola a perfil topográfico de la línea de conducción el resultado es de 723.23 mls

Finalmente, la cámara rompe presión tiene la siguiente ubicación

$$\text{CRP T 6-N}^\circ\text{01}= 723.23 \text{ mls}; 1661 \text{ msnm}$$

**Cota de CRP T6-N°02**=cota CRP T6- N°01 -presión estática máxima

$$1661-50=1611 \text{ msnm}$$

Finalmente, la cámara rompe presión tiene la siguiente ubicación

$$\text{CRP T 6-N}^\circ\text{02}=727.04 \text{ mls};1611 \text{ msnm}$$

**Cota de CRP T6-N°03**= cota CRP T6- N°02 -presión estática máxima

$$1611-50=1561 \text{ msnm}$$

Finalmente, la cámara rompe presión tiene la siguiente ubicación

$$\text{CRP T 6-N}^\circ\text{03}=727.52 \text{ mls};1561 \text{ msnm}$$

**Cota de CRP T6-N°04**= cota CRP T6- N°03 -presión estática máxima

$$1561-50=1511 \text{ msnm}$$

Finalmente, la cámara rompe presión tiene la siguiente ubicación

CRP T 6-N°04=721.85 mls;1511 msnm

**Cota de CRP T6-N°05= cota CRP T6- N°04 -presión estática máxima**

1511-50=1461 msnm

Finalmente, la cámara rompe presión tiene la siguiente ubicación

CRP T 6-N°05=726.72 mls;1461 msnm

**Cota de CRP T6-N°06= cota CRP T6- N°05 -presión estática máxima**

1461-50=1411 msnm

Finalmente, la cámara rompe presión tiene la siguiente ubicación

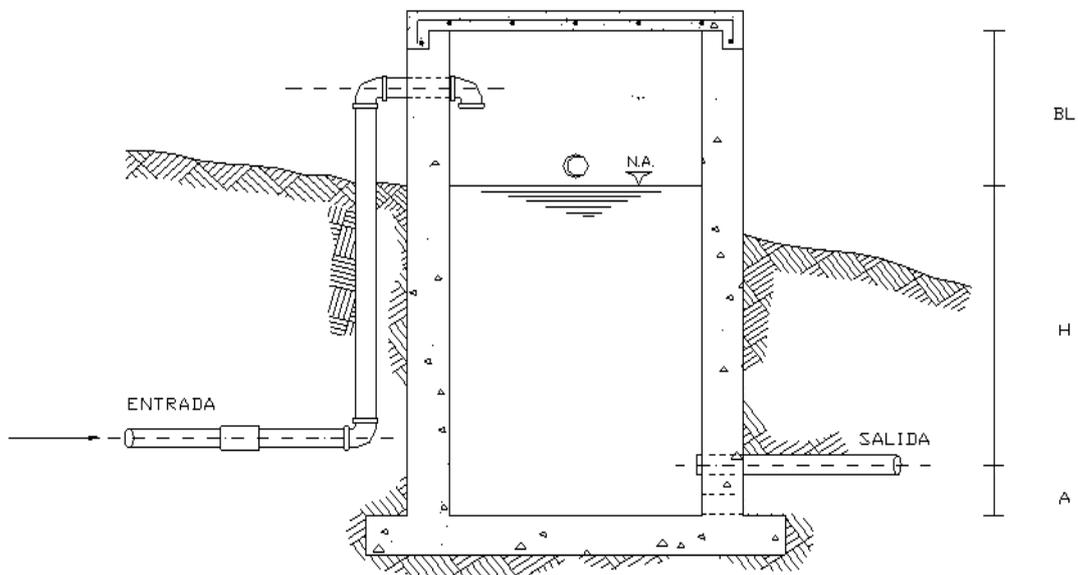
CRP T 6-N°06=726.94 mls;1411 msnm

**Cota de CRP T6-N°07= cota CRP T6- N°06 -presión estática máxima**

1411-50=1361 msnm

Finalmente, la cámara rompe presión tiene la siguiente ubicación

CRP T 6-N°07=726.11 mls;1361 msnm



$$H = 1.56 \frac{v^2}{2g} m$$

$$V = 1.9735 \frac{Q}{D^2} m/S$$

**Donde:**

H: Carga de agua (m)

V: Velocidad de Flujo en m/s

**Datos:**

$$Q_{md} = 0.42 \text{ l/s}$$

$$D = 1 \text{ " Pulg.}$$

Entonces resolviendo la ecuación de la velocidad tenemos:

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

$$V = 1.9735 \frac{0.42}{1^2} m/S = 0.83 \text{ m/seg}$$

Una vez hallada la velocidad, continuamos hallando la altura de agua.

$$H = 1.56 \frac{0.83^2}{2 \times 9.81} m = 0.055 \text{ m} \quad 5 \text{ cm}$$

Entonces de acuerdo a la teoría y a las recomendaciones normativas se tiene

A = 0.10 m que es la altura mínima recomendada

H = 0.40 m asumida de acuerdo a recomendaciones de diseño

B.L. = 0.40 m Borde libre de acuerdo a teoría.

Para hallar la altura total se define mediante la siguiente formula.

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

**Por consiguiente:**

$$H = 0.10 + 0.40 + 0.40$$

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

Las medidas de la cámara rompe presión se determinó que tenga las sesiones de 0.60 x 0.60 de sesión interna, al tener más facilidad para su proceso constructivo y posteriormente su instalación de sus respectivos accesorios.

**Cálculo de la Canastilla:**

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

$$D_c = 2 \times D = 2 \times 1 = 2$$

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

$$L = (3 \times D) \times 2.54 = 7.62 \text{ cm}$$

$$L = (6 \times D) \times 2.54 = 15.24 \text{ cm}$$

$$L \text{ asumido} = 20 \text{ cm}$$

Área de ranuras:

$$A_r = 7 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} = 35 \text{ mm}^2 = 35 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$$

Área total de ranuras  $A_t = 2 A_s$ , Considerando  $A_s$  como el área transversal de la tubería de salida.

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

$$A_s = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$A_t = 10.13 \text{ cm}^2$$

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

$$A_g = 0.5 \times D \times L$$

$$A_g = 0.5 \times 2 \times 2.54 \times 20 = 50.80 \text{ cm}^2$$

**El número de ranuras resulta:**

$$N^\circ \text{ ranuras} = \frac{\text{área total de ranuras}}{\text{área de ranura}} \quad N^\circ \text{ de ranuras} = 10.13 / 0.35 = 29$$

**Rebose:**

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

$$D = 4.63X \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38} S^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro (pulg)

Qmd = Caudal máximo diario (l/s)

Hf = Pérdida de carga unitaria (m/m). Considera = 0.010

D = 1.30 pulg

Considerando una tubería de rebose de 2 pulg.

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
425	CRP T6-01	1,661.17	152.400	0.42	1,699.41	1,661.17	38.24
450	CRP T6-02	1,611.07	152.400	0.42	1,649.51	1,611.07	38.44
471	CRP T6-03	1,560.94	152.400	0.42	1,599.41	1,560.94	38.47
493	CRP T6-04	1,511.21	152.400	0.42	1,549.37	1,511.21	38.17
508	CRP T 6-05	1,461.13	152.400	0.42	1,499.56	1,461.13	38.43
517	CRP T 6-06	1,411.04	152.400	0.42	1,449.48	1,411.04	38.44
526	CRP T6-07	1,361.01	152.400	0.42	1,399.41	1,361.01	38.39

**Fuente: elaboración propia**

## **RESERVORIO DE ALMACENAMIENTO.**

El reservorio que se proyectó será de característica ser apoyado, en lo que su ubicación será en la parte más alta de la comunidad el cual garantice una presión mínima para toda la población.

### **Parámetros y criterios de diseño del proyecto.**

- El volumen de almacenamiento será el 25 % de la demanda diaria promedio anual siempre y cuando el suministro de agua de la fuente sea continuo, y si el suministro sea discontinuo su capacidad debe ser como mínimo del 30%.
- Se considera que aquella comunidad que tenga más de 200 y menos 2000 habitantes y se considere población rural se diseñara únicamente con el volumen de regulación.
- El reservorio dispondrá de una tubería de entrada, una de salida, una de rebose, así como una tubería de limpia, considerándose todas independientes y tener sus respectivos accesorios que los conforman.

### **Cálculo del volumen de almacenamiento del reservorio (vt).**

#### **El proyecto presenta los siguientes datos:**

Pf= 209 habitantes

**Consumo medio diario** :  $Q_m = 0.32 \text{ l/seg} \times 86400 \text{ seg /día}$

$$Q_m = 27648 \text{ lts/día}$$

consideraremos un volumen de regulación de 25 %.

#### **Determinamos el volumen de reservorio.**

$$V = Q_m \times 0.25$$

$$V = 27648 \times 0.25 = 6912 \text{ lts}$$

**V=6.91 m3**

**Nuestro reservorio será de 7 m3.**



## DISEÑO HIDRÁULICO

### Cálculo de la canastilla

Para el dimensionamiento de la canastilla a colocarse en el ingreso de la tubería de aducción usaremos diámetros ya definidos luego del análisis realizado con el software WaterCad.

$$D_{\text{tubaducción}} = 2.94 \text{ cm}$$

$$A_{\text{tubaducción}} = \frac{\pi D_{\text{tubaducción}}^2}{4} = \frac{3.1416 \times 2.94^2}{4} = 6.79 \text{ cm}^2$$

Se asume que el diámetro de la canastilla será el doble de la tubería de conducción:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 * D_{\text{tubaducción}} = 2 * 2.94 = 5.88 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el diámetro de la canastilla es de 2.5" por lo cual elegiremos 3"

La longitud asumida de la canastilla asumida es: 30 cm

Se define arbitrariamente las dimensiones de cada ranura como sigue:

$$X = 7 \text{ mm} \quad y = 7 \text{ mm} \quad A_{\text{ranura}} = X * y \cdot 10^{-2} \quad A_{\text{ranura}} = 0.49 \text{ cm}^2$$

**Agüero (Ref. 7)**, sugiere que el área total de las ranuras deber ser igual al doble del área de la tubería de conducción y que el área total no debe exceder al 50% del área lateral de la canastilla; de donde se tiene:

$$A_{\text{totalranuras}} = 2 A_{\text{tubaducción}} = 2 \times 6.79 = 13.58 \text{ cm}^2$$

$$A_{\text{lateralcanastilla}} = \frac{\pi D_{\text{canastilla}} * L_{\text{canastilla}}}{2} = \frac{3.1416 \times 5.88 \times 30}{2} = 277.09 \text{ cm}^2$$

Fácilmente se puede hallar el número total de ranuras de la siguiente forma:

$$N^{\circ}_{\text{totalranuras}} = \frac{A_{\text{totalranuras}}}{A_{\text{ranura}}} = \frac{13.58}{0.49} = 27.71 = 28 \text{ N}^{\circ} \text{ total de ranuras.}$$

Para hallar las dimensiones de la tubería de rebose y limpia se usará la fórmula de Hazen Williams:

$$D_r = 0.71 X \frac{Q^{0.38}}{S^{0.21}}$$

**Sabemos que:**

- Q(l/s)
- C (pie<sup>1/2</sup>/seg)
- S (m/m)
- D (pulg)

S=0.015 pendiente recomendada libro: agua potable para poblaciones rurales.

$$D_r = 0.71 \times \frac{0.64^{0.38}}{0.015^{0.21}} = 1.45$$

D<sub>tubería de rebose</sub> = 1.5 pulg

Tubería elegida = 2.00 pulg

### **TUBERIA DE LIMPIEZA**

**Tiempo de evacuación no será mayor de 2 horas** Asumiremos: T<sub>ev</sub> = 2hr.

Caudal evacuado

$$Q_{ev} = 1.15 \text{ m}^3/\text{hr}$$

El diámetro se calculará mediante la ecuación de Hazen y Williams, se recomienda S=1.5% .

$$D_{ev} = 0.71 \times \frac{1.15^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D_{ev} = 1.81 \text{ pulg}$$

Diámetro de tubería de limpieza

Asumiremos: D<sub>ev</sub> = 2plg.

### **TUBERIA DE VENTILACION**

Asumiremos tubería F°G° mínimo 2 pulg.

Asumiremos

D<sub>v</sub> = 2plg

## LÍNEA DISTRIBUCIÓN

Para el cálculo de la línea de distribución hemos empleado el método del Número de Familias. Por este método se calcula un caudal unitario, dividiendo el caudal máximo horario entre el número total de familias de la población. El caudal en el nudo será el número de familias en su área de influencia, multiplicado por el caudal unitario.

En la distribución se tendrá en cuenta que el caudal de diseño será el caudal máximo horario  $Q_{mh} = 0.64$  l/seg una vez teniendo este valor procederemos a calcular el consumo unitario.

$$Q_{unit} = \frac{Q_{mh}}{N_f}$$

$$Q_n = Q_{unit} \times N_{fn}$$

**Dónde:**

$Q_{unit}$ : Caudal unitario (lt/s/fam)

$Q_n$ : Caudal en el nudo “n” (lt/s)

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

$N_f$ : Número total de familias

$N_{fn}$ : Número de familias en el área de influencia del nudo “n”

$$Q_{unit} = \frac{0.64}{54} = 0.01185$$

Tabla 16: N° de viviendas beneficiadas.

<b>RED ADUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN</b>	<b>N° DE EDIFICACIONES</b>	<b>N° DE MIEMBROS</b>	<b>N° DE INSTITUCIONES</b>	<b>Qmd (lts/seg)</b>	<b>Qmh (lts/seg)</b>
	54	209	7	0.420	0.64
<b>RED DE ADUCCION Y DISTRIBUCION N°01</b>	<b>4</b>			0.047	<b>Qn (lts/seg)</b>
RAMAL 01	1	7			0.012
RAMAL 02	3	11			0.036
<b>RED DE ADUCCION Y DISTRIBUCION N°02</b>	<b>50</b>			0.593	
RAMAL 02	3	12			0.036
RAMAL 03	2	8			0.024
RAMAL 04	12	45	1		0.142
RAMAL 05	17	67	4		0.201
RAMAL 06	5	10	2		0.059
RAMAL 07	11	49			0.130

Fuente: Elaboración propia

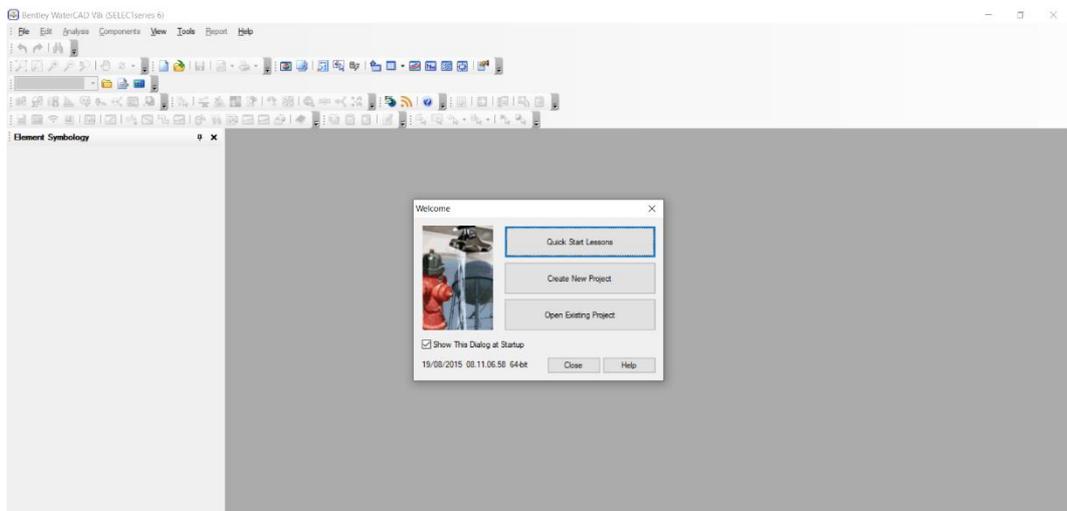
- Hay que tener en cuenta que según la normatividad se tiene en cuenta que la velocidad mínima es de 0.5 m/seg y la máxima de 3 m/seg como podemos apreciar a continuación se cumple con dichos parámetros.
- Realizado el cálculo se verifica las presiones que sean las adecuadas las cuales cumplan con las normas que se considera la presión mínima es de 10 m y la máxima de 50 m las cuales se deben cumplir.

#### **Cálculo de la red mediante el Software WaterCad**

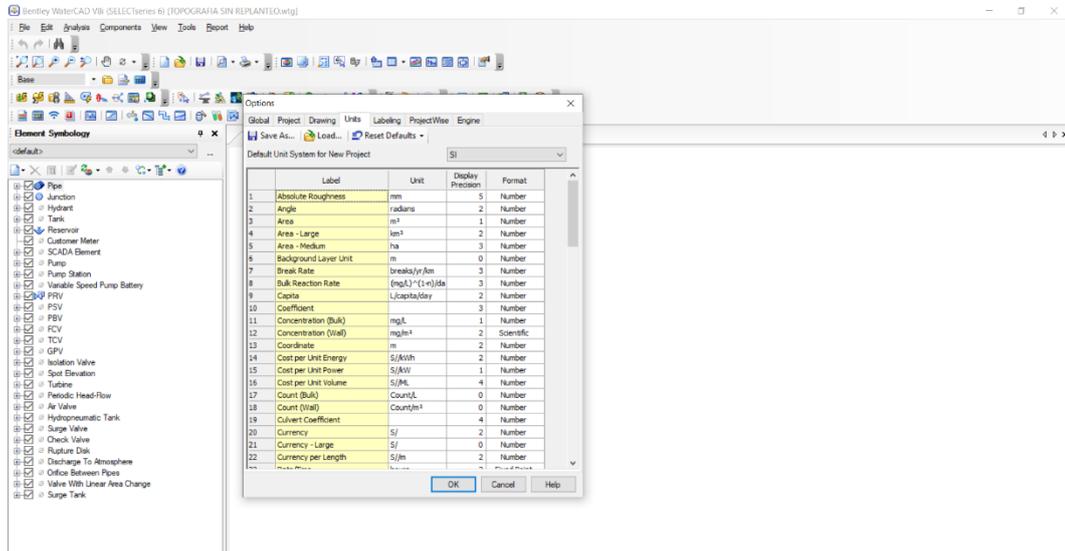
Una vez realizado el cálculo procedemos a verificar los cálculos mediante el WaterCAD al ser este software el cual nos permitirá diseñar de una manera eficiente al permitirnos analizar, modelar y gestionar redes a presión permitiendo una simulación hidráulica.



Después de haber iniciado sesión procedemos a crear un nuevo proyecto donde se realizarán todos los cálculos posibles.

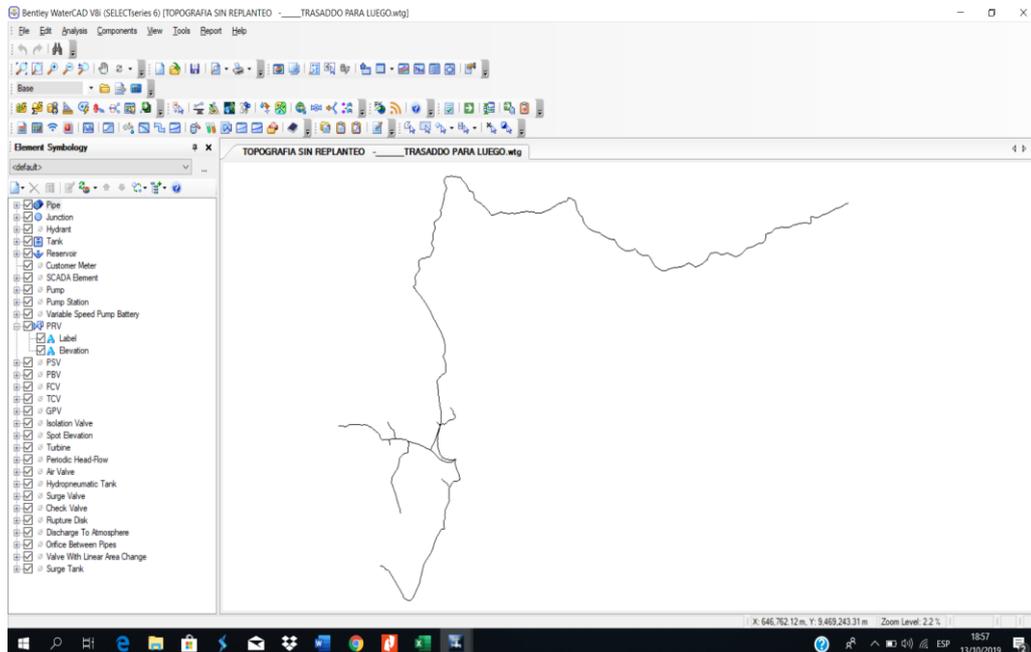


Como siguiente paso procederemos a ingresar las propiedades en que trabajaremos el sistema en este caso trabajaremos con el sistema SI (sistema internacional) y determinaremos las unidades de presión y diámetros en los que se trabajara.



Realizado la configuración de todas las unidades a utilizar, procedemos a exportar el plano de topografía desde el AutoCAD en formato DXF sin que altere el proyecto topográfico.

En este plano en planta se dibujarán todos los nodos, redes de tubería y reservorio de almacenamiento.



Luego de realizado todos los nodos y tuberías se procede a ingresar cada uno de los diámetros a cada una de las tuberías.

FlexTable: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (TOPOGRAFIA SIN REPLANTEO - \_TRASADO PARA LUEGO.dwg)

	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
37:		28.43	J-5	J-6	17.400	PVC	150.0	0.02	0.10	0.03
83: P-1	P-1	1,212.74	J-1	J-3	17.400	PVC	150.0	0.04	0.15	2.64
85: P-2	P-2	87.09	J-1	J-2	17.400	PVC	150.0	0.01	0.05	0.02
87: P-3	P-3	45.75	J-12	J-13	22.900	PVC	150.0	0.06	0.14	0.07
22: P-4	P-4	138.98	J-10	J-11	22.900	PVC	150.0	0.20	0.48	1.52
86: P-5	P-5	558.33	J-8	J-9	22.900	PVC	150.0	0.14	0.34	4.06
82: P-6	P-6	248.98	T-1	J-1	22.900	PVC	150.0	0.05	0.12	0.24
87: P-7	P-7	215.59	J-5	J-7	22.900	PVC	150.0	0.04	0.09	0.13
138: P-8	P-8	82.54	CRP T6-12	J-4	22.900	PVC	150.0	-0.06	0.15	0.12
140: P-9	P-9	31.74	J-5	CRP T6-13	22.900	PVC	150.0	-0.06	0.15	0.05
141: P-10	P-10	76.82	CRP T6-13	CRP T6-12	22.900	PVC	150.0	-0.06	0.15	0.11
311: P-11	P-11	429.18	J-12	J-14	22.900	PVC	150.0	0.13	0.32	2.65
76: P-12	P-12	51.52	J-10	J-12	29.400	PVC	150.0	0.19	0.38	0.59
107: P-13	P-13	119.44	T-1	CRP T6-08	29.400	PVC	150.0	0.59	0.87	3.61
108: P-14	P-14	110.89	CRP T6-08	J-4	29.400	PVC	150.0	0.59	0.87	3.38
228: P-15	P-15	28.66	J-4	CRP T6-09	29.400	PVC	150.0	0.53	0.78	0.71
270: P-16	P-16	80.96	CRP T6-09	CRP T6-10	29.400	PVC	150.0	0.53	0.78	2.01
271: P-17	P-17	70.01	CRP T6-10	J-8	29.400	PVC	150.0	0.53	0.78	1.78
314: P-18	P-18	2.46	J-8	CRP T6-11	29.400	PVC	150.0	0.39	0.57	0.03
315: P-19	P-19	100.68	CRP T6-11	J-10	29.400	PVC	150.0	0.39	0.57	1.41
406: P-20	P-20	723.23	R-1	CRP T6-01	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	11.59
461: P-21	P-21	723.04	CRP T6-01	CRP T6-02	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	11.65
472: P-22	P-22	727.52	CRP T6-02	CRP T6-03	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	11.66
484: P-23	P-23	721.85	CRP T6-03	CRP T6-04	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	11.57
509: P-24	P-24	726.72	CRP T6-04	CRP T6-05	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	11.65
518: P-25	P-25	726.94	CRP T6-05	CRP T6-06	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	11.65
527: P-26	P-26	726.11	CRP T6-06	CRP T6-07	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	11.64
528: P-27	P-27	926.49	CRP T6-07	J-2	29.400	PVC	150.0	0.42	0.62	14.75

Una vez realizado todos estos pasos procedemos a correr el programa el cual nos avisara si hemos ingresado todos los datos.

Y procederemos a exportar estos datos al programa al AutoCAD en los cuales apreciamos a continuación.

Label	Length (Scaled)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss (Friction) (m)
	28.43	J-5	J-6	17.400	PVC	150.0	0.02	0.6	0.03
P-1	1,212.74	J-1	J-3	17.400	PVC	150.0	0.04	0.55	2.64
P-2	87.09	J-1	J-2	17.400	PVC	150.0	0.01	0.35	0.02
P-3	45.75	J-12	J-13	22.900	PVC	150.0	0.06	0.34	0.07
P-4	138.98	J-10	J-11	22.900	PVC	150.0	0.20	0.49	1.92
P-5	558.33	J-8	J-9	22.900	PVC	150.0	0.14	0.34	4.06
P-6	248.98	T-1	J-1	22.900	PVC	150.0	0.05	0.32	0.24
P-7	219.59	J-5	J-7	22.900	PVC	150.0	0.04	0.29	0.13
P-8	82.54	CRP T6-12	J-4	22.900	PVC	150.0	0.06	0.35	0.12
P-9	31.74	J-5	CRP T6-13	22.900	PVC	150.0	0.06	0.35	0.05
P-10	76.82	CRP T6-13	CRP T6-12	22.900	PVC	150.0	0.06	0.35	0.11
P-11	429.18	J-12	J-14	22.900	PVC	150.0	0.13	0.32	2.65
P-12	51.52	J-10	J-12	29.400	PVC	150.0	0.19	0.28	0.19
P-13	119.44	T-1	CRP T6 -08	29.400	PVC	150.0	0.59	0.87	3.61
P-14	110.89	CRP T6 -08	J-4	29.400	PVC	150.0	0.59	0.87	3.36
P-15	28.66	J-4	CRP T6-09	29.400	PVC	150.0	0.53	0.78	0.71
P-16	80.96	CRP T6-09	CRP T6-10	29.400	PVC	150.0	0.53	0.78	2.01
P-17	70.01	CRP T6-10	J-8	29.400	PVC	150.0	0.53	0.78	1.74
P-18	2.46	J-8	CRP T6-11	29.400	PVC	150.0	0.39	0.57	0.03
P-19	100.68	CRP T6-11	J-10	29.400	PVC	150.0	0.39	0.57	1.41

Fuente: Elaboración propia.

ID	Label	Elevation (m)	Demand (L/s)	Pressure (m H2O)	Hydraulic Grade (m)
81	J-1	1,278.49	0.00	19.23	1,297.76
84	J-2	1,253.34	0.01	44.30	1,297.73
54	J-3	1,273.65	0.04	21.42	1,295.11
90	J-4	1,222.16	0.00	32.99	1,255.22
38	J-5	1,138.70	0.00	13.78	1,152.52
39	J-6	1,135.32	0.02	17.13	1,152.49
86	J-7	1,107.20	0.04	45.10	1,152.39
76	J-8	1,134.15	0.00	32.50	1,166.71
79	J-9	1,150.16	0.14	12.47	1,162.66
68	J-10	1,097.95	0.00	33.86	1,131.88
71	J-11	1,081.92	0.20	47.94	1,129.96
63	J-12	1,091.81	0.00	39.80	1,131.69
66	J-13	1,095.66	0.06	35.90	1,131.63
310	J-14	1,120.65	0.13	8.38	1,129.04

Fuente: Elaboración propia

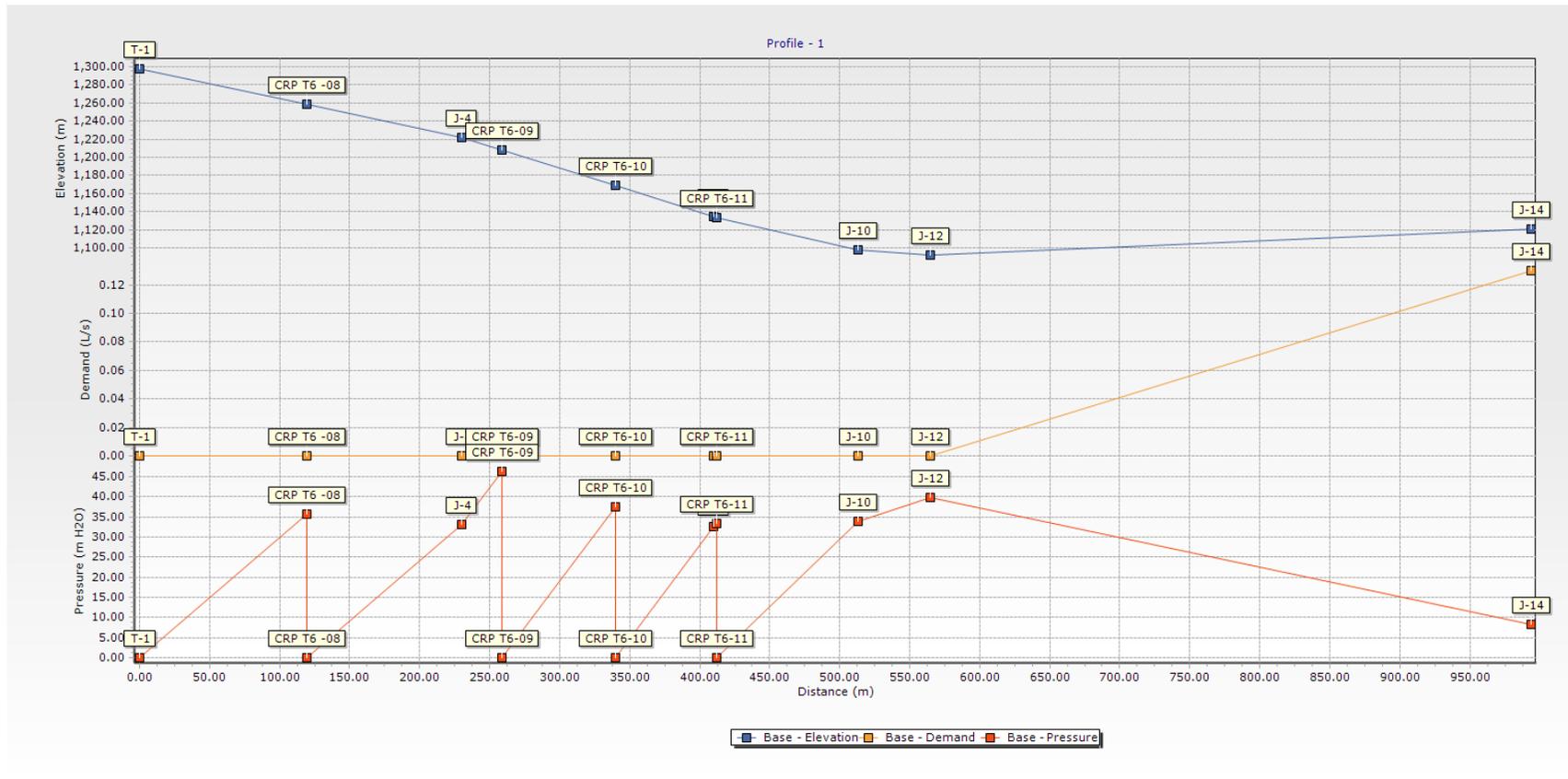
**cámara rompe presión red de distribución y aducción.**

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
106	CRP T6 -08	1,258.57	152.400	0.59	1,294.39	1,258.57	35.81
136	CRP T6-12	1,186.11	152.400	0.06	1,255.09	1,186.11	68.98
139	CRP T6-13	1,152.56	152.400	0.06	1,186.00	1,152.56	33.44
227	CRP T6-09	1,208.12	152.400	0.53	1,254.50	1,208.12	46.39
269	CRP T6-10	1,168.45	152.400	0.53	1,206.11	1,168.45	37.66
313	CRP T6-11	1,133.29	152.400	0.39	1,166.68	1,133.29	33.39

Fuente: Elaboración propia



**Perfil de la red de aducción y distribución N°01**



**Perfil de la red de aducción y distribución N° 02**

NUDO	DEMANDA	PRESION
J1	0.00	19.23
J2	0.01	44.3
J3	0.04	21.42
J4	0.00	32.99
J5	0.00	13.78
J6	0.02	17.13
J7	0.04	45.1
J8	0.00	32.5
J9	0.14	12.47
J10	0.00	33.86
J11	0.20	47.94
J12	0.00	39.8
J13	0.06	35.9
J14	0.13	8.38

**Fuente: elaboración propia**

NUDO INICIAL	NUDO FINAL	VELOCIDAD	DIAMETRO	LONGITUD
J-5	J-6	0.6	17.4	28.43
J-1	J-3	0.55	17.4	1212.74
J-1	J-2	0.35	17.4	87.09
J-12	J-13	0.34	22.9	45.75
J-10	J-11	0.49	22.9	138.98
J-8	J-9	0.34	22.9	558.33
T-1	J-1	0.32	22.9	248.98
J-5	J-7	0.29	22.9	219.59
CRP T6-12	J-4	0.35	22.9	82.54
J-5	CRP T6-13	0.35	22.9	31.74
CRP T6-13	CRP T6-12	0.35	22.9	76.82
J-12	J-14	0.32	22.9	429.18
J-10	J-12	0.28	29.4	51.52
T-1	CRP T6 -08	0.87	29.4	119.44
CRP T6 -08	J-4	0.87	29.4	110.89
J-4	CRP T6-09	0.78	29.4	28.66
CRP T6-09	CRP T6-10	0.78	29.4	80.96
CRP T6-10	J-8	0.78	29.4	70.01
J-8	CRP T6-11	0.57	29.4	2.46
CRP T6-11	J-10	0.57	29.4	100.68

**Fuente: elaboración propia**

## DISEÑO ESTRUCTURAL

### Captación

### Análisis estructural

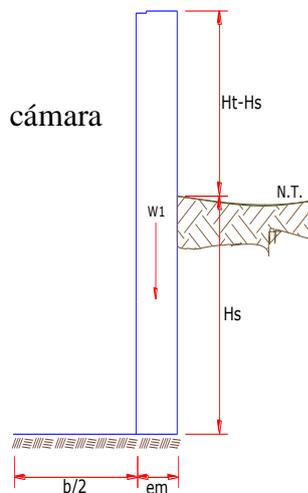
#### Datos

Ht = 1.00 m. altura de la caja para cámara húmeda

HS = 1.00 m. altura del suelo

b= 1.50 m. ancho de pantalla

em = 0.20 m. espesor de muro



gS= 1700 kg/m<sup>3</sup> peso específico del suelo

f= 10 ° Angulo de rozamiento interno del suelo

m= 0.42 coeficiente de fricción

gC= 2400 kg/m<sup>3</sup> peso específico del concreto

st= 1.00 kg/cm<sup>2</sup> capacidad de carga del suelo

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

coeficiente de empuje

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

Cah = 0.704088191

P= 598.47 kg

#### Momento de vuelco (Mo ):

Donde:

$$P = \frac{C_{ah} \cdot \gamma_s \cdot (H_s + e_b)^2}{2} \quad \gamma = \left(\frac{H_s}{3}\right)$$

Y= 0.33 m.

Mo = 199.49 kg-m

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

$$M_o = P.Y$$

**Donde:**

W= peso de la estructura

X= distancia al centro de gravedad

$$Mr = W * X$$

$$W_1 = 480.00 \text{ kg}$$

$$W_1 = em. Ht. \gamma_c$$

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

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

$$Mr_1 = 408.00 \text{ kg-m}$$

$$Mr_1 = W_1.X_1$$

$$Mr = 408.00 \text{ kg-m}$$

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

$$Mr = Mr_1$$

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

$$Mr = 408.00 \text{ kg-m} \quad M_o = 199.49 \text{ kg-m}$$

$$W = 480.00 \text{ kg}$$

$$a = 0.43 \text{ m.}$$

**Chequeo por volteo:**

donde deberá ser mayor de 1.6

$$C_{dv} = 2.045198341 \quad \text{Cumple!}$$

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

**Chequeo por deslizamiento:**

$$F = 201.6$$

$$F = \mu.W$$

$$0.2016$$

$$C_{dd} = 0.34 \quad \text{Cumple!}$$

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

**Chequeo para la máx. carga unitaria:**

$$L = 0.95 \text{ m.} \qquad L = \frac{b}{2} + em$$

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

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

$$P_1 = (6a - 2L) \frac{W}{L^2} \qquad P_1 = 0.04 \text{ kg/cm}^2$$

kg/cm2	£	1.00 kg/cm2	<b>Cumple!</b>	0.06
kg/cm2	£	1.00 kg/cm2	<b>Cumple!</b>	$P \leq \sigma_t$

**Acero horizontal en muros**

Datos de Entrada

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

$$P_t = K_a * w * H_p$$

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

Hp= 1.00 m

Entonces Ka= 0.703

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

H= Pt= (7/8) x H x Ka x W      1.05      Ton/m2      Empuje del

terreno .

E= 75.00 %Pt      0.78      Ton/m2      Sismo

Pu= 1.0\*E + 1.6\*H      2.46      Ton/m2

### Cálculo de los Momentos

Asumimos espesor de muro

E= 20.00 cm

d= 14.37 cm

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

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

M(+)= 0.35 Ton-m

M(-)= 0.46 Ton-m

### Cálculo del Acero de Refuerzo As

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

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

Mu= 0.46 Ton-m

b= 100.00 cm

F'c= 280.00 Kg/cm<sup>2</sup>

Fy= 4,200.00 Kg/cm<sup>2</sup>

d= 14.37 cm

### 1.Cálculo del Acero de Refuerzo

#### Acero Mínimo

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

Asmin= 2.59 cm<sup>2</sup>

Nº	a (cm)	As(cm <sup>2</sup> )
1 iter.	1.44	0.89
2 Iter	0.16	0.85
3 Iter	0.15	0.85
4 Iter	0.15	0.85
5 Iter	0.15	0.85
6 Iter	0.15	0.85
7 Iter	0.15	0.85
8 Iter	0.15	0.85

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

**USAR Ø3/8" @0.25 m en ambas caras**

## 2.0.- ACERO VERTICAL EN MUROS TIPO M4

Altura = Hp 1.00 (m)  
 P.E. Suelo= (W) 1.70 Ton/m<sup>3</sup>  
 F'c = 280.00 (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Fy = 4,200.00 (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Capacidad terr. = Qt 1.00 (Kg/cm<sup>2</sup>)  
 Ang. de fricción= Ø 10.00 grados  
 S/C= 300.00 Kg/m<sup>2</sup>  
 Luz libre= LL 1.50 m

$M(-) = 1.70 * 0.03 * (K_a * w) * H_p * H_p * (LL)$        $M(-) = 0.09$  Ton-m  
 $M(+)$  =  $=M(-)/4$        $M(+)$  = 0.02 Ton-m

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

$M(-) = 0.16$  Ton-m

$M(+)$  = 0.04 Ton-m

$M_u = 0.16$  Ton-m

$b = 100.00$  cm

$F'c = 210.00$  Kg/cm<sup>2</sup>

$F_y = 4,200.00$  Kg/cm<sup>2</sup>

$d = 14.37$  cm

### Cálculo del Acero de Refuerzo

**Acero Mínimo**

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

$A_{smin} = 2.59$  cm<sup>2</sup>

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	1.44	0.31
2 Iter	0.07	0.30
3 Iter	0.07	0.30
4 Iter	0.07	0.30
5 Iter	0.07	0.30

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

**USAR Ø3/8" @0.25m en ambas caras**

### 3.0.- DISEÑO DE LOSA DE FONDO

Altura =	H	0.15 (m)
Ancho=	A	1.80 (m)
Largo	= L	1.80 (m)
P.E. Concreto =	(Wc)	2.40 Ton/m <sup>3</sup>
P.E. Agua =	(Ww)	1.00 Ton/m <sup>3</sup>
Altura de agua =	Ha	0.50 (m)
Capacidad terr. =	Qt	1.00 (Kg/cm <sup>2</sup> )

#### Peso Estructura

Losa	1.1664
Muros	1.144
Peso Agua	0.605 Ton

Pt (peso total) 2.9154 Ton

Área de Losa 3.24 m<sup>2</sup>

Reacción neta del terreno =  $1.2 * Pt / \text{Área}$  1.08 Ton/m<sup>2</sup>

Qneto= 0.11 Kg/cm<sup>2</sup>

$$Q_t = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Q_{\text{neto}} < Q_t \quad \text{CONFORME}$$

$$\text{Altura de la losa } H = 0.15 \text{ m} \quad A_s \text{ min} = 2.574 \text{ cm}^2$$

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

**USAR Ø3/8" @0.25ambos sentidos**

## MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL - CAPTACION

### MANANTIAL DE LADERA - CAMARA SECA

#### Datos:

Ht = 0.70 m. altura de la caja para cámara seca

HS = 0.50 m. altura del suelo

b = 0.80 m. ancho de pantalla

em = 0.10 m. espesor de muro

gS = 1710 kg/m<sup>3</sup> peso específico del suelo

f = 10 ° ángulo de rozamiento interno del suelo

m = 0.42 coeficiente de fricción

gC = 2400 kg/m<sup>3</sup> peso específico del concreto

st = 1.00 kg/cm<sup>2</sup> capacidad de carga del suelo

Empuje del suelo sobre el muro ( P ):

$$C_{ah} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \quad \text{coeficiente de empuje}$$

$$C_{ah} = 0.704088191$$

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

Momento de vuelco (Mo):

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

Donde:

$$Y = 0.17 \frac{mH_s}{3}$$

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

Momento de estabilización ( Mr ) y el peso W:

$$M_o = P.Y$$

Donde:

W= peso de la estructura

X= distancia al centro de gravedad

$$M_r = W.X$$

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

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

$$W_1 = em.Ht. \gamma_c$$

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

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

$$M_{r1} = W_1.X_1$$

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

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

$$M_r = M_{r1}$$

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

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

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

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

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

**Chequeo por volteo:**

donde deberá ser mayor de 1.6

$$3.013976502 \quad \text{Cumple!}$$

**chequeo por deslizamiento:**

$$F = 70.56$$

$$F = \mu.W$$

$$0.07056$$

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

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

Cdd = 0.47 **Cumple!**

**Chequeo para la Max. carga unitaria:**

$$L = 0.50 \text{ m.} \quad L = \frac{b}{2} + em$$

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

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

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

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

$$P_1 = 0.05 \text{ kg/cm}^2$$

**0.05 kg/cm<sup>2</sup>**      £      **1.00 kg/cm<sup>2</sup>**      **Cumple!**       $P \leq \sigma_t$

### ACERO HORIZONTAL EN MUROS

Datos de Entrada

Altura	=	Hp	0.70 (m)
P.E. Suelo	=	(W)	1.71 Ton/m <sup>3</sup>
F'c	=		210.00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Fy	=		4,200.00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Capacidad terr.	=	Qt	1.00 (Kg/cm <sup>2</sup> )
Ang. de fricción	=	Ø	10.00 grados
S/C	=		300.00 Kg/m <sup>2</sup>
Luz libre	=	LL	0.80 m

$$P_t = K_a * w * H_p$$

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

$$H_p = 0.70 \text{ m}$$

$$\text{Entonces } K_a = 0.703$$

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

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

### Cálculo de los Momentos

Asumimos espesor de muro

E= 10.00 cm

D: 4.37 cm

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

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

M(+) = 0.07 Ton-m

M(-) = 0.09 Ton-m

### Cálculo del Acero de Refuerzo As

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

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

Mu= 0.09 Ton-m

b= 100.00 cm

F'c= 280.00 Kg/cm2

Fy= 4,200.00 Kg/cm2

d= 4.37 cm

### Cálculo del Acero de Refuerzo

Acero Mínimo

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

Asmin= 0.79 cm2

Nº	a (cm)	As(cm2)
1 iter.	0.44	0.59
2 Iter	0.10	0.57
3 Iter	0.10	0.57
4 Iter	0.10	0.57
5 Iter	0.10	0.57
6 Iter	0.10	0.57
7 Iter	0.10	0.57
8 Iter	0.10	0.57

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

**USAR Ø3/8" @0.25 m en ambas caras**

**ACERO**

**VERTICAL EN MUROS TIPO M4**

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

M(-) = 1.70\*0.03\*(Ka\*w)\*Hp\*Hp\*(LL) M(-)= 0.02 Ton-m

M(+)= =M(-)/4 M(+)= 0.01 Ton-m

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

$$M(-) = 0.04 \text{ Ton-m}$$

$$M(+) = 0.01 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = 0.04 \text{ Ton-m}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$F'_c = 210.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$d = 4.37 \text{ cm}$$

### Cálculo del Acero de Refuerzo

Acero Mínimo

$$A_{s\min} = 0.0018 * b * d$$

$$A_{s\min} = 0.79 \text{ cm}^2$$

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

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

**USAR Ø3/8" @0.25m en ambas caras**

### DISEÑO DE LOSA DE FONDO

Altura H 0.15 (m)

Ancho A 1.00 (m)

Largo = L 1.00 (m)

P.E. Concreto=	(Wc)	2.40	Ton/m3
P.E. Agua=	(Ww)	1.00	Ton/m3
Altura de agua=	Ha	0.00	(m)
Capacidad terr.=	Qt	1.00	(Kg/cm2)

### Peso Estructura

Losa	=	0.36	
Muros	=	0.168	
Peso Agua	=	0	Ton

---

Pt (peso total) 0.528 Ton

Área de Losa 6.3 m2

Reacción neta del terreno =  $1.2 * Pt / \text{Área}$  0.10 Ton/m2

Qneto= 0.01 Kg/cm2

Qt= 1.00 Kg/cm2

Qneto < Qt **CONFORME**

Altura de la losa H=0.15 m As min=2.574 cm2

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

**USAR Ø3/8" @0.25ambos sentidos**

## RESERVORIO

### CRITERIOS DE CALCULO

Por tratarse de una estructura hidráulica en la cual no puede permitirse la fisuración excesiva del concreto que atente contra la estanqueidad y ponga en riesgo la armadura metálica por corrosión, se ha empleado el método de diseño elástico o método de los

esfuerzos de trabajo, que limita los esfuerzos del concreto y acero a los siguientes valores:

Diseño estructural

Donde:

$$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo de trabajo del concreto} \quad F'c = 0.4 F'c = 84.00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo de trabajo del acero} \quad fs = 0.4 Fy = 1,680.00 \text{ kg/cm}^2$$

**Las características geométricas del reservorio cilíndrico son las siguientes:**

Volumen del reservorio	Vr =	7.00	m <sup>3</sup>
Altura de agua	h =	1.00	m
Diámetro del reservorio	D =	3.00	m
Altura de las paredes	H =	1.50	m
Area del techo	at =	9.08	m <sup>2</sup>
Area de las paredes	ap =	15.08	m <sup>2</sup>
Espesor del techo	et =	0.20	m
Espesor de la pared	ep =	0.20	m
Volumen de concreto	Vc =	4.83	m <sup>3</sup>

### **FUERZA SISMICA**

El coeficiente de amplificación sísmico se estimará según la norma del Reglamento Nacional

$$V = \frac{ZICi}{Rw} Ww$$

Según la ubicación del reservorio, tipo de estructura y tipo de suelos, se asumen los siguientes valores:

Z =	0.30	Factor de Zona Sísmica 3 otros
I =	1.00	
S =	1.20	Factor de Suelo Tipo S-3, Tp = 1 seg
Rwi =	2.75	empotrado o simple apollado
Rwc =	1.00	

$$C_i = \frac{2.75}{S} = \frac{2.75}{1.20} = 2.29$$

Ecuación 9 – 31 (ACI 350)

$$C_c = \frac{6.00}{T_c^2} = \frac{6.00}{2.88^2} = 0.72$$

$$T_c \leq 2.4 S$$

$$T_c \leq 2.4 (1.20) = 2.88$$

Tabla 4(a) - Factor de zona sísmica Z*	
zona sísmica	factor Z
1	0.075
2A	0.15
2B	0.2
3	0.3
4	0.4

\* el factor de zona sísmica Z representa la peak máximo de la aceleración efectiva (EPA), correspondiente al movimiento del suelo teniendo un 90% de probabilidad de no excedencia en 50 años.

Fuente: Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos (ACI 350.3-01) y comentarios (350.3r-01)

<b>Tabla 4(c) - Factor de importancia I</b>	
uso del estanque	factor I
estanques que contienen material peligroso*	1.5
estanques cuyo contenido es usable para distintos propósitos después de un terremoto, o estanques que son parte de sistemas de salvataje	1.25
otros	1.0

\*para estanques que contengan material peligroso, el juicio ingenieril puede necesitar  $I > 1.5$  para considerar un terremoto mayor al terremoto de diseño

Fuente: Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos (ACI 350.3-01) y comentarios (350.3r-01)

<b>Tabla 4(b) - coeficiente de perfil de suelos S</b>		
Tipo	Descripción del perfil	Coefficiente
A	Perfil con: (a) material rocoso caracterizado por una velocidad de onda de corte mayor que 2500 pies/seg (762 m/s), o por otra forma conveniente de clasificación; o (b) medio-densa a densa o semi-rígido a rígido con profundidades menores a 200 pies (60960 mm)	1.0
B	un perfil de suelo con predominancia de condiciones de suelo medio-densa a densa o semi-rígida a rígida, donde la profundidad del estrato excede 200 pies (60960mm)	1.2
C	un perfil de suelo con más de 20 pies (60960mm) de arcilla blanda a medio-rígida pero no mas de 40 pies (12192mm) de arcilla blanda.	1.5
D	un perfil de suelo con mas de 40 pies (12192mm) de arcilla blanda caracterizado por una velocidad de onda de corte menor que 500 pies/seg (152.4 m/s).	2.0

Fuente: Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos (ACI 350.3-01) y comentarios (350.3r-01)

Tabla 4(d) - Factor de modificación de la respuesta $R_w$			
Tipo de estructura	$R_{wi}$ superficial o en pendiente	Enterrado*	$R_{wc}$
(a) anclados, base flexible	4.5	4.5++	1.0
(b) empotrados o simple apoyo	2.75	4	1.0
(c) no anclados, llenos o vacíos **	2.0	2.75	1.0
(d) estanques elevados	0.4	-	1.0

\*el estanque enterrado se define como estanque en el cual el nivel piezométrico máximo con agua en descanso esta a nivel de terreno o nivel subterráneo. Para estanques parcialmente enterrados, el valor de  $R_{wi}$  se puede obtener de interpolación lineal de los valores para estanques en superficie y estanques enterrados. ++ $R_{wi}=4.5$  es el máximo valor que puede adoptar  $R_{wi}$  para cualquier tipo de estanques de concreto. \*\* estanques no anclados, vacíos no deben ser construidos en zona sísmica 2B o mayor.

Fuente: Diseño sísmico de estructuras contenedoras de líquidos (ACI 350.3-01) y comentarios (350.3r-01)

- Factor de amplificación espectral componente impulsiva  $C_i$ : 2.29
- Factor de amplificación espectral componente convectiva  $C_c$ : 0.72

$P_c = 2.4 \times 4.83 = 11.60$  ton    Peso propio de la estructura vacía

$P_a = 7.00$  ton    Peso del agua cuando el reservorio está lleno

La masa líquida tiene un comportamiento sísmico diferente al sólido, pero por tratarse de una estructura pequeña se asumirá por simplicidad que esta adosada al sólido, es decir:

$$P = P_c + P_a = 18.60$$

$$V = \frac{0.3 \times 1 \times 2.29}{2.75} 18.60 = 4.65$$

Esta fuerza sísmica representa el  $P/P_a = 66\%$  del peso del agua, por ello se asumirá muy conservadoramente que la fuerza hidrostática horizontal se incrementa en el mismo porcentaje para tomar en cuenta el efecto sísmico.

### ANALISIS DE LA CUBA

La pared de la cuba será analizada en dos modos: 1.

Como anillos para el cálculo de esfuerzos normales y 2.

Como viga en voladizo para la determinación de los momentos flectores. Por razones

constructivas, se adoptará un espesor de paredes de:

$ep =$

$$0.20 \times 100 = 20.00 \quad \text{cm}$$

Considerando un recubrimiento de 3 cm, el peralte efectivo de cálculo es:

$$d = 20 - 3 = 17.00 \quad \text{cm}$$

### Fuerzas Normales

La cuba estará sometida a esfuerzos normales circunferenciales  $N_{ii}$  en el fondo similares a los de una tubería a presión de radio medio  $r$ :

$$r = D/2 + ep/2 = \frac{3.00}{2} + \frac{0.20}{2} = 1.6 \quad \text{m}$$

$$N_{ii} = Y \times r \times h = 1 \times 1 \times 1.60 = 1.60 \quad \text{ton}$$

Este valor se incrementará para tener en cuenta los efectos sísmicos:

$$N_{ii} = (1+0.66) \times 1.60 = 2.66 \quad \text{ton}$$

En la realidad, la pared está empotrada en el fondo lo cual modifica la distribución de fuerzas normales según muestra la figura **24.33 del libro "Hormigón Armado"** de Jiménez Montoya (la fuerza normal en el fondo es nula, pues no hay desplazamiento). Estos esfuerzos normales están en función del espesor relativo del muro, caracterizado por la constante  $K$ .

$$K = 1.3 \quad h \quad (r$$

$$\times ep)^{-1/2} = 1.3 \times 1.00 (1.60 \times 0.20)^{-1/2} = 2.30$$

Según dicho gráfico se tiene:

$$\text{Esfuerzo máximo } N_{\max} = 0.45 \quad N_{ii}$$

$$\text{Este esfuerzo ocurre a los } = 0.45 \quad h$$

$$N_{\max} = 0.45 \times 2.66 = 1.20 \quad \text{ton}$$

**El área de acero por metro lineal será:**

$$A_s = N_{\max} / f_s = (1.20 \times 1000) / 168000 = 0.71 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s \text{ temp}} = 0.0018 \times 100 \times ep = 3.6 \quad \text{cm}^2$$

Espaciamiento para fierro: 3/8 @ 39 cm

Este acero se repartirá horizontalmente en dos capas de:

**3/8 @ 39 cm. En ambas caras de las paredes.**

### **Momentos Flectores**

Se puede encontrar los máximos momentos positivos y negativos:

$$M_{\max+}=0.2 N_{ii} \times e_p = 0.2 \times 2.66 \times 0.20 = 0.106 \text{ ton-m}$$

$$M_{\max-}=0.063 N_{ii} \times e_p = 0.063 \times 2.66 \times 0.20 = 0.034 \text{ ton-m}$$

Para el cálculo elástico del área de acero, se determinarán las constantes de diseño:

$$r = f_s / F'_c = 1680.00 / 84.00 = 20.00$$

$$n = E_s / E_c = 9.00$$

$$k = n / (n + r) = 9 / (9 + 20) = 0.31$$

$$j = 1 - k/3 = 1 - (0.31/3) = 0.90$$

**(ver cuadro)**

<b>F'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	210	280	350
<b>n=Es/Ec</b>	9	8	7

El peralte efectivo mínimo  $d_m$  por flexión será:

$$d_m = (2M_{\max} / (k f_c j b))^{1/2}$$

$$d_m = (2 \times 0.106 \times 100000) / (0.31 \times 84.00 \times 0.90 \times 100)^{1/2} = 3.02 \text{ cm}$$

$$d_m < d = 17.00 \quad \text{Ok}$$

**El área de acero positivas es:**

$$A_s + = M_{\max +} / (f_s j d) = 0.106 \times 100000 / (1680.00 \times 0.90 \times 17) = 0.42 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = 0.0033 \times 100 \times d = 0.0033 \times 100 \times 17 = 5.61 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para fierro: 1/2 @ 23 cm

Este acero vertical se distribuye como: 1/2 @ 23cm. En toda la altura de la cara interior.

**El área de acero negativa es:**

$$A_s = M_{\max} / (f_s j d) = 0.034 \times 100000 / (16800.000 \times 0.90 \times 17) = 0.13 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.0033 \times 100 \times d = 5.61 \text{ cm}^2$$

**Espaciamiento para fierro: 1/2 @ 23 cm**

**Este acero vertical se distribuye como: 1/2 @ 23 cm. En toda la altura de la cara exterior.**

### **Análisis por corte en la base.**

El cortante máximo en la cara del muro es igual a:

$$V = 3.5 (1.52 Y r ep) = 3.5 \times (1.52 \times 1 \times 1.60 \times 0.20) = 1.70 \text{ ton}$$

El esfuerzo cortante crítico  $v$  es:

$$v = 0.03 F'c = 6.3 \text{ Kg/cm}^2$$

El peralte mínimo  $d_v$  por cortante es:

$$d_v = V / (v j b) = 1.70 \times 1000 / (6.3 \times 0.90 \times 100) = 3.01 \text{ cm} \quad \text{Ok}$$

### **Análisis por fisuración**

Para verificar que las fisuras en el concreto no sean excesivas se emplearán dos métodos:

1. Área mínima por fisuración:

$$\text{El esfuerzo del concreto a tracción } f_t = 0.03 f'c = 0.03 \times 210 = 6.3 \text{ Kg/cm}^2$$

El área mínima  $B_p$  de las paredes será:

$$B_p = N_{\max} / f_t + 15 A_s = 244.13 \text{ cm}^2$$

Para un metro de ancho, el área de las paredes es:

$$100 e_p = 100 \times 0.20 \times 100 = 2000 \text{ cm}^2 > B_p \quad \text{Ok}$$

2. Espaciamiento entre las varillas de acero:

Se verificará si el espaciamiento entre varillas  $s = 39 \text{ cm}$  es suficiente:

$$1.5 N_{max} < 100 \text{ ep ft} + 100 A_s ( 100/(s+4) - s^2/300 )$$

$$1.5 \times 1.20 \times 1000 < 100 \times 0.20 \times 6.3 + 100 \times 3.6(100/(39+4)-39/300)$$

$$1797 \text{ Kg} < 11,562 \text{ Kg} \quad \text{Ok}$$

## ANALISIS DE LA LOSA DEL TECHO

### Espesor de la Losa

El espesor mínimo para losas bidireccionales sin vigas ni ábacos es 12.5 cm, por ello se adoptará:

$$e_t = 0.20 \times 100 = 20 \text{ cm}$$

Considerando un recubrimiento de 3 cm, el peralte efectivo de cálculo es:

$$d = 20 - 3 = 17 \text{ cm}$$

### Momentos Flectores

La carga unitaria por metro cuadrado corresponde únicamente al peso propio, al cual se le añadirá una sobrecarga:

$$\text{Peso propio} \quad w_{pp} = 2.4 \times 20/100 = 0.48 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} \quad w_{sc} = 0.1 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{Carga unitaria} \quad W = 0.48 + 0.1 = 0.58 \text{ ton/m}^2$$

Para el cálculo del momento flector es usual considerar una viga diametral simplemente apoyada, pero este procedimiento está ampliamente sobredimensionado. Por ello se empleará el valor real de los momentos de servicio positivo y negativo de una placa circular empotrada:

$$M_{+} = W r^2 / 12 = 0.58 \times 1.6^2 / 12 = 0.12 \text{ ton-m}$$

$$M_{-} = W r^2 / 12 = 0.58 \times 1.6^2 / 12 = 0.12 \text{ ton-m}$$

El peralte efectivo en losas bidireccionales debe cumplir:

$$d \geq 3.2 M + 5 = 3.2 \times 0.12 + 5 = 5.4 \quad \text{Ok}$$

Empleando los mismos valores de los parámetros de diseño elástico empleados para el cálculo de la cuba se tiene:

El peralte efectivo dM mínimo por flexión será:

$$dM = (2 M / (k f_c j b))^{(1/2)} = (2 \times 0.12 \times 100000 / (0.31 \times 84.0 \times 0.90 \times 100))^{(1/2)} = 3.3$$
$$< 17 \quad \text{Ok}$$

**El área de acero positiva es:**

$$A_s + = M+ / (f_s j d) = 0.12 \times 100000 / (1680.0 \times 0.90 \times 17) = 0.48 \quad \text{cm}^2$$

$$A_{s\text{min}} = 0.0033 \times 100 \times d = 0.0033 \times 100 \times 17 = 5.61 \quad \text{cm}^2$$

**Espaciamiento para fierro: 3/8 @ 13 cm**

**El área de acero negativa es:**

$$A_s - = M+ / (f_s j d) = 0.12 \times 100000 / (1680.0 \times 0.90 \times 17) = 0.48 \text{cm}^2$$

$$A_{s\text{min}} = 0.0033 \times 100 \times d = 0.0033 \times 100 \times 17 = 5.61 \text{cm}^2$$

Espaciamiento para fierro: 3/8 @ 13 cm

Este acero se distribuye como: 3/8 @ 13 cm.

En dirección radial. Formando una parrilla de 3/8 @ 10 cm en el centro de la losa con diámetro de: 1.5 m. El acero radial se doblará en los apoyos para dotar de fierro negativo con bastones de longitud 1.0 m.

**El área de acero por temperatura es:**

$$A_{\text{temp}} = 0.0018 \times b \times e_t = 0.0018 \times 100 \times 20 = 3.6 \quad \text{cm}^2$$

**Espaciamiento para fierro: 3/8 @ 20 cm**

**Este acero se distribuye como: 3/8 @ 20 cm. en dirección circunferencial. Tanto en el acero radial como en los bastones de fierro negativo.**

**Análisis por corte**

El cortante máximo repartido en el perímetro de los apoyos de la losa es igual a:

$$V = 129.81 \text{ Kg}$$

El esfuerzo cortante crítico v es:

$$v = 0.03 F'_c = 6.3 \quad \text{Kg/cm}^2$$

El peralte mínimo  $d_v$  por cortante es:

$$d_v = V / (v \times j \times b) = 1298.81 / (6.3 \times 0.90 \times 100) = 0.23 \text{ cm} < 17 \quad \text{Ok}$$

## CALCULO DE LA CIMENTACION

### Altura del Centro de Gravedad

Elemento	Volumen $\text{m}^3$	Peso ton	Altura CG m	Momento ton-m
<b>Pared</b>	3.016	7.238	0.750	5.429
<b>Techo</b>	1.816	4.358	1.600	6.973
<b>Agua</b>	7.000	7.000	0.500	3.500
		<b>18.596</b>		<b>15.901</b>

La altura del centro de gravedad del reservorio lleno es:

$$Y_{cg} = 15.901 / 18.596 = 0.86 \text{ m}$$

A esta altura se supone que actuará la fuerza sísmica  $H$ , generando un momento de volteo.

$$M_v = V \times Y_{cg} = 4.65 \times 0.86 = 3.97 \quad \text{ton-m}$$

La excentricidad  $e$  resulta ser:

$$e = M_v / P = 3.97 / 18.596 = 0.21 \quad \text{m}$$

La cimentación será una losa continua de las siguientes características:

$$\text{Diámetro externo} \quad D = 3 + 2(0.20 + 0.1) = 3.6 \quad \text{m}$$

$$\text{Área de la Zapata} \quad A = 3.6^2 \times 3.1416 / 4 = 10.18 \text{ m}^2$$

$$\text{Espesor de losa el} \quad = 0.25 \quad \text{m}$$

$$\text{Peralte} \quad d = 0.25 - 0.03 = 0.22 \quad \text{m}$$

### Estabilidad al Volteo

El momento equilibrante es:

$$M_e = P D / 2 = 18.596 \times 3.6 / 2 = 33.47 \quad \text{ton-m}$$

### Factor de seguridad al volteo:

$$F.S. = M_e / M_v = 33.47/3.97 = 8.43 > 2.5 \quad \text{Ok}$$

### **Esfuerzos en el Suelo**

Capacidad Portante del Suelo:  $G_{adm} = 1.05 \text{ Kg/cm}^2$  Según EMS

Si se asume que el fondo del reservorio recibe el total de las cargas aplicadas, el esfuerzo máximo y mínimo en el suelo bajo la zapata se calculan según la siguiente expresión:

$$G_{max} = P/A(1+8x e/D) = 18.596/10.18(1+8x0.21/3.6) = 2.69 \text{ ton/m}^2 \text{ ó } 0.269 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_{min} = P/A(1- 8 x e/D) = 18.596/10.18(1- 8x0.21/3.6) = 0.97 \text{ ton/m}^2 \text{ ó } 0.097 \text{ kg/cm}^2$$

$$G_{max} < G_{adm} \quad \text{Ok}$$

### **Verificación por Cortante en la Zapata**

El cortante máximo se calcula a 0.5 d de la cara del muro y se asume por simplicidad.

$G_{max} = 2.69 \text{ ton/m}^2$  como esfuerzo constante en el suelo.

$$\text{Diámetro de corte} \quad D_c = 3 - 0.22 = 2.78 \text{ m}$$

$$\text{Área de corte} \quad A_c = 6.07 \text{ m}^2$$

$$\text{Perímetro de corte} \quad P_c = 2.78 \times 3.1416 = 8.73 \text{ m}$$

$$V = G \times A_c = 6.07 \times 2.69 = 16.35 \text{ ton}$$

El esfuerzo cortante último por flexión es  $v_u = 0.85 (0.53) (f_c)^{1/2}$

$$v_u = 0.85 \times 0.53 \times 210^{1/2} = 6.53 \text{ Kg/cm}^2$$

El cortante por flexión es:

$$V_u = V / (10000 P_c d) = 16.35 \times 1000 / (10000 \times 8.73 \times 22) = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_u < v_u \quad \text{Ok}$$

### **Verificación por flexión en la Zapata**

Utilizando el mismo procedimiento de cálculo para la losa de techo, considerando como carga unitaria por metro cuadrado constante al esfuerzo máximo en el suelo se tiene:

$$W = 2.69 \text{ ton/m}^2$$

Se empleará el valor real de los momentos de servicio positivo y negativo de una placa circular empotrada:

$$M_+ = W r^2 / 12 = (2.69 \times (3.6/2)^2) / 12 = 0.73 \text{ ton/m}^2$$

$$M_- = W r^2 / 12 = (2.69 \times (3.6/2)^2) / 12 = 0.73 \text{ ton/m}^2$$

El peralte efectivo en losas bidireccionales debe cumplir:

$$d \geq 3.2 M + 5 = 3.2 \times 0.73 + 5 = 7.3 \text{ Ok}$$

Empleando los mismos valores de los parámetros de diseño elástico empleados para el cálculo de la cuba, se tiene:

El peralte efectivo  $dM$  mínimo por flexión será:

$$dM = (2 M / (k f_c j b))^{1/2} = (2 \times 0.73 \times 100000) / (0.30 \times 84.0 \times 0.90 \times 100)^{1/2} = 7.90$$

$$< 22 \text{ Ok}$$

**El área de acero positiva es:**

$$A_s + = M_+ / (f_s j d) = 0.73 \times 100000 / (1680.0 \times 0.90 \times 0.22 \times 100) = 2.20 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0033 \times 100 \times d = 0.0033 \times 100 \times 0.22 \times 100 = 7.26 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para fierro:  $1/2 @ 17 \text{ cm}$

**El área de acero negativa es:**

$$A_s - = M_- / (f_s j d) = 0.73 \times 100000 / (1680.0 \times 0.90 \times 0.22 \times 100) = 2.20 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.0033 \times 100 \times d = 0.0033 \times 100 \times 0.22 \times 100 = 7.26 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para fierro:  $1/2 @ 17 \text{ cm}$

**Este acero se distribuye como:  $1/2 @ 17 \text{ cm}$  en dirección radial. Formando una parrilla de  $1/2 @ 10 \text{ cm}$  en el centro de la losa con un diámetro de: 1.5 m. El acero radial se doblará en los apoyos para dotar de fierro negativo con bastones de longitud 1.0 m.**

**El área de acero por temperatura es:**

$$A_{temp} = 0.0018 \times b \times e_l = 0.0018 \times 100 \times 0.25 \times 100 = 4.5 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para fierro: **3/8 @ 16 cm**

**Este acero se distribuye como: 3/8 @ 16 cm. en dirección circunferencial. Tanto en el acero radial como en los bastones de fierro negativo.**

Espaciamiento (cm)					
As Horiz pared	As Vert pared	As Est. Techo	As Temp. Techo	As Est. Losa	As Temp. Losa
0.39	0.23	0.13	0.2	0.17	0.16

## CAMARA ROMPE PRESION

### Diseño estructural

Por siempre inspección se puede notar que los esfuerzos tanto en muros, paredes, y tapa de cámara rompe presión está muy por debajo de los esfuerzos de reservorio, por lo cual, sin necesidad de realizar el diseño se usaran cuantías mínimas y recubrimientos, especificados en el *ACI -350.06*.

### Losa superior

se usará  $\emptyset 3/8'' @ .30 \text{ m}$  en cada cara y en ambas direcciones ortogonales.

### Losa de fondo

se usará  $\emptyset 3/8'' @ .25 \text{ m}$  en cada cara y en ambas direcciones ortogonales.

### Muros

se usará  $\emptyset 3/8'' @ .25 \text{ m}$  en cada cara y en ambas direcciones ortogonales

## 5.2 Análisis de resultados

El siguiente análisis de resultados se basa de acuerdo a lo estudiado en esta investigación.

De acuerdo a nuestros objetivos tenemos.

1. La comunidad de vega del punto que en la actualidad tiene una población de 209 miembros con un total de 47 edificaciones y 3 instituciones educativas y 4 instituciones sociales ,este resultado se logró obtener luego de las encuestas realizadas en campo en lo cual se ha proyectado para un periodo de 20 años con una población futura de 209 miembros al tener una tasa de crecimiento negativa y que según el OS .10 del RNE nos dice que si una tasa crecimiento tiende a ser cero(0) se considerara la misma población .
2. Para la captación se determinó un aforo de 1.00 lts / seg, obteniendo este caudal, se procederá a diseñar con nuestro caudal máximo diario que es de 0.42 lts/ seg que será con el que se diseñará la red de conducción teniendo una longitud de 5999.90 mls desde la captación hasta el reservorio apoyado proyectado que será de 7 m3.
3. La tubería empleada para la línea de conducción será de PVC tipo 10 Ø 1“.
4. Con la finalidad de mantener las presiones dentro de los límites establecidos ,se ha diseñado la construcción de 7 cámaras rompe presión en la línea de conducción, con un área interna de 0.60 x 0.60.
5. Para la red de aducción y distribución se diseñó con el caudal máximo horario que es 0.64 lt/seg, al ser este el caudal máximo en una hora de máximo consumo siendo este el suficiente para abastecer a la población, se utilizó la fórmula de Hazen Williams, haciendo uso del software WaterCad.
6. El criterio para a su asignación a cada ramal en la línea de distribución se realizó mediante el producto de caudal unitario por el número de viviendas que se abastecerá en el tramo correspondiente.
7. La longitud total de la línea de aducción y distribución será de 3805.75 mls.

**Distribuidas de la siguiente manera**

**Tubería clase 10**

- PVC  $\varnothing \frac{1}{2}$  1328.26 mls
  - PVC  $\varnothing \frac{3}{4}$  1834.91 mls
  - PVC  $\varnothing 1''$  564.62 mls
8. Para el equilibrio de presiones se consideró la construcción de 6 cámaras rompe presión con un área interna de 0.60 x 0.60.

## VI. Conclusiones

### 6.1 conclusiones

Las conclusiones llegadas según la investigación son las siguientes.

1. Se concluye que el diseño del sistema de abastecimiento para la comunidad vea del punto será de mucha importancia, al ayudar a obtener a abastecer con un líquido de calidad.
2. La línea de conducción tendrá una longitud de 5999.90 mls de tubería PVC, clase 10 con un diámetro de 1" pulgada, contando con un caudal de diseño de 0.42 m/l en lo cual se abastecerá a toda la población.
3. La red de aducción y distribución tendrá una longitud de 3805.75 mls con un caudal de 064 m/s

#### **Tubería clase 10**

- PVC  $\emptyset$  ½ 1328.26 mls
  - PVC  $\emptyset$  ¾ 1834.91 mls
  - PVC  $\emptyset$  1" 564.62 mls
4. En el sistema de abastecimiento de agua potable se consideró un reservorio de 7 m<sup>3</sup> el cual se diseñó teniendo en cuenta el caudal máximo diario anual y que regulará el 25 % horario 0.64 m/s, el cual se ubicará a una cota de 1297.57 el cual tendrá un diámetro interior 3.00 y una altura 1.00 m.
  5. Se beneficiará a un total de 54 edificaciones entre ellas a 7 instituciones públicas.
  6. Según el análisis físico químico y bacteriológico se concluye que el manantial del cual se abastecerá cuenta con un tipo de agua de buena calidad y es necesario solo una desinfección para luego tener una calidad óptima para consumo humano.

## **6.2 Recomendaciones**

1. Es fundamental para toda solución de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales conocer y realizar un trabajo de campo conociendo los detalles más mínimos, teniéndolos en cuenta para su diseño. Ya que esto será importante a la hora de realizar la topografía o cualquier trazo.
2. Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se recomienda el uso del software WaterCad al permitir una simulación, teniendo una probabilidad mínima de cometer un error con respecto a un cálculo manual.
3. Se recomienda que para cualquier solución técnica sobre abastecimiento de agua potable realizar el estudio físico químico bacteriológico de la fuente de abastecimiento, para así poder abastecer con un líquido de calidad.

## Referencias bibliográficas

1. Instituto Nacional de Estadística E Informática (INEI)-Encuesta Nacional de Programas Estratégicos (ENAPRES),2010.
2. Resolución ministerial N° 173-2016 VIVIENDA. Norma técnica de diseño: “Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural” lima, 2016.
3. Martines O. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio el centro y sistema de abastecimiento de agua potable para el barrio la tejera ,2011.
4. Byron S, Fabian I. Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en el cantón el chaco, provincia de napo ,2012.
5. Alvarado P. Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, 2013.
6. Castañeda L. Diseño del sistema de agua y desagüe de la comunidad nativa de matereni, 2018.
7. Meza J. Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de tsoroja, analizando la incidencia de costos siendo una comunidad de difícil acceso, 2010.
8. Illanes E. Evaluación y diseño hidráulico del sistema de suministro de agua potable en el C.P. el Cedrón, 2016.
9. Carhuapoma E. Diseño del sistema de agua potable y eliminación de excretas ,2018.
10. Machado C . Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado Santiago ,2018.
11. Alberca O. Diseño del sistema integral de agua potable para los sectores de aradas de chonta, lanche y naranjo- montero, 2019.
12. Agüero Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales- 1997.
13. Rodríguez P. Abastecimiento de Agua,2001.
14. Salvador V , Basteriro B ,Josa S ,Pérez A Abastecimiento de agua y Saneamiento -Primera Edición, 2005.

15. Reglamento de calidad del agua para consumo humano-Ministerio de Salud ,2011.
16. Carlos Barrios, Ricardo Torres. Guía de orientación en saneamiento básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades ,2009.
17. Guía para elaboración de proyectos de agua y saneamiento del programa nacional de saneamiento rural, PNSR, 2013.
18. Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rural es Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, PRONASAR, 2004.
19. En los parámetros de diseño para centros poblados rurales FONCODES y otros, Perú 2004.
20. Ministerio de econom (A Y FINANZAS, "Curso de evaluación y formulación del PIP del sector saneamiento", 2011.
21. Texto único ordenado del reglamento de la ley general de servicios de saneamiento, ley N° 26338. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2005.
22. Reglamento nacional de edificaciones OS.100 “Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria”- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2014.
23. García E. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales- 2009.
24. Velarde A. Abastecimiento de agua y alcantarillado- trabajo encargado unapuno ,2010.
25. Guía Para El Diseño y Construcción de Captación de Manantiales ,2004.
26. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales, 2009.
27. Agüero, Roger.Agua Potable para Poblaciones Rurales ,2006.
28. Rodríguez, Pedro. Abastecimiento de agua, instituto tecnológico de Oaxaca agosto 2011.
29. Valdivia C. Diseño de Líneas de Conducción-Diplomado en Ingeniería Sanitaria- 2017.

## Anexos

### Presupuesto de tesis

De los diferentes recursos y materiales requeridos, durante la investigación para así poder culminar satisfactoriamente este proyecto.

<b>RUBRO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>1.REMUNERACIONES</b>			
EQUIPO TOPOGRÁFICO	1	1500	1500
AYUDANTE	6	30	180
<b><i>SUB TOTAL</i></b>			<b>1680</b>
<b>2.BIENES Y MATERIALES</b>			
MEMORIA USB	1 unidad	35	35
COMPUTADOR	1 unidad	2500	2500
EMPASTADO	3 unidades	25	75
FOTOCOPIAS	.....	.....	50
ANILLADOS	8 unidades	5	40
FOTOGRAFÍAS			60
<b><i>SUB TOTAL</i></b>			<b>2725</b>
<b>3.SERVICIOS</b>			
USO DE TURNITIN	1 pensión	300	300
USB INTERNET	4 meses	45	180
PENSIÓN -TALLER DE INVESTIGACIÓN	4 meses	675	2700
MOVILIDAD			500
<b><i>SUB TOTAL</i></b>			<b>3680</b>
<b>4. OTROS</b>			
IMPREVISTOS			600
<b><i>SUB TOTAL</i></b>			<b>600</b>
<b>TOTAL</b>			<b>8685.00</b>

### PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAM

ITEM	ACTIVIDAD	DURACION EN SEMANAS	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	PLANEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN(planteamiento de la investigacion,objetivos y justificacion)	1	■															
2	ELABORACIÓN DEL MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	1		■														
3	METODOLOGÍA	1			■													
4	EVALUACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ( 1° revisión)	1				■												
5	APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN ( 1° revisión)- ELABORAR ACTA	1					■											
6	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN	1						■										
7	RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN-RESULTADOS	1							■									
8	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	1								■								
9	REDACCIÓN DEL INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN	1									■							
10	REVISIÓN DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES DEL INFORME	1										■						
11	REVISIÓN DEL INFORME FINAL - ASESOR DE TESIS	1											■					
12	PREBANCA	1												■				
13	LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES	1													■			
14	REVISIÓN DEL INFORME FINAL EN EMPASTADO	1														■		
15	SUSTENTACIÓN Y ELABORACIÓN DE ACTA DE SUSTENTACIÓN	1															■	
16	CIERRE DEL TALLER	1																■

**ANEXO: PADRÓN DE HABITANTES BENEFICIADOS- COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO.**

PADRON DE HABITANTES			PADRON DE HABITANTES		
Nº	NOMBRE DEL JEFE DE FAMILIA	MIEMBROS POR FAMILIA	Nº	NOMBRE DEL JEFE DE FAMILIA	MIEMBROS POR FAMILIA
1	LINO ROMAN RUIZ	5	30	TEODOMIRA RUIZ	3
2	GALO RUIZ CORDOVA	3	31	AMALIA RUIZ	4
3	TEODORO FLORES CORDOVA	5	32	CLAUDIO RUIZ	6
4	SEGUNDO RUIZ ALBERCA	2	33	SIMEON CORDOVA	7
5	LILIAN RUIZ CASTILLO	3	34	<b>LOCAL MULTIUSOS</b>	
6	EVELIO RUIZ PEÑA	7	35	JUANA GARCIA	3
7	SANTIAGO RUIZ ROMAN	6	36	VILMA GARCIA	6
8	NOE GARCIA LOPEZ	4	37	ISABEL CHUMACERO	4
9	AURELIO RUIZ ROMAN	5	38	<b>IGLESIA</b>	
10	AVENICIO RIVERA RODRIGUEZ	4	39	FRANCISCO HUAMAN	3
11	ROMELIO CORDOVA	2	40	<b>CASA DE RONDA</b>	
12	BRIGIDO GARCIA	6	41	VICTOR GARCIA	3
13	JOSE GARCIA	3	42	RENELMO ANGELDONES	5
14	NICOLAS CORDOVA	7	43	<b>COLEGIO SECUNDARIO</b>	
15	INOCENCIO RUIZ VELAZQUES	6	44	FELIPA CORDOVA	2
16	JOEL RIOFRIO SAAVEDRA	2	45	YESDENI GARCIA HUAMAN	3
17	EMILIO RIVERA CAMPOVERDE	3	46	FREDDY RIVERA RUIZ	4
18	SEGUNDO EMILIO RIVERA RAMIREZ	7	47	JUANA GARCIA RUIZ	7
19	AVENCIO RIVERA RAMIREZ	2	48	MARIANO RUIZ	4
20	NICOLAS CORDOVA	6	49	SEGUNDO RIVERA RAMIREZ	5
21	RAMON GARCIA	5	50	MOISES RUIZ	6
22	ALEJANDRO FLORES	9	51	ALEX GARCIA RUIZ	2
23	<b>IGLESIA</b>		52	FLORENCIO RUIZ	3
24	<b>ESCUELA INICIAL</b>		53	DIONICIO GARCIA	4
25	RENELMO CORDOVA	7	54	ANGELO GARCIA LOPEZ	5
26	<b>COLEGIO PRIMARIO</b>			<b>TOTAL</b>	<b>209</b>
27	ELI ANGELDONES	3			
28	PERCY ANGELDONES	5			
29	MAXIMINA RUIZ	3			

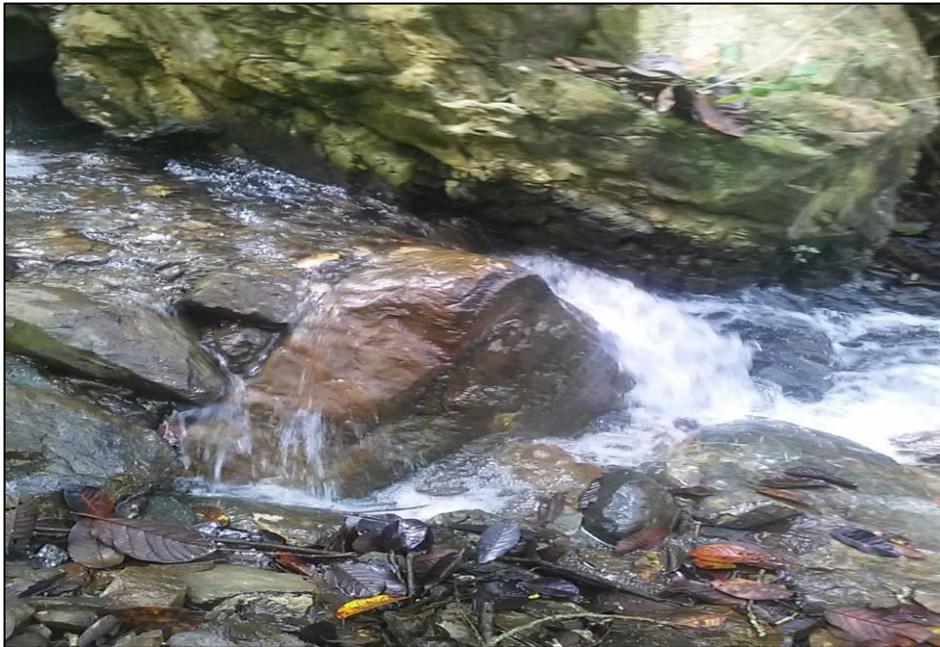
**Fuente: Elaboración propia**

## Panel fotográfico



fotografía: 1 Reunión con la comunidad.

Fuente: Elaboración propia.



fotografía: 2 Manantial Andurco -abastecimiento para la comunidad

Fuente: Elaboración propia

## **ANEXO: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**

## **INFORME TÉCNICO**

### **ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE SANEAMIENTO Y CIMENTACION:**

**PROYECTO** : "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019"

**UBICACIÓN:** COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO – SANTA ROSA

**DEPARTAMENTO** : PIURA  
**PROVINCIA** : AYABACA  
**DISTRITO** : PACAIPAMPA

**SOLICITADO POR:**

DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERIO.

**PIURA, AGOSTO DEL 2019**

Página 1 de 30

Contenido

<b>I) GENERALIDADES:</b> .....	3
1.1) Ubicación y Descripción del Área de Estudio .....	2
1.2) Ubicación y Descripción del Área de Estudio .....	3
1.3) Acceso al Área en Estudio: .....	3
1.4) Condiciones Climáticas: .....	4
1.5) Situación Actual: .....	4
<b>II) GEOLOGÍA Y SISMICIDAD:</b> .....	4
2.1 Geología: .....	4
2.2 Características Geomorfológicas: .....	5
2.3 Geodinámica Externa: .....	5
2.4 Sismicidad: .....	5
2.4.1 PARÁMETROS PARA DISEÑO SISMO – RESISTENTE .....	6
<b>III) ETAPAS DEL ESTUDIO:</b> .....	8
<b>IV) TRABAJOS EFECTUADOS:</b> .....	9
4.1. Trabajos de Campo: .....	9
4.2. Trabajos de Laboratorio: .....	9
<b>V) PERFIL ESTRATIGRÁFICO:</b> .....	10
<b>VI) CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO Y DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO</b> .....	13
<b>VII) CÁLCULO DE ASENTAMIENTO</b> .....	15
Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa muestra color marron oscuro en estado semi compacto .....	16
<b>VIII) AGRESIVIDAD DEL SUELO AL CONCRETO ARMADO</b> .....	17
<b>IX) LICUACIÓN DE ARENAS</b> .....	18
<b>X) CONCLUSIONES:</b> .....	18
<b>XI) RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN:</b> .....	20
<b>XII) RECOMENDACIONES ADICIONALES:</b> .....	20
<b>XII) PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS</b> .....	22
<b>XIII) ANEXOS FOTOGRÁFICOS:</b> .....	25
<b>INFORMES DE LABORATORIO</b> .....	29

  
 KEVEN KENLY CHÁVEZ LOPEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

1) **GENERALIDADES:**

1.1) **Objetivo:**

El presente informe técnico, solicitado por **DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO**, tiene por objetivo investigar el suelo del terreno asignado para el proyecto **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019”** ubicado en la comunidad de Vega del Punto– Santa Rosa, en el distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, departamento de Piura.

El estudio ha sido realizado por medio de trabajos y ensayos de campo a través de dos (02) calicatas con fines de Cimentación; ensayos de laboratorio estándar y especiales, necesarios para obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico Tipo y Profundidad de cimentación, así como la Capacidad Portante del Suelo.

El programa seguido para los fines propuestos, fue el siguiente:

- Reconocimiento del terreno.
- Ejecución de calicatas
- Ejecución de ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- Perfil Estratigráfico.
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- Análisis de Asentamientos
- Conclusiones

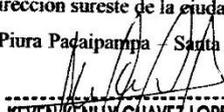
1.1) **Ubicación y Descripción del Área de Estudio:** se encuentra una comunidad pequeña con buenas vías de acceso, encontrándose adecuado el mantenimiento de esta que se encuentra ubicada en el distrito de Santa Rosa provincia de Ayabaca, departamento de Piura.

Departamento : PIURA.  
Provincia : AYABACA.  
Distrito : PACAIPAMPA.

1.2) **Acceso al Área en Estudio:**

Para dirigimos hacia la provincia de Ayabaca tenemos que tener en cuenta que se encuentra en a 229km. de la ciudad de Piura aproximadamente, ubicándonos con dirección sureste de la ciudad, para luego escoger cual quiera de las 2 vías de accesos una a través de Piura Pacaipampa – Santa Rosa -

Página 3 de 10

  
KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 216247

Vega del Punto y otra es a través de Piura – Ayabaca – Santa Rosa – Vega del Punto, ubicados en el distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, departamento de Piura. (VER IMAGEN 1).

### 1.3) Condiciones Climáticas:

El clima en la zona se caracteriza por ser variable debido a diversos factores, tales como las corrientes marinas, los vientos, la posición geográfica (Latitud y Longitud), etc. La temperatura en la zona de estudio varía entre 24°C a 34°C en días calurosos y 20°C a 32°C en días frescos. El porcentaje de cielo cubierto con nubes cambia de manera considerable en el transcurso del año teniendo en una mitad del año 75% del tiempo, días parcialmente nublados y 25% del tiempo, días nublados, mientras que en la otra mitad del año 83% del tiempo, días nublados y 17% del tiempo, días parcialmente nublados. La zona evaluada cuenta con variabilidad considerable de lluvia mensual por estación. En temporada de lluvias llega a una acumulación total promedio de 61mm.

Según el sistema de Thornthwaite el departamento de Piura está clasificado en 9 tipos de climas desde el seco y semicálido hasta el húmedo y frío moderado. En el área de estudio se identifica el clima muy seco y cálido, E(d)A'H2 zona de clima desértico, con deficiencia de lluvia en todas las estaciones, con humedad relativa calificada como seco (VER IMAGEN 2).

### 1.4) Situación Actual:

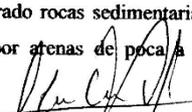
En la actualidad el área donde se ha realizado el estudio de suelos se va ejecutar para la obra de : Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad vega del punto del distrito de pacaypampa , provincia de ayabaca , Departamento Piura (VER IMAGEN 3). De acuerdo a la información proporcionada por el solicitante se construirá el futuro Reservorio Apoyado, ubicado en la comunidad vega del punto

## II) GEOLOGIA Y SISMICIDAD:

### 2.1 Geología:

Geológicamente el departamento de Piura, se encuentra en una zona cubierta por depósitos eólicos, constituidos por arena de grano medio y fino de edad cuaternario Reciente. En los depósitos eólicos se encuentran materiales de origen aluvial de la Cuenca del Río Piura, constituidos en su mayoría por arenas de grano medio a grueso y en menor porcentaje arcillas comunes, poco plásticas. Así mismo existen rocas sedimentarias con presencia de carbonatos y rocas de la edad Terciaria correspondientes a la Formación Zapallal.

En las excavaciones realizadas en el área de estudio, se han encontrado rocas sedimentarias con presencia de carbonatos relacionados a restos fósiles representados por arenas de poca a media

  
-----  
KEVEN KENLY CHAVEZ/LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



plasticidad de color marrón claro con tonos gris, blanco humo, amarillento, con presencia de grano medio a grueso y poco contenido de grava fina. Rocas formadas por capas con presencia de caliza y sílice.

**2.2 Características Geomorfológicas:**

Los rasgos geomorfológicos de la Región Grau presentan geografías típicas de la costa con rasgos geomorfológicos tales como planicies semidesérticas, frías y húmedas. La evolución geomorfológica se encuentra ligada a fenómenos tectónicos regionales, ocurridos en el basamento, que en cierta forma se manifiestan en las rocas cretáceas y terciarias, por reactivación de fallamientos; también han influido los cambios climáticos, la acción eólica y la precipitación pluvial. El desarrollo morfo-tectónico del noroeste del Perú, se caracterizó, por los elementos tectónicos tales como la cordillera de la costa y la cordillera occidental.

**2.3 Geodinámica Externa:**

Los procesos de geodinámico, que afectan la zona de estudio están relacionados específicamente con el Fenómeno de El Niño (1925 – 1983, 1993, 1998, 2017) y los sismos (1953 – 1970).

Las características geodinámicas de Piura son:

- Topografía plana que en épocas de fuertes precipitaciones pluviales dan formación lagunamientos en cuencas ciegas que pueden afectar las estructuras del pavimento y cimentaciones.
- Tipo de suelos arenosos predominante, en épocas de avenidas, la velocidad de erosión aumenta considerablemente, poniendo en riesgo la seguridad de las estructuras para lo cual es necesario tomar las precauciones del caso.
- Presencia de la Napa Freática superficial.
- La zona de estudio no presenta estas dos últimas características

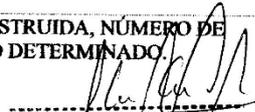
**2.4 Sismicidad:**

El sector del noroeste del Perú se caracteriza por su actividad Geotectónica muy tenue, particularidad de la conformación geológica de la zona; sin embargo, los Tablazos marinos demuestran considerables movimientos radiales durante el Pleistoceno, donde cada tablazo está íntimamente relacionado a levantamiento de líneas litorales, proceso que aún continúa en la actualidad por emergencia de costas.

El proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana se realiza acompañada de algunos elementos tectónicos que hoy en día controlan la geodinámica y las características físicas de los procesos de acumulación de energía en el borde Oeste de Sudamérica.

FECHA	MAGNITUD ESCALA RICHTER	HORA LOCAL	LUGAR Y CONSECUENCIAS
JUL. 09 1587	--	19:30	SECHURA DESTRUIDA, NÚMERO DE MUERTOS NO DETERMINADO.

Página 5 de 57

  
 KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

FEB. 01 1645	---	---	DAÑOS MODERADOS EN PIURA
AGO. 20 1657	---	---	FUERTES DAÑOS EN TUMBES Y CORRALES
JUL. 24 1912	7,6		PARTE DE PIURA DESTRUIDO
DIC. 17 1963	7,7	12:31	FUERTES DAÑOS EN TUMBES Y CORRALES
DIC. 07 1964	7,2	04:36	ALGUNOS DAÑOS IMPORTANTES EN PIURA, DAÑOS EN TALARA Y TUMBES
DIC. 09 1970	7,6	23:34	DAÑOS EN TUMBES, ZORRITOS, MÁNCORA Y TALARA

Tabla 1 Sismos Históricos de la región (MR>7.2)

Las limitaciones impuestas por la escasez de información sísmica en un periodo estadísticamente representativo, restringe el uso del método probabilística y la escasez de datos tectónicos restringe el uso del método determinístico, no obstante, un cálculo basado en la aplicación de tales métodos, pero sin perder de vista las limitaciones citadas, aporta criterios suficientes para llegar a una evaluación previa del riesgo sísmico en el Norte del Perú.

J.F. Moreano S. (trabajo de investigación docente UNP, 1994) establece la siguiente ecuación mediante la aplicación del método de los mínimos cuadrados y la Ley de recurrencia:

$$\text{Log } n = 2.08472 - 0.51704 + / - 0.15432 M.$$

Una aproximación de la probabilidad de ocurrencia y el periodo medio de retorno para sismos de magnitudes de 7.0 y 7.5 Mb. Se pueden observar en el siguiente cuadro:

Magnitud	Probabilidad de Ocurrencia			Periodo medio de retorno (años)	
	Mb	20 (años)	30 (años)		40 (años)
7.0		38.7	52.1	62.5	40.8
7.5		23.9	33.3	41.8	73.9

Tabla 2 Probabilidad de ocurrencia y Periodo de Retorno para sismos de Magnitudes 7 y 7.5 Mb.

#### 2.4.1 PARÁMETROS PARA DISEÑO SISMO – RESISTENTE

De acuerdo al Mapa de Zonificación sísmica para el territorio peruano (Normas Técnicas de Edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente), el área de estudio se ubica en la zona 03, cuyas características principales son:

1. Sismos de Magnitud VII MM
2. Hipocentros de profundidad intermedia y de intensidad entre VIII y IX.
3. El mayor peligro sísmico de la Región está representado por 4 tipos de efectos, siguiendo el posible orden (Kusin, 1978):

- ✓ Temblores superficiales debajo del océano Pacífico.
- ✓ Terremotos profundos con hipocentro debajo del Continente.
- ✓ Terremotos superficiales locales relacionados con la fractura del plano oriental de la cordillera de los Andes Occidentales.
- ✓ Terremotos superficiales locales, relacionados con la Deflexión de Huancabamba y la falla Huaipyra de actividad Geotectónica.

La fuerza horizontal o cortante basal (**V**) debido a la acción sísmica se determinará de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente E-030 (2016) según la siguiente relación:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

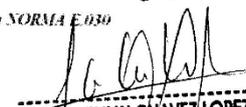
Donde:

- V = Cortante Basal
- Z = Factor de Zona
- U = Factor de Uso
- S = Factor de Ampliación del Suelo
- C = Factor de Ampliación Sísmica.
- R = Coeficiente de Reducción.
- P = Peso de la Edificación.

De acuerdo al Anexo 2 del presente estudio, *Ensayo de Penetración Estándar*, realizado de manera representativa en un punto de área de estudio se determinaron los siguientes parámetros obtenidos de la Norma Técnica de edificaciones E.030 para Diseño Sismorresistente.

FACTORES		VALORES
2.10. Factor de Zona (Z)	Zona	3
	Z	0.35
2.40. Factor de Suelo (S) y Periodo que define la Plataforma del Espectro (T <sub>p</sub> )	Tipo	S <sub>3</sub>
	S	1.20
	T <sub>p</sub>	1.0
	T <sub>L</sub>	1.6
3.10. Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)	Categoría	A
	U	1.5
3.20. Categoría y Sistema Estructural de las Edificaciones (Ro)	Sistema Estructural	Muro de concreto Armado
	Ro	6
	Estructura	Regular

Tabla 3 Parámetros Sismorresistentes obtenido de la NORMA E 030

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

Página 7 de 30

1. Factor de Amplificación sísmica (C):

$$\begin{aligned}
 T < T_p & \quad C = 2.5 \\
 T_p < T < T_L & \quad C = 2.5 \frac{T_p}{T} \\
 T > T_L & \quad C = 2.5 \frac{(T_p \cdot T_L)}{T^2}
 \end{aligned}$$

C= 2.5

- Peso propio de la estructura vacía: 9.86 Tn
- Peso del agua cuando el reservorio está lleno: 10.00tn
- Peso Total: 19.86 Tn.

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

$$V = \frac{0.35 \cdot 1.5 \cdot 1.2 \cdot 2.5}{6} 19.86$$

$$V = 5.21 \text{ Tn.}$$

**III) ETAPAS DEL ESTUDIO:**

Los trabajos se efectuaron en 3 etapas:

**3.1. Fase de Campo:**

A solicitud del peticionario se realizó, en el área de estudio, la exploración de dos (02) calicatas de cimentación, con el fin de conocer el tipo y características resistentes del subsuelo.

**3.2. Fase de Laboratorio:**

Las muestras obtenidas en el campo fueron llevadas al Laboratorio con el objeto de determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

Se han realizado los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.128 // ASTM D 422)
- Contenido de Humedad Natural (NTP 339.127 // ASTM D 2216)
- Límites de Consistencia (NTP 339.129 // ASTM D 4318)

Página 8 de 10

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247



- o **Clasificación Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.**  
SUCS (NTP 339.134 // ASTM D 2487)
- o Contenido de Sales Solubles Totales (NTP 339.152)
- o Contenido de Sulfatos Solubles (NTP 339.178)
- o Contenido de Cloruros Solubles (NTP 339.177)
- o Peso Especifico del Suelo (NTP 339.131)

**3.3. Fase de Gabinete:**

A partir de los resultados en Campo y Laboratorio, se ha elaborado el presente informe técnico final que incluye: Análisis del Perfil Estratigráfico, Cálculo de la Capacidad Portante, Conclusiones, Resultados de los Ensayos realizados en Laboratorio y Fotos de los trabajos realizados en campo.

**IV) TRABAJOS EFECTUADOS:**

**4.1.Trabajos de Campo:**

**4.1.1 Excavación y ubicación de la calicata**

La ubicación de las calicatas de cimentación y saneamiento (02) ha sido proporcionada por el cliente.

CALICATA Nº	TIPO DE CALICATA	UBICACIÓN	PROF(m)
01	SANEAMIENTO Y CIMENTACION	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467749, E: 0644500	3.00
02	SANEAMIENTO Y CIMENTACION	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467362, E: 0642630	3.00

*Tabla 4 Ubicación y profundidad de cada calicata de Cimentación y saneamiento.*

**4.1.2 Muestreo de suelos alterados e inalterados**

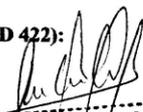
En los sectores del terreno que corresponden a las calicatas se procedió al muestreo de los horizontes estratigráficos, obteniéndose:

- o Muestras alteradas (Mab) para los análisis granulométricos, contenido de humedad y plasticidad de los finos.

**4.2.Trabajos de Laboratorio:**

Se efectuaron los Ensayos Estándar de Laboratorio, siguiendo las Normas Técnicas Peruanas y American Society Testing Materials (ASTM) de los Estados Unidos de Norte América.

**4.2.1. Análisis Granulométrico por Tamizado (NTP 339.128 // ASTM D 422):**

  
 KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 216247

El Análisis Granulométrico por tamizado tiene por objetivo determinar las proporciones relativas de los diversos tamaños de las partículas a través de una serie de mallas de dimensiones estandarizadas.

**4.2.2. Contenido de Humedad Natural (NTP 339.127 // ASTM D 2216):**

El ensayo de Contenido de Humedad tiene por objetivo determinar la cantidad existente de agua en el suelo en términos de su peso en seco.

**4.2.3. Límites de Consistencia (NTP 339.129 // ASTM D 4318):**

Estos ensayos sirven para expresar cuantitativamente el efecto de la variación del Contenido de Humedad en las características de Plasticidad de un suelo.

La obtención de los Límites Líquido y Plástico de una muestra de suelo permite determinar un tercer parámetro que es el índice de plasticidad.

**4.2.4. Clasificación Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. SUCS (NTP 339.134 // ASTM D 2487)**

**4.2.5. Contenido de Sales Solubles Totales (NTP 339.152)**

Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de Sales Solubles existentes en una muestra representativa del suelo.

**4.2.6. Contenido de Sulfatos Solubles (NTP 339.178)**

Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de Sulfatos Solubles existentes en una muestra representativa del suelo.

**4.2.7. Contenido de Cloruros Solubles (NTP 339.177)**

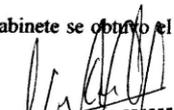
Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de Cloruros Solubles existentes en una muestra representativa del suelo.

**4.2.8. Peso Específico del Suelo (NTP 339.131)**

Este ensayo nos permite determinar el Peso Específico de masa, Saturado en superficie seca, aparente y la capacidad de absorción del suelo.

V) **PERFIL ESTRATIGRÁFICO:**

De acuerdo a los resultados obtenidos en campo, laboratorio y gabinete se obtuvo el siguiente perfil estratigráfico.

  
-----  
KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247

**COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO – SANTA ROSA**

**CALICATA DE CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO N.º 01**

**Ubicación:** COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467749, E: 0644500

**0.00 a 0.20m:** Esta conformado por material tipo desmonte arcilloso mezclado con restos de trozos de concreto, vidrios, palos, bolsas plásticas, materia orgánica, vidrios, etc.

**ESTRATO N° 01 (Profundidad de 0.20 a 3.00m)**

- **Análisis Granulométrico:** Su análisis granulométrico por tamizado da un porcentaje de finos que pasa por el Tamiz N° 200 igual a 80.2%
- **Límites de Atterberg:** Se usa empleando suelos que pasan por la malla N° 40. como resultado se obtuvo:

Limite Líquido	: 30
Limite Plástico	: 15
Índice de plasticidad	: 15
- **Humedad Natural:** Presenta una humedad natural igual a 5.55%
- **Ubicación del nivel Freático:** No se encontró hasta la profundidad explorada (-3.00m.)
- **Fecha de Exploración:** 28/08/2019
- **Pesos Específicos y Absorción:** Presenta un Peso Específico de Masa igual a 2.55 g/cm<sup>3</sup>.  
Peso Específico Saturado en Superficie Seca igual a 2.58 g/cm<sup>3</sup>.  
Peso Específico Aparente igual a 2.62 g/cm<sup>3</sup>.  
Absorción igual a 1.06%.
- **Clasificación Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS):** Lo describe como una Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto (CL).

  
KEVEN KENILLY CHAVEZ LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247

### **CALICATA DE CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO N° 02**

Ubicación: C.C. SAN BARTOLOME DE LOS OLLEROS – SECTOR CONGOLIN; 9477395, E: 0656105

**0.00 a 0.20m:** Esta conformado por material tipo desmonte arcilloso mezclado con restos de ladrillos, trozos de concreto, vidrios, palos, bolsas plásticas, materia orgánica, vidrios, etc.

#### **ESTRATO N° 01 (Profundidad de 0.20 a 3.00m)**

- **Análisis Granulométrico:** Su análisis granulométrico por tamizado da un porcentaje de finos que pasa por el Tamiz N° 200 igual a 81.1%
- **Límites de Atterberg:** Se usa empleando suelos que pasan por la malla N° 40. como resultado se obtuvo:

Limite Líquido	: 30
Limite Plástico	: 17
Índice de plasticidad	: 13
- **Humedad Natural:** Presenta una humedad natural igual a 5.99%
- **Ubicación del nivel Freático:** No se encontró hasta la profundidad explorada (-3.00m.)
- **Fecha de Exploración:** 28/08/2019
- **Pesos Específicos y Absorción:** Presenta un Peso Específico de Masa igual a 2.52 g/cm<sup>3</sup>.  
Peso Específico Saturado en Superficie Seca igual a 2.54 g/cm<sup>3</sup>.  
Peso Específico Aparente igual a 2.56 g/cm<sup>3</sup>.  
Absorción igual a 1.25%.
- **Clasificación Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS):** Lo describe como una Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto (CL).

  
-----  
KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247

**VI) CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO Y DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN**

**6.1. Parámetros e Hipótesis de Cálculo.-**

La capacidad de carga se ha determinado en base a la formula de Dr. Karl Terzaghi

**6.1.1. Capacidad de Portante para Suelos Cohesivos**

El área del presente estudio de suelos se ha encontrado un estrato bien definido conformado por un suelo semi cohesivo (CL).

Para calcular la Capacidad Portante en Suelos se utiliza la siguiente ecuación

**(a) Para Cimientos Corridos:**

$$q_d = 2.85 \times q_u + \gamma D_f$$

**(b) Para Cimientos Zapatas Cuadradas:**

$$q_d = 3.70 \times q_u + \gamma D_f$$

Luego:  $q_{ad} = q_d/3$

Donde:

- c** = Cohesión del suelo
- q<sub>ad</sub>** = Capacidad Admisible del suelo en Kg./cm<sup>2</sup>
- q<sub>d</sub>** = Capacidad última de carga en Kg./cm<sup>2</sup>
- q<sub>u</sub>** = Compresión No Confinada en Kg./cm<sup>2</sup>
- γ.** = Peso volumétrico del suelo en g/cm<sup>3</sup>
- D<sub>f</sub>** = Profundidad de Cimentación en m

Por lo expuesto adoptaremos Fs = 3 valor establecido para estructuras permanentes

  
**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df (m)	γ (g/cm <sup>3</sup> )	qu (kg/cm <sup>2</sup> )	qd (kg/cm <sup>2</sup> )	FS	qad (Kg./cm <sup>2</sup> )
<b>ZAPATAS CUADRADAS</b>	0.80	1.602	1.00	3.83	3	<b>1.28</b>
	1.00	1.602	1.00	3.86	3	<b>1.29</b>
	1.50	1.602	1.00	3.94	3	<b>1.31</b>
	2.00	1.602	1.00	4.02	3	<b>1.34</b>
	2.50	1.602	1.00	4.10	3	<b>1.37</b>
<b>CIMIENTO CORRIDO</b>	0.80	1.602	1.00	2.98	3	<b>0.99</b>
	1.00	1.602	1.00	3.01		<b>1.00</b>
	1.50	1.602	1.00	3.09	3	<b>1.03</b>

*Tabla 5 Cálculo de la Capacidad Admisible del Suelo CL*

**VII) CÁLCULO DE ASENTAMIENTO**

En los análisis de cimentación, se distinguen dos clases de asentamientos, asentamientos totales y diferenciales, de los cuales, estos últimos son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura.

La presión admisible de los suelos granulares, generalmente depende de los asentamientos. La presión admisible por asentamiento, es aquella que al ser aplicada por una cimentación de tamaño específico, produce un asentamiento tolerable por la estructura.

El asentamiento, se ha calculado mediante la teoría elástica, que está dado por la fórmula:

$$S = q \frac{B(1 - u^2)}{E_s} N$$

Donde:

- o S = Asentamiento (cm.)

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

- o  $q$  = Presión de contacto (Kg. /cm<sup>2</sup>)
- o  $B$  = Ancho del área cargada (cm.)
- o  $u$  = Relación de poisson
- o  $E_s$  = Modulo de Elasticidad del suelo (Kg. /cm<sup>2</sup>)
- o  $N$  = Valor de influencia que depende de la relación largo a ancho ( $L/B$ ) del área Cargada.

N°	EN ARENAS		(Ø) Angulo de Fricción Interna	(E) (Kg/cm <sup>2</sup> )
	Descripción	Compacidad Relativa		
0 - 4	Muy floja	0 - 15%	28°	100
5 - 10	Floja	16 - 35%	28 - 30	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65%	30 - 36	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85%	36 - 41	500 - 1000
> 50	Muy densa	86 - 100%	> 41	>1000

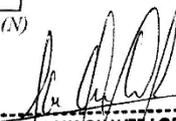
**CONSIDERANDO SU ANGULO DE FRICCIÓN SE CONSIDERA UN SUELO CON COMPACIDAD RELATIVA MEDIA.**

COMPACUDAD RELATIVA	DESCRIPCION	(Ø) Angulo de Fricción Interna
33%	<b>MEDIA</b>	29°

**Tabla 6** Determinación de Módulo de Elasticidad en Arenas.

(L/B)	(N)
1.0	0.56
2.0	0.76
3.0	0.88
4.0	0.95
5.0	1.00

**Tabla 7** Determinación del Valor de Influencia (N)

  
**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

MATERIAL	( $\mu$ )
Arcilla húmeda	0.10 a 0.30
Arcilla arenosa	0.20 a 0.35
Arcilla saturada	0.45 a 0.50
Limo	0.30 a 0.35
Limo saturado	0.45 a 0.50
Arena suelta	0.20 a 0.35
Arena densa	0.30 a 0.40
Arena fina	0.25
Arena gruesa	0.15
Rocas	0.15 a 0.25
Loes	0.10 a 0.30
Concreto	0.15 a 0.25
Acero	0.28 a 0.31

Tabla 8 Relación o Módulo de Poisson ( $\mu$ ) Aproximado para diferentes Materiales

• **CALCULO DE ASENTAMIENTO**

Se tiene los siguientes valores:

a) Estrato 01 (CL):  $E_s = 250 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $\mu = 0.20$

TIPO DE CIMENTACIÓN	Df (m)	B (m)	qad (Kg/cm <sup>2</sup> )	N	S (cm)
ZAPARAS CUADRADAS	1.00	1.50	1.29	0.56	0.42
	1.50	1.50	1.31	0.56	0.42
	2.00	1.50	1.34	0.56	0.43
CIMENTOS CORRIDOS	1.00	0.80	1.00	1.00	0.31
	1.50	0.80	1.03	1.00	0.32

Tabla 9 Calculo de Asentamiento Suelo CL

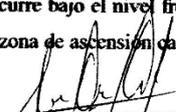
Por lo tanto, el asentamiento máximo será de 0.43 cm, inferior al asentamiento permisible de 0.80cm, razón por la que concluimos que NO presentará problemas por asentamientos.

**VIII) AGRESIVIDAD DEL SUELO AL CONCRETO ARMADO**

El suelo bajo el cual se cimienta toda estructura tiene un efecto agresivo a la cimentación. Este efecto está en función de la presencia de elementos químicos que actúan sobre el concreto y el acero de refuerzo, que pueden causarle efectos nocivos y hasta destructivos a las estructuras (Sulfatos y Cloruros).

Sin embargo, la acción química del suelo sobre el concreto sólo ocurre a través del agua subterránea que reaccionan con el concreto, de este modo el deterioro del concreto ocurre bajo el nivel freático, (punto si encontrado hasta 3 metros de profundidad en cada exploración) zona de ascension capilar o

Página 16 de 30

  
KEYEN KENILLY CHAVEZ LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247

presencia de agua infiltrada por razones externas (rotura de tuberías, lluvias extraordinarias, inundaciones etc.)

El A.C.I. recomendados lo siguiente:

Presencia en el Suelo de	p.p.m	Grado de Alteración	Observaciones
<b>SULFATOS</b>	0 – 1000	Leve	Ataca al concreto de la cimentación
	1000 – 2000	Moderado	
	2000 – 20000	Severo	
	> 20000	Muy Severo	
<b>CLORUROS</b>	> 6000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos.
<b>SALES SOLUBLES TOTALES</b>	> 15000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de Lixiviación

TIPO DE EXPOSICION DE SULFATOS	SULFATOS PRESENTES EN EL SUELO (%en peso)	SULFATOS EN EL AGUA (p.p.m.)	RELACION (A/C)
<b>DESPRECIABLE</b>	0.00 a 0.10 %	0 a 150	
<b>MODERADA</b>	0.10 a 0.20 %	150 a 1,500	0.50
<b>SEVERA</b>	0.20 a 2.00 %	1,500 a 10,000	0.45
<b>MUY SEVERA</b>	2.00 % a Más	10,000 a Más	0.45

Tabla 10 Grado de Alteración según ACI

Se realizó el análisis del suelo y se obtuvo los siguientes valores:

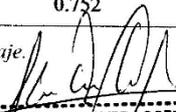
Muestras	Determinaciones		
	CLORUROS (%)	SULFATOS (%)	SALES SOLUBLES (%)
COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO 01	0.022	0.172	0.635

Tabla 11 Resultado de Contenidos Químicos en porcentaje.

Muestras	Determinaciones		
	CLORUROS (%)	SULFATOS (%)	SALES SOLUBLES (%)
COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO 02	0.029	0.163	0.752

Tabla 12 Resultado de Contenidos Químicos en porcentaje.

Fecha: 17 de 20

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

## **IX) LICUACIÓN DE ARENAS**

Licuación de Suelos.- El cambio de suelo firme a un fluido denso con la ocurrencia de un sismo se denomina licuación. El suelo pierde su resistencia cortante. **LAS ESTRUCTURAS SE HUNDEN EN EL SUELO Y OCURREN GRANDES FLUJOS DE TIERRA.** Este fenómeno ocurre en arenas saturadas. Las principales manifestaciones de dicho fenómeno son:

1. El suelo pierde su capacidad portante con el hundimiento y se generan flujos de suelo y lodo.
2. Los taludes y terraplenes pierden su resistencia y se generan flujos de suelo y lodo.
3. Los pilotes y cajones de cimentación flotan y pierden su resistencia lateral.
4. Aparecen cono o volcanes de arena.

Para que ocurra licuación, la resistencia del suelo debe ser nula o muy pequeña. Como la resistencia de los suelos friccionantes depende del esfuerzo efectivo, éste debe ser disminuido por el incremento del exceso de presión de poros, debido a la ocurrencia de un sismo.

### **Reglas prácticas para determinar la posibilidad de licuación en un suelo granular (KISHIDA 1969 – 1970)**

1. Que el suelo sea una arena fina con el diámetro promedio D50 comprendido entre 0.07mm y 0.4mm.
2. Que el suelo sea uniforme con un coeficiente de uniformidad  $< 2$
3. Que el suelo sea suelto con una densidad relativa menor de 75%
4. Que el esfuerzo efectivo vertical sea menor de 2.0 Kg. /cm<sup>2</sup>, es decir una profundidad inferior a 20m, por debajo de la superficie.
5. Que el valor de la penetración estándar sea menor que el doble de la profundidad en metros.
6. Que exista un nivel freático alto y que exista en la zona la posibilidad de ocurrencia de un terremoto severo. El nivel de agua aumenta la presión de poros.

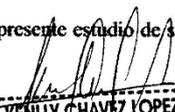
De lo expuesto, **NO** existe la posibilidad de licuación ante la eventualidad de un sismo severo

## **X) CONCLUSIONES:**

Después del análisis de campo laboratorio y de gabinete se puede concluir lo siguiente:

1. El ingeniero proyectista y/o de diseño deberá tomar los resultados del presente estudio de suelos para definir el tipo de cimentación adecuado.

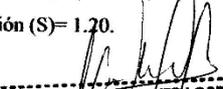
Página 13 de 30

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247



2. El presente estudio con fines de cimentación, solicitado por **DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO**, dirigido al proyecto **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019”** ubicado en la comunidad de Vega del Punto– Santa Rosa, en el distrito de Pacaipampa, provincia de Ayabaca, departamento de Piura.
3. A solicitud del Solicitante se realizó, en el área de estudio, la exploración de dos (02) calicatas, las cuales fueron ubicadas por el solicitante.
4. NO se ha detectado Nivel Freático dentro de la profundidad investigada (-3.00m) en las fechas que se realizó la investigación de campo (24/08/2019).
5. De acuerdo con *“Anexo de Estudio de Estudio de Suelos con fines de Cimentación y Saneamiento”*, solicitado por **DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO**, se tiene la proyección del **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019**.
6. La acción química del suelo sobre el concreto ocurre mediante aguas subterráneas que reaccionan con el concreto. Tomando en cuenta las condiciones más críticas del estudio, la calicata 01 y 02 presentan 0.172 y 0.163 de contenido de ataque a los sulfatos encontrándose una exposición MODERADO de sulfatos (2.0% a Mas). A manera de evitar el contacto directo entre el suelo y el concreto se recomienda colocar polietileno o geomembrana. De esta manera se podrá utilizar cemento Tipo II o MS.
7. El contenido de Sales Solubles NO supera el valor permisible dado por la norma, mayor a 15000 ppm, se recomienda proteger y/o impermeabilizar el suelo que estará en contacto con el concreto con polietileno o geomembrana.
8. En suelo tipo CL (Calicata de cimentación 01 y 02 ) NO ocurren asentamientos mayores al permisible en zapatas cuadradas, el ingeniero proyectista deberá tomar las precauciones del caso.
9. El suelo sobre el cual se realizará el proyecto **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019”** son Arcillas inorgánicas de baja plasticidad arenosas, encontrándose en su mayoría que tienen como índice de Plasticidad entre 15 (*presenta*).
10. Para los cálculos sísmicos se tomará en cuenta el Factor de Zona (Z3) = 0.35, material tipo S3, periodo predominante Tp=1.0 segundos y Factor de Ampliación (S)= 1.20.

Página 19 de 30

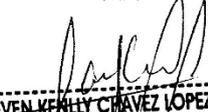
  
-----  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 216247

**XI) RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN:**

1. Considerando como altura de la construcción 10 metros, se recomienda una profundidad de cimentación mínima de 1.20m.
2. Se recomienda la mejora de la sub rasante para estabilizar el suelo por posibles asentamientos, mediante la conformación de una capa de hormigón y un solado de concreto simple.
3. Factor de seguridad por esfuerzos cortantes FS=3
4. Asentamiento comienzan desde de 1.00m en suelo CL (Arcillas inorgánicas de baja plasticidad arenosas) a 2.0 metros de profundidad de cimentación.
5. Parámetros de diseño según la Norma Técnica de Edificaciones E.0.30, el Factor de Zona ( $Z_s$ ) = 0.35, material tipo S<sub>3</sub>, periodo predominante  $T_p$ = 1.0 segundos y Factor de Ampliación (S)= 1.20, POR LO CUAL LA FUERZA SISMICA BASAL SERA ES: 5.21TN. PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA CORRESPONDIENTE
6. Para métodos de Saneamiento NO se considera entibar las excavaciones ya que como se coloca en el cuadro de compacidad relativa se considera un suelo en estado MEDIA.
7. Se recomienda recubrir la cimentación con geomembrana o geomalla para prevenir posibles deterioros por medios climáticos

**XII) RECOMENDACIONES ADICIONALES:**

1. Se deberá verificar que el fondo de cimentación en cualquier caso sea mayor que la profundidad de cimentación de cualquier estructura existente.
2. Durante las excavaciones para la cimentación deberá verificarse que se sobrepase la capa superior de relleno con estos de desmonte y basura. Las sobre excavaciones necesarias para cumplir con este requisito deberán rellenarse con concreto pobre  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.
3. Previo a la conformación del relleno compactado se deberá eliminar íntegramente la capa superior de relleno con restos de desmonte, basura, raíces u otros elementos externos.
4. Después de realizar los ensayos de campo, laboratorio y gabinete se puede indicar que el suelo encontrado en el área en estudio tiene las siguientes características:

  
 KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247

ENSAYOS DE LABORATORIO	<b>CALICATA DE CIMENTACIÓN y SANEAMIENTO 01</b>
	<b>ESTRATO 01 DE 0.20 a 3.00m</b>
% HUMEDAD	5.55
% PASA TAMIZ N° 200	80.2
LIMITE LIQUIDO	30
LIMITE PLÁSTICO	15
INDICE PLASTICO (I.P)	15
CLASIFICACION SUCS	CL
NOMBRE DE GRUPO	Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto.
UBICACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO	No presenta hasta la profundidad explorada (-3.00m)

ENSAYOS DE LABORATORIO	<b>CALICATA DE CIMENTACIÓN y SANEAMIENTO 02</b>
	<b>ESTRATO 01 DE 0.20 a 3.00m</b>
% HUMEDAD	5.99
% PASA TAMIZ N° 200	81.1
LIMITE LIQUIDO	30
LIMITE PLÁSTICO	17
INDICE PLASTICO (I.P)	13
CLASIFICACION SUCS	CL
NOMBRE DE GRUPO	Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto.
UBICACIÓN DEL NIVEL FREÁTICO	No presenta hasta la profundidad explorada (-3.00m)

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247



# **XIII) PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS**

Plano 10 de 30





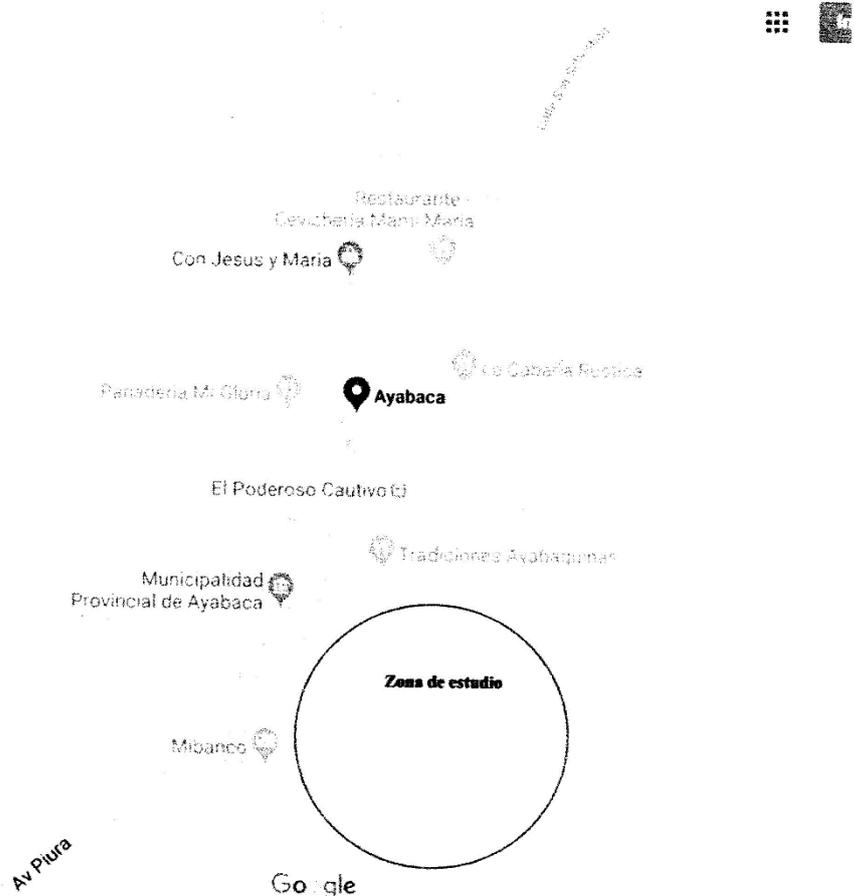
Google



CALICATA 02

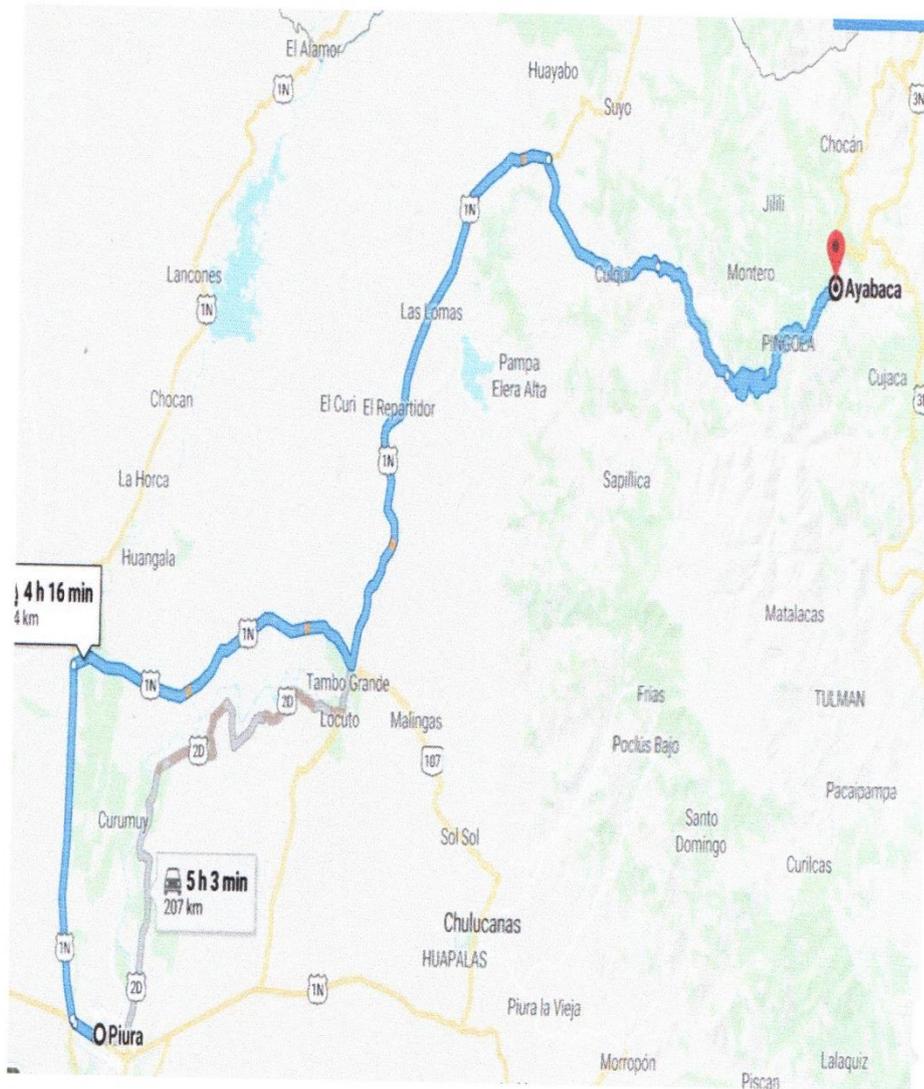
  
-----  
KEVEN KENLY CHÁVEZ LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247

**XIV) ANEXOS FOTOGRÁFICOS:**



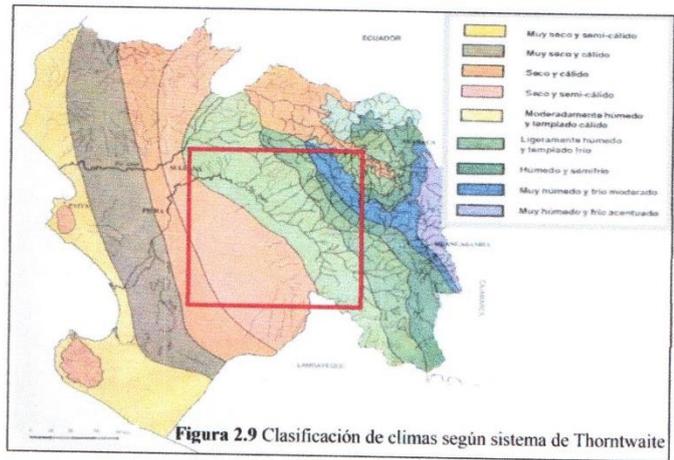
*Ilustración 1 Ruta hacia el área de estudio.*

  
-----  
**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



*Ilustración 1 Como llegar al distrito de Ayabaca.*

  
KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



*Ilustración 2* Clasificación de CL climas según sistema de Thornthwaite



*Ilustración 3* Situación Actual de área de estudio

  
**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 216247



**CALICATA DE CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO- 01**

**SOLICITANTE** : **DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.**

**PROYECTO** :“ **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019”**

**UBICACIÓN** : **COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467749, E: 0644500**

**PROFUNDIDAD** : **3.00m**



Se encontró:

**De 0.20 a 3.00m:** Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto (CL).

NO se encontró agua en el sub suelo (-3.00m)



Página 28 de 30

*Keven Kenly Chavez Lopez*  
-----  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247

**CALICATA DE CIMENTACIÓN Y SANEAMIENTO- 02**

**SOLICITANTE** : **DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.**

**PROYECTO** : " DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019"

**UBICACIÓN** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467362, E: 0642630

**PROFUNDIDAD** : **3.00m**

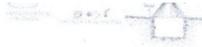


Se encontró:

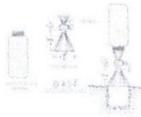
**De 0.20 a 3.00m:** Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto (CL).

NO se encontró agua en el sub suelo (-3.00m)





# **INFORMES DE LABORATORIO**



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS  
MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES

Tel. 073 - 347515  
Cel. 073 - 969803186  
CALLE CAHUIDE No. 1-Lote 04  
CAMPO POLO CASTILLA PIURA  
RUC: 20526388101

### LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

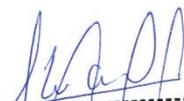
**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

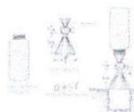
#### ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELO

PROCEDENCIA	GALICATA 02
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (%) NTP 339.177 / AASHTO T291	0.029
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (%) NTP 339.178 / AASHTO T290	0.163
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%) NTP 339.177 / BS 1377-Part3	0.752

#### OBSERVACIONES:

° El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (Guía Peruana INDECOPI : GP 004: 1993)

  
-----  
**KEVEN HENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS,  
MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel. 073 - 347515  
Cel. 073 - 969603186  
CALLE CARUDE No. 1 Lote 04  
CAMPO POLO CASTILLA-PIURA  
RUC: 20526388101

### LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

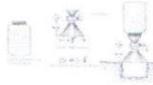
#### ENSAYOS QUÍMICOS EN SUELO

PROCEDENCIA	CALICATA 01
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES (%) NTP 339.177 / AASHTO T291	0.022
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES (%) NTP 339.178 / AASHTO T290	0.172
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES TOTALES (%) NTP 339.177 / BS 1377-Part3	0.635

#### OBSERVACIONES:

° El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (Guía Peruana INDECOPI: GP 004: 1993)

  
-----  
**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
 INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
 CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS,  
 MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel. 073 - 347515  
 Cel. 073 - 969803186  
 CALLE CAHUIDE Nr. 1-Lote 04  
 CAMPO POLO CASTILLA-PIURA  
 RUC: 20526388101

**ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA**

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**OBRA** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL  
**LUGAR** : PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**UBICACIÓN** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE CANCELACIÓN** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD			CARACTERISTICAS		
Nº DE RECIPIENTE			CONDICIONES DE LA MUESTRA		
PESO DEL RECIPIENTE	g	0	LIMITE LIQUIDO	%	30
PESO RECIP + SUELO HUMEDO	g	153.95	LIMITE PLASTICO	%	15
PESO RECIP + SUELO SECO	g	148.96	INDICE PLASTICO	%	15
PESO DEL AGUA	g	4.99	DENSIDAD HUMEDA	g/cm <sup>3</sup>	1.612
PESO DE SUELO SECO	g	148.96	DENSIDAD SECA	g/cm <sup>3</sup>	1.560
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	3.35	CLASIFICACION SUCS		CL
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN					
Diametro Inicial : cm	O	4	Diametro Final		
Altura : cm	ho	7.6	Altura Final		
Area Inicial : cm <sup>2</sup>	Ao	12.57	Area Final		
Volumen : cm <sup>3</sup>	Vo	95.50	Factor de Anillo	0.139714954	0.76610366

TIEMPOS	DIAL DE CARGA 0.0001"	CARGA AXIAL (Kg)	DIAL DE DEFORMACION ( mm )	DEFORMACION TOTAL ( 10 × 3 mm )	DEFORMACION UNITARIA ( E )	FACTOR DE CORRECCION ( 1 - E )	AREA CORREGIDA ( cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO DE CORTE Kg/cm <sup>2</sup>
0.0"	0.0	0.00	0	0.000	0.0000	1.0000	12.57	0.00
15"	15	2.86	15	0.150	0.1974	0.9980	12.59	0.23
30"	30	4.96	25	0.250	0.3289	0.9967	12.61	0.39
45"	50	7.75	45	0.450	0.5921	0.9941	12.64	0.61
1'	65	9.85	65	0.650	0.8553	0.9914	12.67	0.78
1' 30"	80	11.94	105	1.050	1.3816	0.9862	12.74	0.94
2' 00"	86	12.78	155	1.550	2.0395	0.9796	12.83	1.00
2' 30"	80	11.94	195	1.950	2.5658	0.9743	12.90	0.93



**COMPRESION**  
 UNIAXIAL = 1.00 Kg/cm<sup>2</sup>  
 PESO VOL. = 1.560 g/cm<sup>3</sup>  
 COHESION = 0.50 Kg/cm<sup>2</sup>

NOTA- EL PRESENTE DOCUMENTO, TIENE VALIDEZ EN SU PRESENTACIÓN ORIGINAL.

*(Handwritten Signature)*  
**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
 INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
 CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS  
 MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel: 073 - 347515  
 Cel: 073 - 969803186  
 CALLE CAHUIDE No. 1-Lote 54  
 CAMPO POLO CASTILLA-PIURA  
 RUC: 20526388101

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN**

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**OBRA** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019  
**UBICACIÓN** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467749, E: 0644500

**CALICATA** : 01  
**PROFUNDIDAD** : 3.00 M.  
**N. FREATICO** : NP

TIPO DE EXPLOR.	PROF. m	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CLASIFIC. SUCS
A  C I E L L O  A B I E R T O	0.00				
	0.20				
		N - 01	Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto.  Presenta 80.2% de finos que pasa la malla N° 200.  L.L. = 30 I.P. = 15  HUMEDAD NATURAL = 5.55%		CL
	3.00				

NP: No presenta

**NOTA.-** EL PRESENTE DOCUMENTO, TIENE VALIDEZ EN SU PRESENTACIÓN ORIGINAL.

**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
 INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
 CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS,  
 MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel. 073 - 347515  
 Cel. 073 - 969803186  
 CALLE CAHUIDE No. 1-086-84  
 CAMPO POLO CASTILLA-PIURA  
 RUC: 20526388101

**REGISTRO DE EXPLORACIÓN**

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**OBRA** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019  
**UBICACIÓN** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467362, E: 0642630

**CALICATA** : 02  
**PROFUNDIDAD** : 3.00 M.  
**N. FREÁTICO** : NP

TIPO DE EXPLOR.	PROF. m	MUESTRA	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CLASIFIC. SUCS
A  C I E L O  A B I E R T O	0.00				
	0.20				
		M - 01	Arcilla Inorgánica de Baja plasticidad arenosa, muestra color marrón oscuro estado semi compacto.  Presenta 81.1% de finos que pasa la malla N° 200.  L.L. = 30 I.P. = 13  HUMEDAD NATURAL = 5.99%		CL
	3.00				

NP: No presenta

**NOTA.-** EL PRESENTE DOCUMENTO, TIENE VALIDEZ EN SU PRESENTACIÓN ORIGINAL.

**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
 INGENIERIA GEOTECNIA, LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
 CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS,  
 MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel. 073 - 347515  
 Cel. 073 - 969803186  
 CALLE CAHUIDE Mz 1-Lote 64  
 CAMPO POLO CASTRILLA-PIURA  
 RUC: 20526388101

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO**

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

Pág 01 de 02

**ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**

<b>CALICATA</b>	Nº 02
<b>UBICACIÓN</b>	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467362, E: 0642630
<b>MUESTRA</b>	M - 01 (PROF= 0.20 a 3.00m)

TAMIZ	% QUE PASA
3"	
2 1/2"	100.0
3 1/2"	100.0
3"	100.0
2 1/2"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
Nº 4	100.0
Nº 10	99.9
Nº 20	96.6
Nº 40	93.5
Nº 80	88.9
Nº 100	85.2
Nº 200	81.1

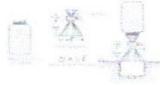
  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 216247

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318**

LIMITE LIQUIDO	30
LIMITE PLASTICO	17
INDICE PLASTICO	13

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

SUCS	CL
<b>NOMBRE DE GRUPO</b>	ARCILLA INORGANICA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRON OSCURO EN ESTADO SEMI COMPACTO



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
 INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
 CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS  
 MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES

Tel. 073 - 347515  
 Cel. 073 - 969803186  
 CALLE CAHUIDE Mz. 1, Lote 84  
 CAMPO POLO CASTILLA - PIURA  
 RUC: 20526388101

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO**

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

Pág 01 de 02

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**

<b>CALICATA</b>	Nº 01
<b>UBICACIÓN</b>	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO, 9467749, E: 0644500
<b>MUESTRA</b>	M - 01 (PROF= 0,20 a 3,00m)

TAMIZ	% QUE PASA
3"	
2 1/2"	100.0
3 1/2"	100.0
3"	100.0
2 1/2"	100.0
2"	100.0
1 1/2"	100.0
1"	100.0
3/4"	100.0
1/2"	100.0
3/8"	100.0
1/4"	100.0
Nº 4	100.0
Nº 10	98.2
Nº 20	98.2
Nº 40	96.2
Nº 80	92.8
Nº 100	88.4
Nº 200	80.2

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 216247

**LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318**

LIMITE LIQUIDO	30
LIMITE PLASTICO	15
INDICE PLASTICO	15

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

<b>SUCS</b>	<b>CL</b>
<b>NOMBRE DE GRUPO</b>	ARCILLA INORGANICA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRON OSCURO EN ESTADO SEMI COMPACTO



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
 INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
 CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS,  
 MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel. 073 - 347515  
 Cel. 073 - 969603186  
 CALLE CAHUIDE No. 1-Lote 54  
 CAMPO POLO CASTILLA-PIURA  
 RUC: 20526388101

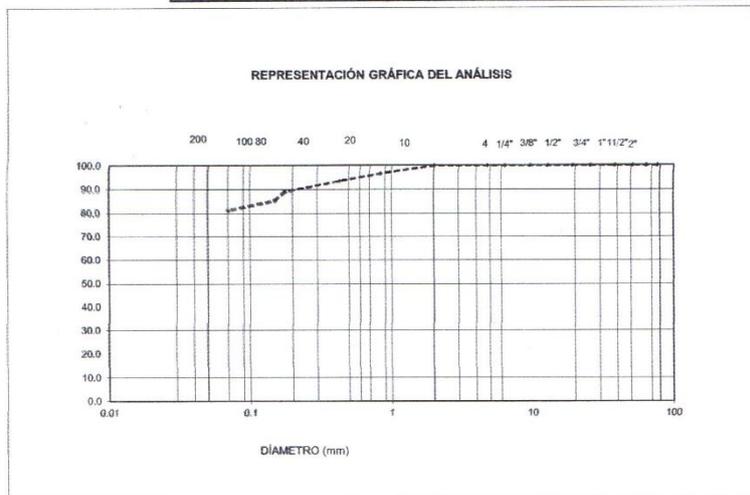
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO**

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

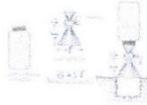
Pág 02 de 02

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422**

<b>CALICATA</b>	N° 02
<b>UBICACIÓN</b>	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467362, E: 0642630
<b>MUESTRA</b>	M - 01 (PROF= 0,20 a 3,00m)



  
**KEVEN KENLLY CHAVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C/P N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS,  
MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel 073 - 347515  
Cel. 073 - 969803186  
CALLE DAMAZO No. 1-18th 54  
CAMPO POLO CASTILLA-PIURA  
RUC: 20526388101

### LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

Código : NTP 339.185-2002  
Titulo : AGREGADOS. Método de Ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado  
Código : ASTM C 566: 1997  
Titulo : Standard Test Method for evaporable moisture content for Aggregates by Drying

SEGÚN LO INDICADO, EL AGREGADO PROCEDE DE: **CALICATA N° 01 - ESTRATO N° 01**

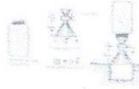
**MUESTRA** : ARCILLA INORGANICA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRON OSCURO EN ESTADO SEMI COMPACTO

**EL CONTENIDO DE HUMEDAD ENCONTRADA EN LA MUESTRA ES DE**  
**5,55 %**

#### OBSERVACIONES:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (Guía Peruana INDECOPI : GP 004: 1993).

  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
CONTROL DE CALIDAD ADREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS  
MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES

Tel. 073 - 347515  
Cel. 073 - 969803186  
CALLE CAMUZE No. 14, lote 04  
CAMPO POLO CASTILLA PIURA  
RUC: 20526388101

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

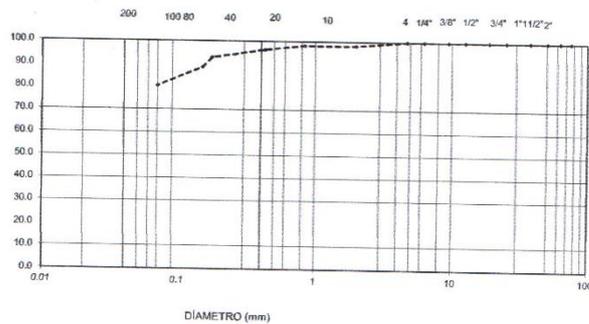
**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

Pág 02 de 02

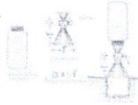
#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422

<b>CALICATA</b>	N° 01
<b>UBICACIÓN</b>	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467749, E: 0644500
<b>MUESTRA</b>	M - 01 (PROF= 0,20 a 3,00m)

#### REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL ANÁLISIS



  
**KEVEN KENLLY CHÁVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS  
MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

Tel. 073 - 347515  
Cel. 073 - 969803186  
CALLE CAÑARBE No. 11-08-64  
CAMPO FOLIO CASTILLA-PIURA  
RUC: 20526388101

### LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

**Código** : NTP 339.186-2002  
**Título** : AGREGADOS. Método de Ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado  
**Código** : ASTM C 566: 1997  
**Título** : Standard Test Method for evaporable moisture content for Aggregates by Drying

SEGÚN LO INDICADO, EL AGREGADO PROCEDE DE: **CALICATA N° 02 - ESTRATO N° 01**

**MUESTRA** : ARCILLA INORGANICA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD COLOR MARRÓN OSCURO EN ESTADO SEMI COMPACTO

**EL CONTENIDO DE HUMEDAD ENCONTRADA EN LA MUESTRA ES DE**  
**5.99 %**

**OBSERVACIONES:**

° El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (Guía Peruana INDECOP1 : GP 004: 1993).

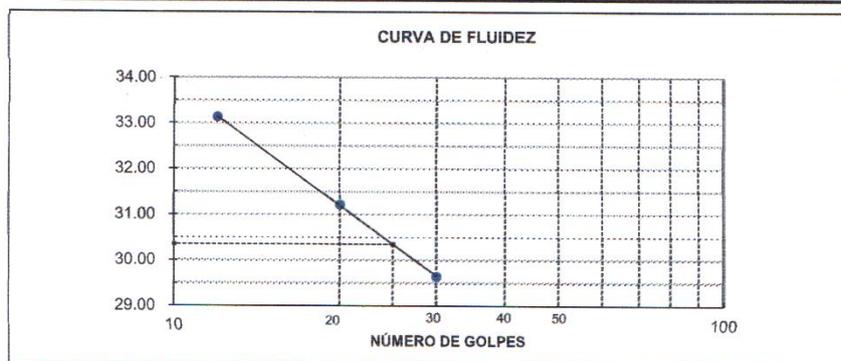
  
-----  
**KEVEN KENILLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURA  
 PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA – REGIÓN  
 COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO – SANTA ROSA  
**LUGAR** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 11 DE OCTUBRE DE 2019

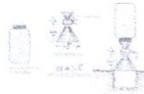
### LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 / NTP 339.129

<b>CALICATA</b>	02
<b>MUESTRA</b>	M - 01 (PROF= 0,20 a 3,00m)
<b>UBICACIÓN</b>	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO; 9467362, E: 0642630



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	30
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	17
<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>	13

  
**KEVEN KENLLY CHÁVEZ LOPEZ**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 216247



**INGELABC SERVICIOS GENERALES S.A.C.**  
INGENIERIA GEOTECNIA LABORATORIOS Y CONSTRUCCION  
CONTROL DE CALIDAD AGREGADOS, CONCRETOS, ASFALTOS  
MECANICA DE SUELOS, CONSULTORIAS Y EJECUCION DE PROYECTOS CIVILES.

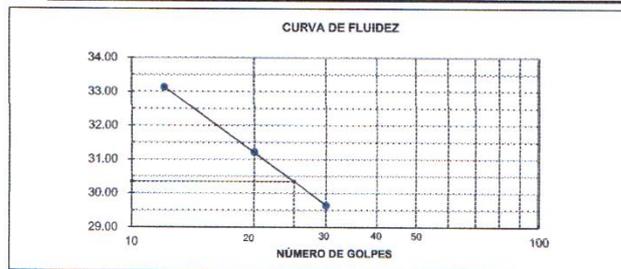
Tel. 073 - 347515  
Cel. 073 - 969803186  
CALLE CAHUIDE Bz. 1-Lote 64  
CAMPO POLO CASTA, LA-PIURA  
RUC: 20526388101

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ASFALTO

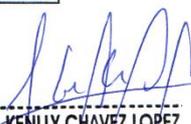
**SOLICITANTE** : DOMINGUEZ DOMINGUEZ DEYMER ALBERTO.  
**PROYECTO** : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES CASO: COMUNIDAD VEGA DE PUNTO - SANTA ROSA - DISTRITO PACAIPAMPA - PROVINCIA AYABACA - REGIÓN PIURA, AGOSTO 2019  
**LUGAR** : COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO - SANTA ROSA  
**FECHA DE ENSAYO** : PIURA 28 DE AGOSTO DE 2019  
**FECHA DE EMISIÓN** : PIURA 30 DE AGOSTO DE 2019

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 / NTP 339.129

<b>CALICATA</b>	01
<b>MUESTRA</b>	M - 01 (PROF= 0,20 a 3.00m)
<b>UBICACIÓN</b>	COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO, 9467362, E: 0642630



<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	30
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	15
<b>ÍNDICE PLÁSTICO</b>	15

  
-----  
**KEVEN KENLY CHAVEZ LOPEZ**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 216247



**ANEXO: DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA RURAL MARGINAL, COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -SANTA ROSA -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGIÓN PIURA**

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACAIPAMPA**

*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

**CONSTANCIA**

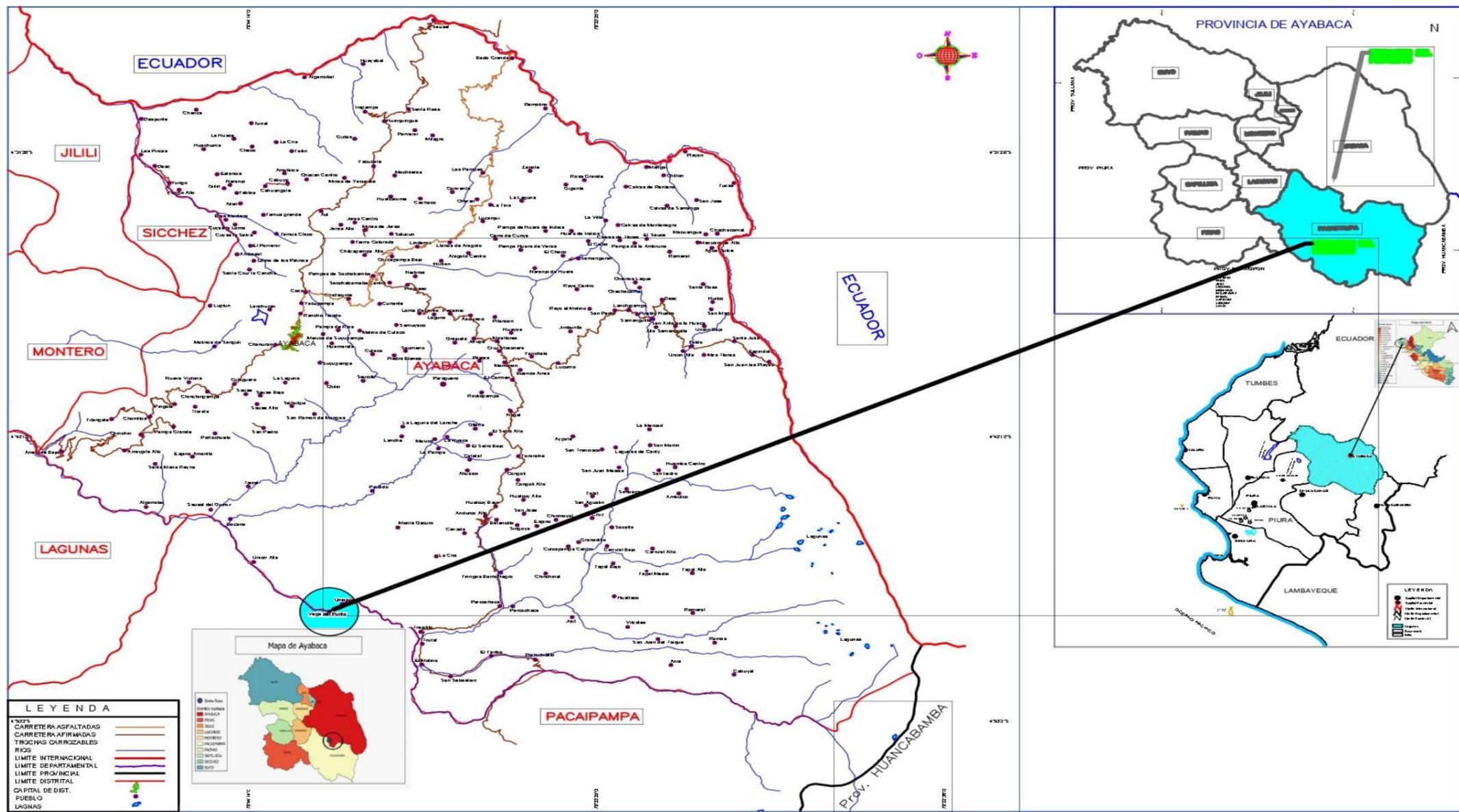
**EL ALCALDE DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACAIPAMPA-PROVINCIA DE AYABACA-REGION PIURA, QUE SUSCRIBE.**

Que según verificación, la comunidad Vega del punto -Santa Rosa, se encuentra ubicada en una zona rural marginal y a una distancia aproximada de treinta y un kilómetros de la capital del distrito de Pacaipampa.

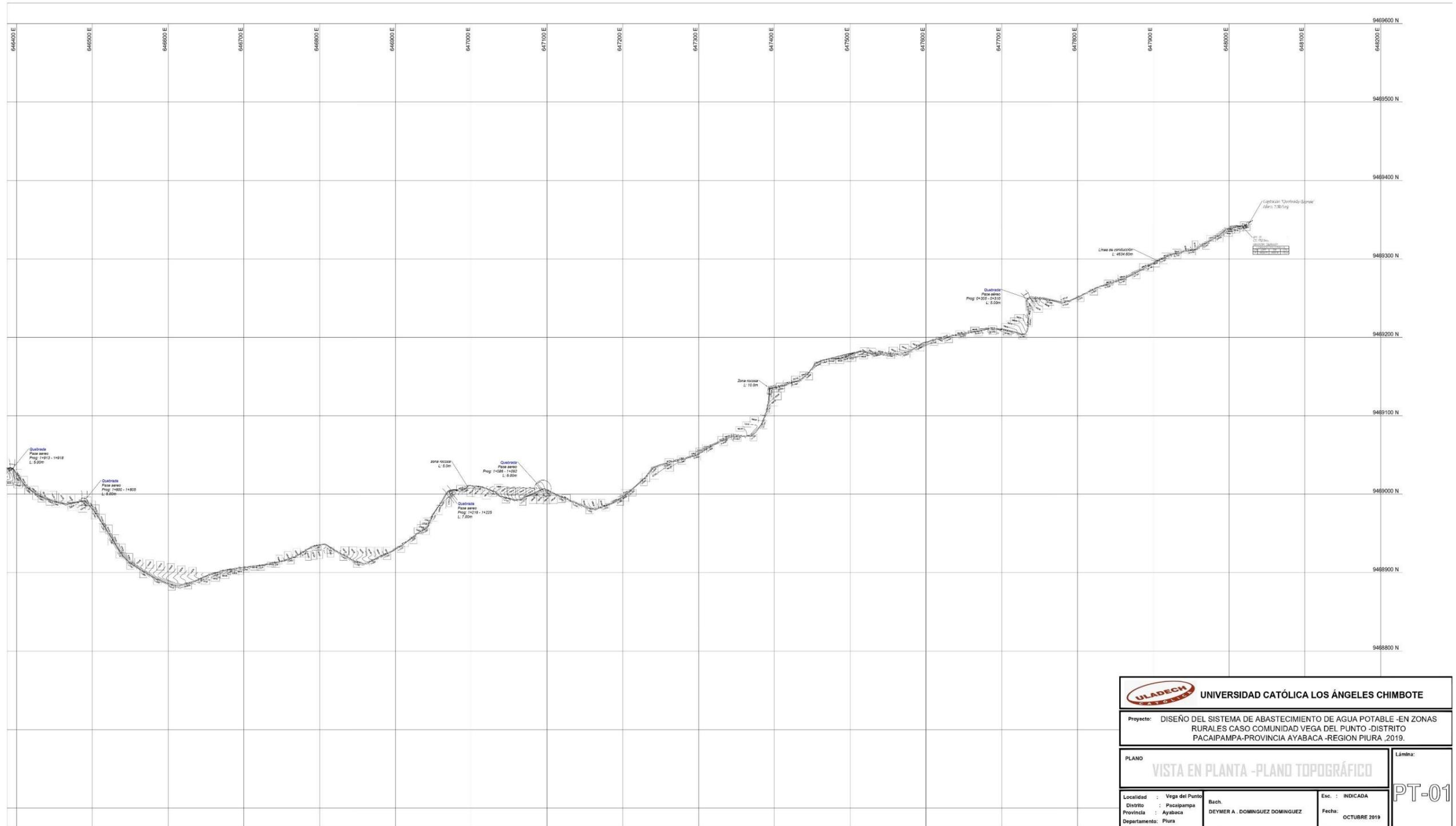
Se expide la presente a petición del interesado para los fines que crea conveniente.

Pacaipampa, 23 Setiembre del 2019.

  
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PACAIPAMPA  
Guido Manuel Rojas Hernández  
ALCALDE

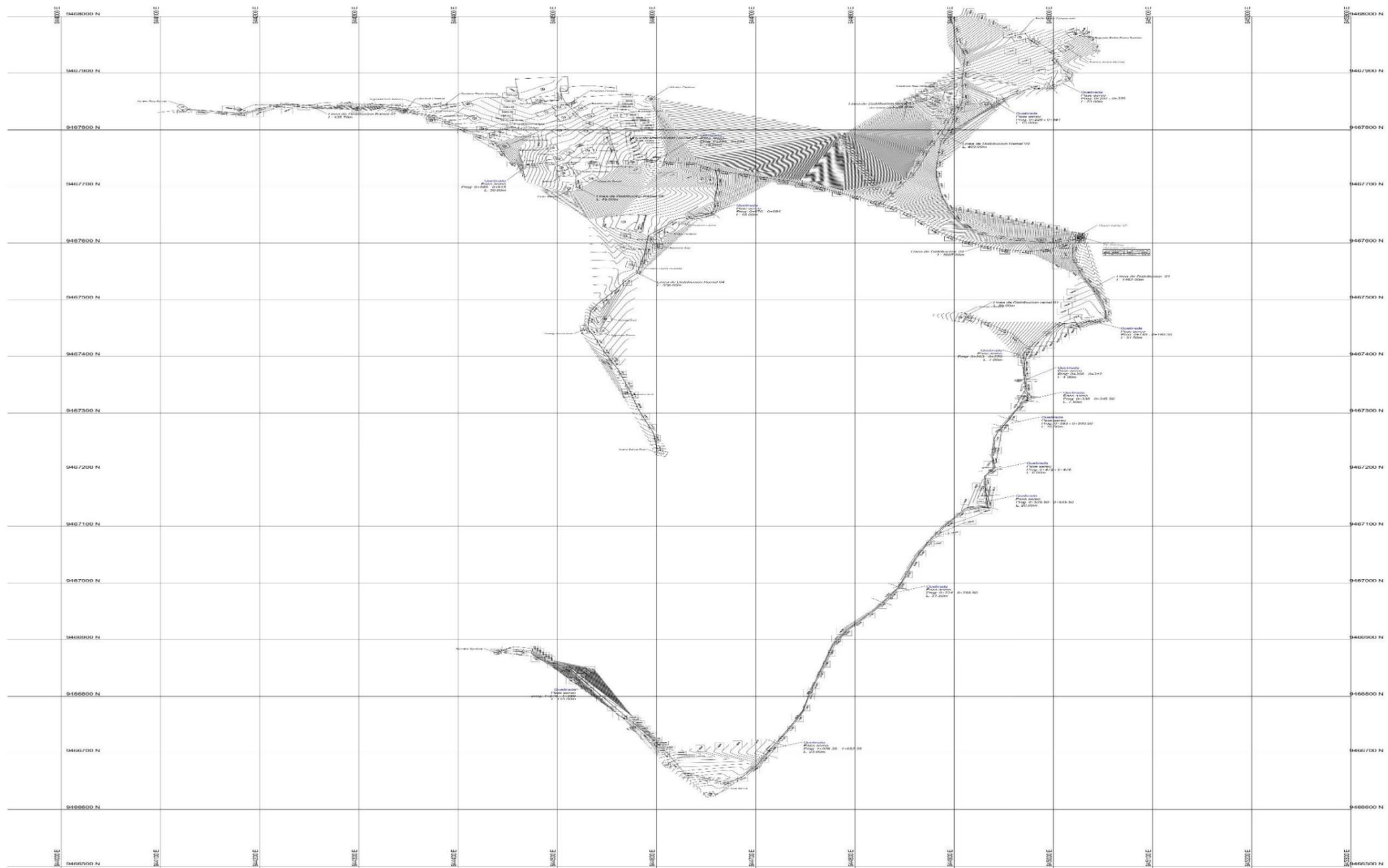


 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>	
Proyecto: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.</b>	
<b>PLANO</b> <b>UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>	
Localidad : Vega del Punto Distrito : Pacaipampa Provincia : Ayabaca Departamento: Piura	Bach. : DEYMER A . DOMINGUEZ DOMINGUEZ Esc. : INDICADA Fecha: OCTUBRE 2019.
Lámina: <b>U-01</b>	

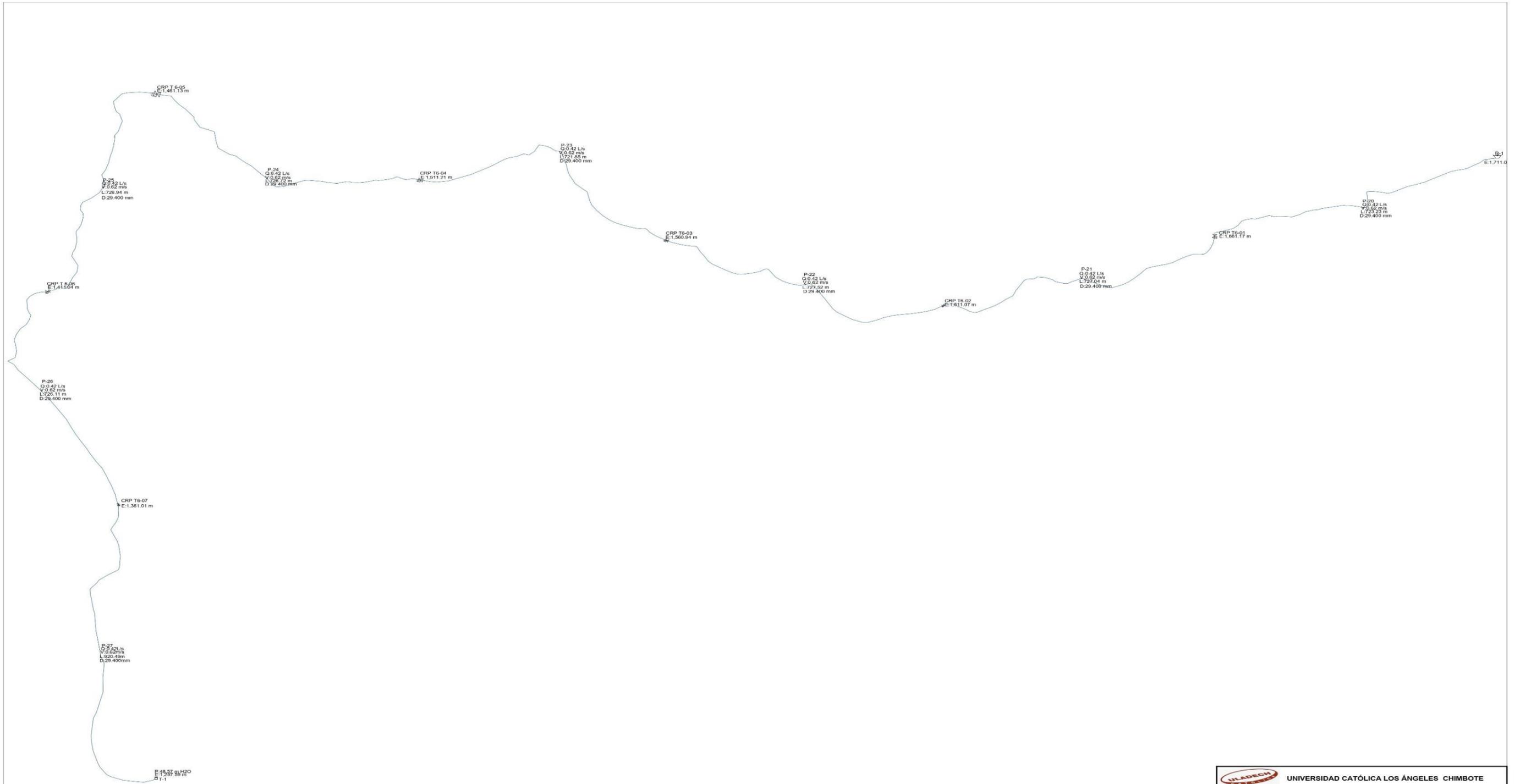


 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>	
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.	
PLANO <b>VISTA EN PLANTA -PLANO TOPOGRÁFICO</b>	
Localidad : Vega del Punto Distrito : Pacaipampa Provincia : Ayabaca Departamento: Piura	Esc. : INDICADA Fecha: OCTUBRE 2019
Lám.: <b>PT-01</b>	

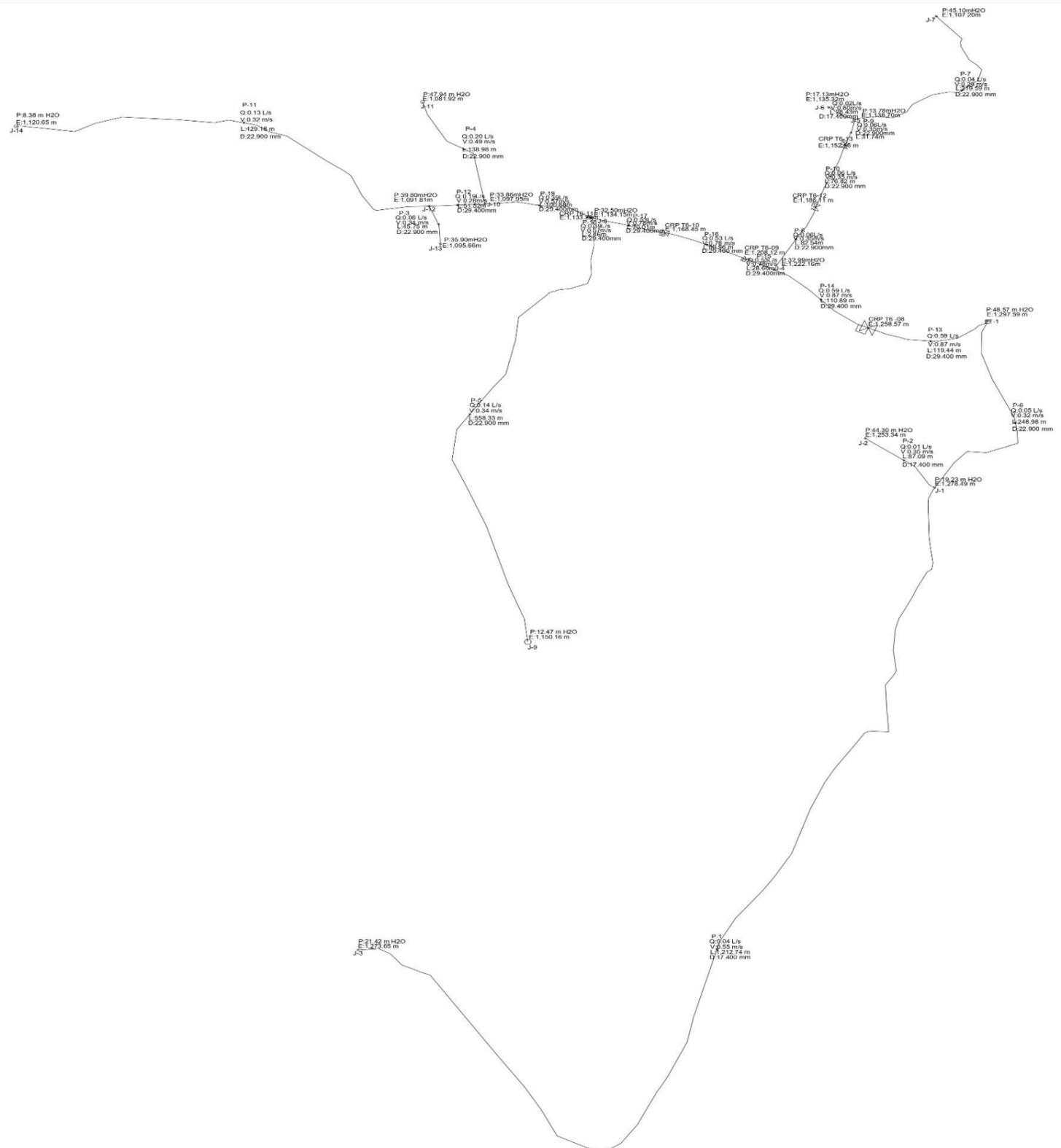




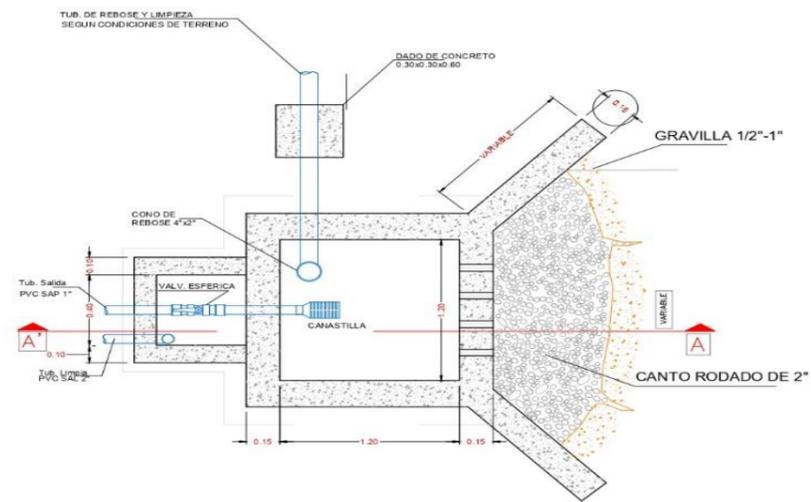
 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>	
<b>Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.</b>	
<b>PLANO VISTA EN PLANTA -PLANO TOPOGRÁFICO</b>	
Localidad : Vega del Punto Distrito : Pacaipampa Provincia : Ayabaca Departamento: Piura	Bach. <b>DEYMER A . DOMINGUEZ DOMINGUEZ</b> Esc. : INDICADA Fecha: OCTUBRE 2019
Lámina: <b>PT-03</b>	



 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>	
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.	
<b>RED DE AGUA POTABLE -VEGA DEL PUNTO</b>	
Localidad : Vega del Punto Distrito : Pacaipampa Provincia : Ayabaca Departamento : Piura	Bach. : DEYMER A. DOMINGUEZ DOMINGUEZ Fecha: OCTUBRE
Lámina: <b>RA-01</b>	

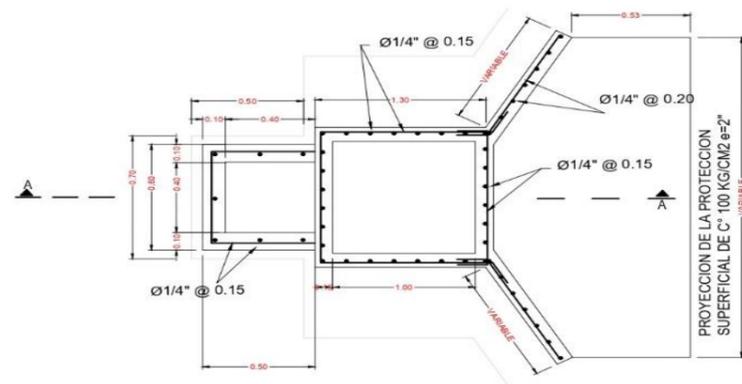


 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>	
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.	
<b>FLANO</b> <b>RED DE AGUA POTABLE -VEGA DEL PUNTO</b>	
Localidad : Vega del Punto Distrito : Pacapampa Provincia : Ayabaca Departamento : Piura	Bach. : DEYMER A. DOMINGUEZ DOMINGUEZ Fecha: OCTUBRE
Esc. : INDICADA Lámina: <b>RA-02</b>	



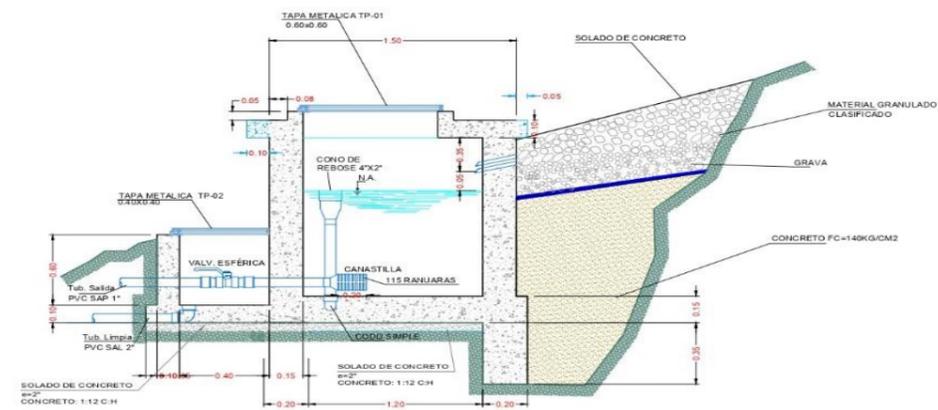
PLANTA: CAPTACION

ESC: 1/25



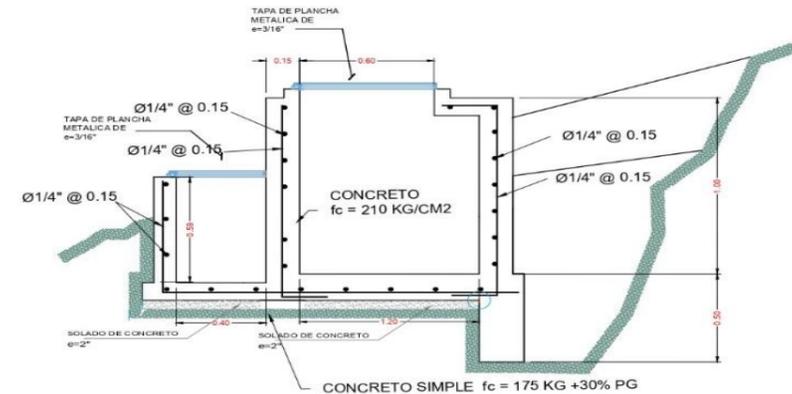
ESTRUCTURAS PLANTA

ESC: 1/25



CORTE A-A'

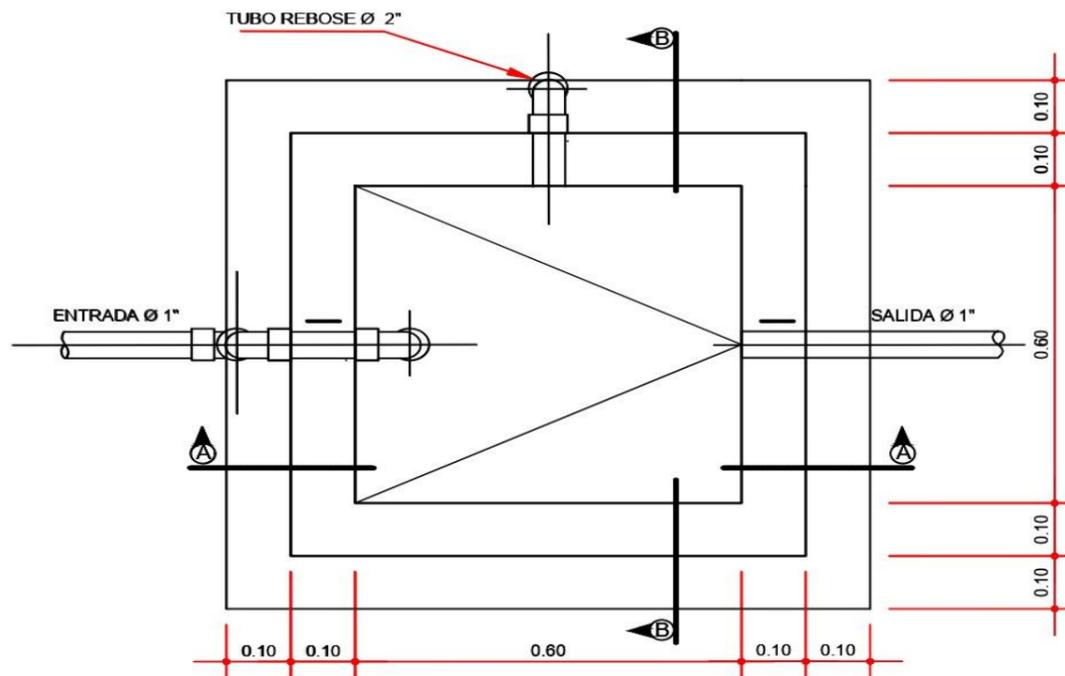
ESC: 1/25



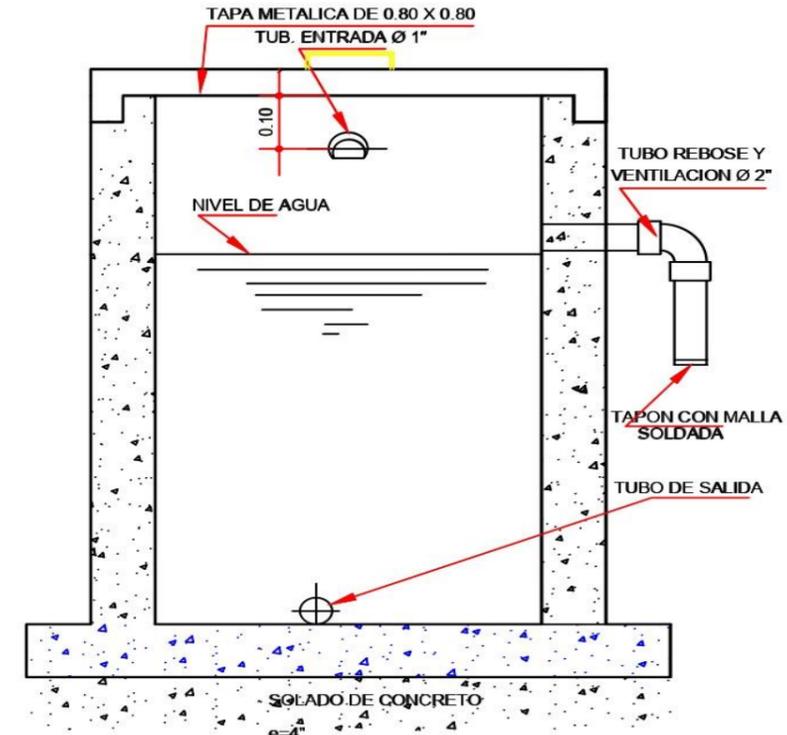
CORTE A-A'

ESC: 1/25

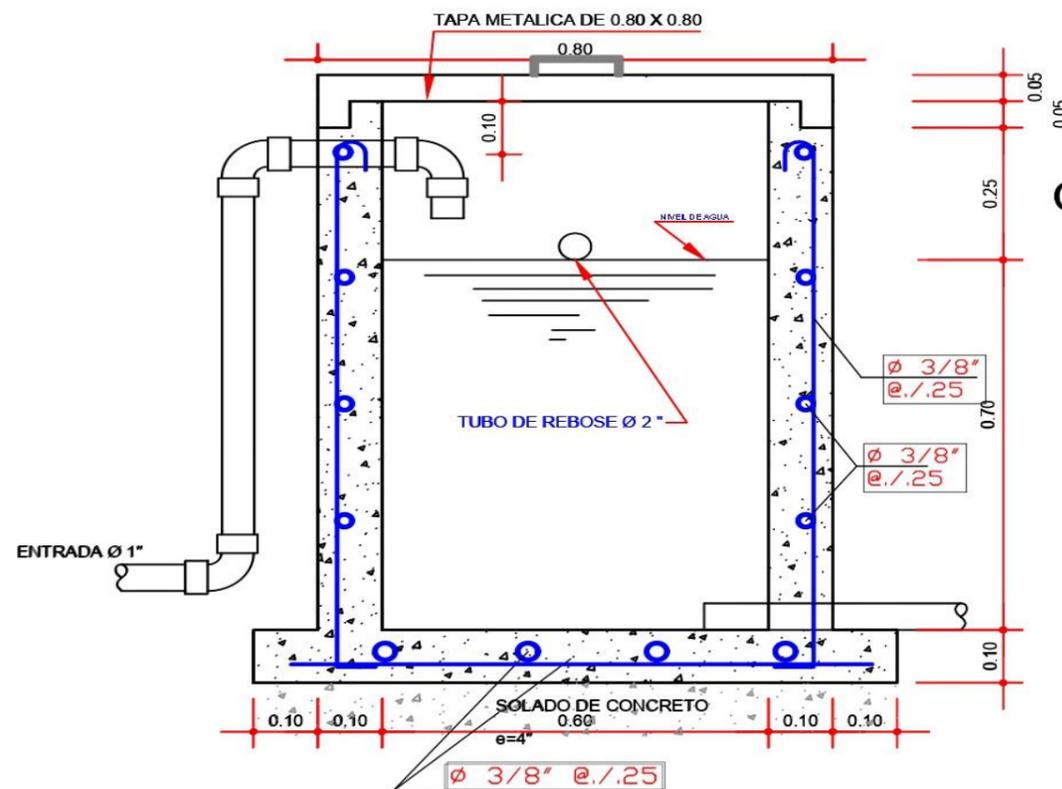
		<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>	
Proyecto: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.</b>			
<b>PLANO</b>		<b>CAPTACIÓN DE LADERA</b>	
Localidad :	Vega del Punto	Bach. :	DEYMER A. DOMINGUEZ DOMINGUEZ
Distrito :	Pacaipampa	Esc. :	INDICADA
Provincia :	Ayabaca	Fecha:	OCTUBRE 2019.
Departamento:	Piura		
			Lámina:  <b>CAP-01</b>



**PLANTA**



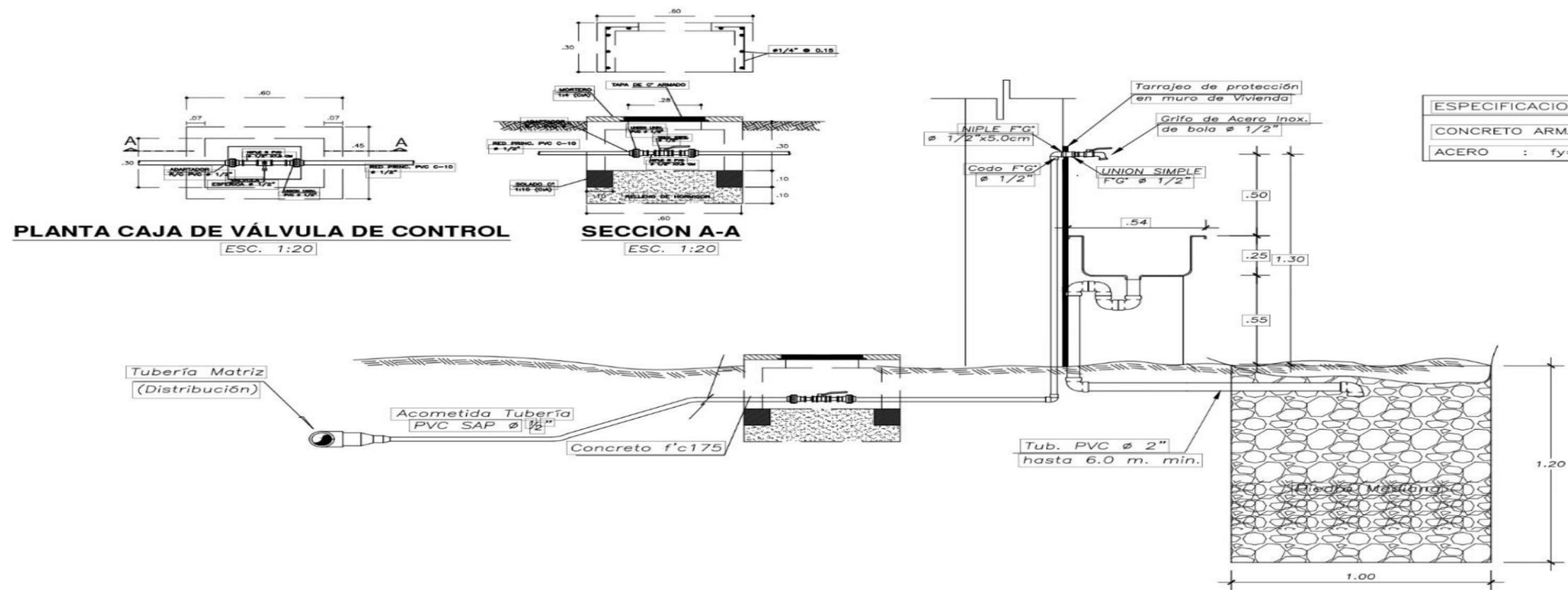
**CORTE B-B**



**CORTE A-A**

		UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE	
Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.			
PLANO		<b>CRP T-6</b>	
		<b>PLANTA -CORTES</b>	
Lámina: <b>CRP-01</b>			
Localidad : Vega del Punto	Bach. :	Esc. : INDICADA	
Distrito : Pacaipampa	DEYMER A. DOMINGUEZ DOMINGUEZ	Fecha: OCTUBRE 2019.	
Provincia : Ayabaca			
Departamento: Piura			





## CONEXION DOMICILIARIA TIPICA

 <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES CHIMBOTE</b>	
Proyecto: <b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE -EN ZONAS RURALES CASO COMUNIDAD VEGA DEL PUNTO -DISTRITO PACAIPAMPA-PROVINCIA AYABACA -REGION PIURA ,2019.</b>	
PLANO <b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>	
Localidad : Vega del Punto Distrito : Pacaipampa Provincia : Ayabaca Departamento: Piura	
Bach. <b>DEYMER A . DOMINGUEZ DOMINGUEZ</b>	
Esc. : INDICADA Fecha: OCTUBRE 2019.	
Lámina: <b>C-01</b>	

