

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO BÁSICO EN LA COMUNIDAD DE MIRAFLORES - CABANILLA  
- LAMPA - PUNO”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**PACO JENRY APAZA CARDENAS**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGRÍCOLA**

**Puno - Perú**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA**

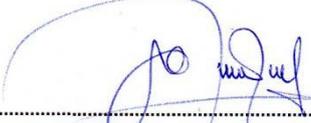
**“DISEÑO DE UN SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y  
SANEAMIENTO BÁSICO EN LA COMUNIDAD DE MIRAFLORES - CABANILLA  
- LAMPA - PUNO”**

**TESIS PRESENTADO POR:  
Br. PACO JENRY APAZA CARDENAS**

**PARA OPTAR EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRICOLA**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE**

  
: .....  
Ing. Edilberto HUAQUISTO RAMOS

**PRIMER MIEMBRO**

  
: .....  
M.Sc. Roberto ALFARO ALEJO

**SEGUNDO MIEMBRO**

  
: .....  
M.Sc. Bernardo COLOMA PAXI

**DIRECTOR**

  
: .....  
Ing. Percy Arturo GINEZ CHOQUE

**ASESOR**

: .....  
Ing.

**PUNO - PERU  
2015**

ÁREA : Ingeniería y Tecnología  
TEMA: Saneamiento rural  
LÍNEA: Ingeniería de Infraestructura Rural

**DEDICATORIA**

*A nuestro creador todo poderoso, a su hijo Jesús y a la Virgen María que nos acompaña y guían mi camino durante mi vida y brindarme su infinita bondad y amor.*

*A mis queridos padres Miguel Apaza Calli y Domitila Flavia Cárdenas Q. Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.*

*A mis queridos hermanos Julver José, Dante Froilán y Clinda por brindarme su apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida.*

## AGRADECIMIENTO

*A la universidad nacional del altiplano, en especial a la escuela profesional de ingeniería agrícola, por ser el centro de estudios donde me forme y por la labor que cumple en el logro de nuestra formación profesional.*

*A los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola el más sincero agradecimiento por los conocimientos y los valores éticos y morales emitidos a lo largo de mi vida universitaria.*

*A todos mis queridos familiares y amigos, quienes siempre confiaron en mí y me brindaron apoyo incondicional, apoyándome en todas las decisiones que he tomado en la vida.*

*A mi Director de tesis por ser guía del presente trabajo de investigación, a los miembros del jurado de revisión por garantizar y validar el proyecto.*

**CONTENIDO**

INDICE.....	iii
ABSTRACT.....	xii
RESUMEN.....	xiii
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1.1. Problema general .....	3
1.1.2. Problemas específicos.....	3
1.2. ANTECEDENTES .....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	5
1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	6
1.4.1. Objetivo general:.....	6
1.4.2. Objetivos específicos:.....	6
CAPITULO II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.....	6
2.1. AGUA POTABLE .....	6
2.1.1. Agua Potable: .....	6
2.1.2. Calidad de Agua: .....	7
2.1.3. Fuentes de abastecimientos de agua .....	8
2.1.4. Estudios de las fuentes de abastecimiento.....	9
2.1.5. Aforos. ....	10
2.1.6. Período de diseño.....	11
2.1.7. Vida útil del proyecto .....	12
2.1.8. Población futura.....	12
2.1.9. Dotación de agua.....	12
2.1.10. División básica de la topografía.....	13
2.1.11. Levantamiento topográfico .....	14
2.1.12. Captación .....	14
2.1.13. Calculo hidráulico de la línea de conducción.....	15
2.1.14. Formula de Hazen Williams.....	15
2.1.15. Determinación de las presiones. ....	16
2.1.16. Levantamiento para la línea de conducción .....	16
2.1.17. Línea de conducción. ....	17
2.1.18. Calculo hidráulico de la línea de conducción.....	18
2.1.19. Tanque de almacenamiento .....	18
2.1.20. Hipoclorador .....	18
	iii

2.1.21.	Línea de aducción .....	18
2.1.22.	Tipos de tuberías.....	18
2.1.23.	Distribución.....	19
2.1.24.	Conexión domiciliar. ....	20
2.1.25.	Estructuras complementarias .....	21
2.2.	UNIDAD DE SANEAMIENTO .....	24
2.2.1.	Unidad básica de saneamiento (UBS - C) .....	24
2.2.2.	Afluente .....	26
2.2.3.	Aguas negras domesticas .....	26
2.2.4.	Descomposición del agua negra.....	27
2.2.5.	Efluente. ....	27
2.2.6.	Espacio libre .....	27
2.2.7.	Letrinas.....	27
2.2.8.	Lodos.....	27
2.2.9.	Excretas.....	27
2.2.10.	Percolación.....	27
2.2.11.	Tratamiento Primario.....	28
2.2.12.	Arrastre Hidráulico.....	28
2.2.13.	Biodigestor Autolimpiable .....	28
2.2.14.	Caja de lodos .....	29
2.2.15.	Área de percolación y/o pozo de lodos.....	29
2.3.	ELEMENTOS DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO.....	30
2.3.1.	Sostenible.....	30
2.3.2.	Desarrollo Sostenible.....	30
2.3.3.	Elementos de la sostenibilidad .....	30
2.3.4.	Junta de usuarios de servicio y saneamiento JAAS .....	31
2.3.5.	Área técnica municipal ATM .....	32
2.4.	HIPÓTESIS .....	32
2.4.1.	General.....	32
2.4.2.	Específico .....	32
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS .....		33
3.1.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA .....	33
3.1.1.	Ubicación.....	33
3.1.2.	Vías de acceso .....	33
3.1.3.	Topografía .....	34
3.1.4.	Clima .....	34

3.1.5. Actividades socio económicas.....	34
3.2. MATERIALES.....	35
3.2.1. Equipos de campo.....	35
3.2.2. Equipo de dibujo.....	36
3.2.3. Programas de ingeniería .....	36
3.3. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO.....	36
3.3.1 Trabajo de campo.....	36
3.3.2 Trabajos de gabinete.....	37
3.4. INGENIERÍA DE PROYECTO.....	37
3.4.1 Demanda y dotación de agua.....	37
3.4.2 Fuentes de abastecimiento de agua.....	40
3.4.3 Diseño de las captaciones.....	43
3.4.4 Diseño de la línea de conducción .....	52
3.4.5 Reservorio .....	64
3.4.6 Línea de aducción y red de distribución .....	69
3.5 SANEAMIENTO BÁSICO.....	71
3.5.1 Biodigestor.....	71
3.5.2 Caja de registro. ....	73
3.5.3 Área de percolación.....	74
3.6 ELEMENTOS DE SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO .....	80
3.6.1 Prestador de servicio institucionalizado.....	80
3.6.2 Economía (cota familiar para mantenimiento de sistema).....	81
3.6.3 Entorno político social favorable para la prestación.....	82
3.6.4 Manual de operación y mantenimiento .....	83
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	84
4.1. Sistema de agua potable.....	84
4.1.1. Demanda y dotación de agua.....	84
4.1.2. Fuentes de abastecimiento de agua .....	85
4.1.3. Diseño de cámara de captación.....	85
4.1.4. Línea de conducción.....	86
4.1.5. Reservorio .....	87
4.1.6. LÍNEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.....	87
4.2. Saneamiento básico.....	87
4.3. Elementos de sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico. ....	88
CAPITULO V. CONCLUSIONES .....	90



CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.....	91
CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	92
CAPITULO VIII. ANEXOS .....	94

## ABSTRACT

This research paper entitled "Designing a Sustainable System for Drinking Water and Sanitation in the Community of Miraflores Cabanilla - Lampa - Puno" has been developed to help improve the quality of life in terms of hygiene and sanitation the residents of the community of Miraflores, so that the objectives of the research are to design and size the various components of the drinking water and basic sanitation in the community of Miraflores - Cabanillas - Lampa - Puno, and describe the elements of sustainability for potable water and basic sanitation, developed in a manner consistent with a methodology based on field work, office work, the recommendations of the National Building Regulations standards with OS 010, OS 050, IS 010 and IS 020 and the Technical Options Guide To Abastecimiento Water and Sanitation for Rural Scope concentrated populations of the Ministry of Housing, Construction and Sanitation, in that regard is designed system components drinking water and basic sanitation components described elements sustainability of the project in question, all based on interview, the villagers, authorities and site verification, and data processing in cabinet. The whole process indicated, ultimately led to satisfactory results of the investigation and in relation to the type design of two catchments slope driveline 4715.34 linear meters, breaking Type 06 5-chamber pressure, a reservoir of 9 m<sup>3</sup>, a stand of valves, distribution network more adduction with 38166.83 meters of PVC pipe SAP and 110 standpipes, for the water system, in turn design the components of basic sanitation was obtained as they are, the digester 600 liter box Registration of sludge with a width of 0.6 meters, a length of 0.6 meters and a height of 0.30 meters, an area of infiltration with 4 linear meters and finally the elements of sustainability as the developed; JASS institutionalized, the family fee, the municipal technical area (ATM), and the operation and maintenance manual.

**Keyword:** research, drinking water, basic sanitation, sustainability elements, design.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Diseño de un Sistema Sostenible de Agua Potable y Saneamiento Básico en la Comunidad de Miraflores Cabanilla - Lampa – Puno”, se ha desarrollado para contribuir a mejorar la calidad de vida en lo referente a la higiene y salubridad de los pobladores de la comunidad de Miraflores, por lo que los objetivos de la investigación son, diseñar y dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno, y describir los elementos de sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico, desarrollados en forma coherente con una metodología basada en el trabajo de campo, trabajo de gabinete, las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones con sus normas OS 010, OS 050, IS 010 y el IS 020, y la Guía de Opciones Técnicas Para Abastecimiento de Agua y Saneamiento para Poblaciones Concentradas del Ambito Rural del Ministerio de Vivienda, Saneamiento y Construcción, en ese sentido se ha diseñado los componentes del sistema de agua potable, componentes del saneamiento básico y descritos los elementos de sostenibilidad del proyecto en mención, todo ello en base a entrevista, a los comuneros, autoridades y verificación in situ, y el procesamiento de datos en gabinete. Todo el proceso indicado, conlleva a obtener resultados satisfactorios de la investigación, así en lo referente al diseño de dos captaciones tipo ladera, línea de conducción de 4715.34 metros lineales, 5 cámaras rompe presión tipo 06, un reservorio de 9 m<sup>3</sup>, una caseta de válvulas, red de distribución más aducción con 38166.83 metros lineales de tubería PVC SAP y 110 piletas públicas, correspondiente al sistema de agua potable, a su vez se obtuvo el diseño de los componentes del saneamiento básico como son, el biodigestor de 600 litros, caja de registro de lodos con un ancho de 0.6 metros, un largo de 0.6 metros y una altura de 0.30 metros, un terreno de infiltración con 4 metros lineales y por último se desarrolló los elementos de sostenibilidad como es la; JASS institucionalizado, la cuota familiar, el área técnica municipal (ATM), y el manual de operación y mantenimiento.

**Palabra clave:** Investigación, agua potable, saneamiento básico, elementos de sostenibilidad, diseño.

## CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

Para algunos, la crisis del agua supone caminar a diario largas distancias para obtener agua potable suficiente, limpia o no, únicamente para salir adelante. Para otros, implica sufrir una desnutrición evitable o padecer enfermedades causadas por las sequias, las inundaciones o por un sistema de saneamiento inadecuado. También hay quienes la viven como una falta de fondos, instituciones o conocimientos para resolver los problemas locales del uso y distribución del agua.

Muchos países todavía no están en condiciones de alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio relacionados con el agua, con lo que su seguridad, desarrollo y sostenibilidad medioambiental se ven amenazados. Además, millones de personas mueren cada año a causa de enfermedades transmitidas por el agua que es posible tratar. Mientras que aumentan la contaminación del agua y la destrucción de los ecosistemas, somos testigos de las consecuencias que tienen sobre la población mundial el cambio climático, los desastres naturales, la pobreza, las guerras, la globalización, el crecimiento de la población, la urbanización y las enfermedades, incidiendo todos ellos.

El objetivo de la propuesta es apoyar la protección de los recursos hídricos de la sobreexplotación y la contaminación, y a la vez satisfacer las necesidades de agua potable y de saneamiento básico. Además, pretende proteger a las comunidades de los desastres relacionados con el agua, y apoya la realización del derecho humano al agua segura y al saneamiento, así como de otros derechos, incluyendo el derecho a la vida, a un nivel adecuado de vida, a la salud y de la niñez.

La propuesta es un elemento clave para el desarrollo sostenible, apuntalando todos los demás esfuerzos para erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida de los pobladores de la comunidad de Miraflores. Esta propone un sistema de agua potable sostenible y saneamiento básico, involucrando a las 108 familias registrados en el padrón de la comunidad y con una densidad poblacional de 424 habitantes.

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad la comunidad de Miraflores no cuenta con el servicio de agua potable y saneamiento básico, por tal motivo no existe las condiciones de salubridad y de la calidad de vida de sus habitantes. Estas condiciones determinan un alto porcentaje de migración, principalmente de la población más joven hacia otros lugares, de tal forma frustrando el desarrollo de la comunidad.

En la región Puno, a la fecha existen 05 Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento EMSAPUNO S.A., SEDAJULIACA S.A., EMAPAY SRL, EPS NORPUNO S.A. y EPSAGUAS DEL ALTIPLANO SRL, para una población de 1'389,684 habitantes (2013) distribuidas en 13 provincias, siendo su cobertura según el IPE al 2012 de agua potable 63.2%y desagües 41.0%. Además existen JASS en centros poblados para administrar solamente provisión de agua segura, la mayoría no cuentan con sistema de tratamiento básico, unas con sistema de filtración solamente, otras con agua entubada, todas sin desinfección (Flores, 2014).

En el Perú de acuerdo al último Censo de Población y Vivienda del 2007 el 54% de los hogares tienen acceso a servicios de agua dentro de la vivienda, el 29.3% se abastece de cisterna, pozos y el 16% consume de ríos, manantes y acequias. Por otro lado, el 48% del total de peruanos cuentan con servicios higiénicos, el 21.8% con letrinas sanitarias y el 17.4% no cuentan con ningún tipo de servicios sanitarios. A esto se suma los problemas de desnutrición crónica infantil del 25%, atribuido en parte a la falta de acceso a servicios básicos de saneamiento y a las inadecuadas prácticas de higiene de la población (INEI, 2010).

Las Naciones Unidas estiman que 2,500 millones de personas carecen de acceso a saneamiento mejorado y alrededor de 1,000 millones practican la defecación al aire libre. Cada año más de 800,000 niños menores de 5 años mueren innecesariamente a causa de la diarrea - más de un niño cada minuto. Innumerables niños caen gravemente enfermos y en muchas ocasiones les quedan secuelas a largo plazo que afectan a su salud y su desarrollo. Un

saneamiento y una higiene deficientes son la principal causa de ello (Flores, 2014).

#### **1.1.1. Problema general**

- ¿Cómo diseñar un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores Cabanilla - lampa – puno?

#### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo diseñar y dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno?
- ¿Cómo diseñar y dimensionar los diferentes componentes de la unidad de saneamiento básico en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno?
- ¿Qué elementos intervienen en la sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico en la Comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno?

## **1.2. ANTECEDENTES**

### **Nivel Local**

Las Comunidad de Miraflores, es una población que se dedican a la actividad agropecuaria, siendo la más resaltante la pecuaria; tras las reestructuración de la tenencias de tierras con la Reforma Agraria y a la distribución de las mismas, los habitantes de esta comunidad han venido asentándose en sectores ya definidos, que con el transcurso del tiempo han venido aumentando el número de habitantes en cada una de estas familias, a consecuencia de este fenómeno, también trajo muchas necesidades de servicios básicos como el agua y saneamiento (agua potable y desagüe), luz eléctrica, educación entre otros.

La Municipalidad Distrital de Cabanilla, como ente rector de buscar el desarrollo de servicio básico en el sector rural, viene atendiendo a diferentes sectores el ámbito jurisdiccional del distrito, con la construcción de sistemas de agua potable, saneamiento y otros.

### **Nivel Regional**

Actualmente la propuesta de construcción de plantas de tratamiento en las provincias de San Román- Juliaca, Puno, Azángaro, Ayaviri, Huancané, Moho, El Collao, Juli, Lampa, Yunguyo y otras, por un monto superior a los 150 millones de dólares americanos en alianza estratégica en el gobierno regional y la empresa Graña y Montero quien Elaborará los estudios definitivos y presentados al Pro inversión para su ejecución. También la ALT y EMSAPUNO S.A. viene trabajando en sistemas modulares una tecnología adecuada a las condiciones climáticas del altiplano, las misma que luego sean replicadas para las ciudades de la región, estas plantas modulares tiene como premisa principal, cumplir con las normas vigentes y que los costos de operación y mantenimiento estén relacionados con la capacidad de pago de las poblaciones (Flores, 2014).

### **Nivel nacional**

En el sector de agua potable y saneamiento del Perú, se han logrado importantes avances en las últimas dos décadas del siglo XX y primera del siglo XXI, como el aumento del acceso de agua potable del 30% al 62% ocurrido entre los años 1980 al 2004 y el incremento del acceso de saneamiento del 9% al 30% entre los años

1985 al 2004 en las áreas rurales. Asimismo, se han logrado avances en la desinfección del agua potable y el tratamiento de aguas negras.

La ampliación significativa del acceso al consumo de agua potable en las zonas rurales de nuestro país es uno de los principales desafíos que debemos enfrentar (Calderón Cockburn, 2009).

### **A nivel Latinoamérica**

La población rural de América Latina se reducirá de 122 a 109 millones entre 2010 y 2030. Al mismo tiempo, la población urbana se incrementará de 471 a 603 millones (ONU, 2012). Se ha estimado que el déficit en infraestructura, en función de alcanzar al año 2030 una cobertura casi universal, y las demás metas en cobertura de tratamiento, incremento de servicios de drenaje pluvial, optimización de la capacidad de fuentes y demás estructuras para soportar las demandas, institucionalización de servicios en las zonas urbano-marginales, más la renovación y rehabilitación de las infraestructuras actuales, supone una inversión con erogaciones efectivas del orden de los US\$ 12,500 millones anuales,

equivalentes al 0,31% del PIB global actual de la región calculado a precios del 2010 (CAF, 2012).

### **A nivel Global**

En la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas del año 2000 y en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo, 2002, se establecen los compromisos contraídos por los gobiernos para reducir a la mitad para el año 2015 el porcentaje de personas que no tiene un acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento y de lograr una mejora significativa en las condiciones de vida de por lo menos 100 millones de habitantes de barrios de tugurios para el año 2020. Se estima que para el 2015, el 60% de la población del mundo vivirá en zonas urbanas y el 90% del aumento demográfico tendrá lugar en las zonas urbanas y gran parte de ese aumento se dará en los asentamientos ilegales y tugurios (ONU, 2012).

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

Frente a la carencia de servicios de saneamiento básico de la población, constituye una necesidad básica prioritaria la construcción de sistemas de agua potable y saneamiento para solucionar los problemas de salud como la alta incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas, mejorar calidad de vida y el desarrollo de la comunidad de Miraflores, que consumen agua de riachuelos y fuentes expuestos a la contaminación (pozos).

Según afirmación obtenida de los pobladores de la comunidad de Miraflores, son las enfermedades de origen hídrico el problema que más los aqueja, el cual es causado por con consumo de agua de mala calidad, aunado por el deficiente abastecimiento y continuidad de agua, por otro lado, la incidencia de enfermedades de origen hídrico, fue corroborado en la entrevista hechas a los especialistas técnicos del centro de salud de Cabanilla perteneciente al distrito de Cabanilla, donde se atienden a los lugareños, quienes dijeron que el principal motivo de las vistas al puesto de salud por los población rural de Cabanilla en los últimos años, es a consecuencia de las enfermedades parasitarias y gastrointestinales, el cual fue ratificado con las estadísticas reportadas y la constancia emitida por este centro de salud.

La intervención del presente proyecto de investigación pretende disminuir principalmente la incidencia de enfermedades diarreicas de origen hídrico, al mismo tiempo la contaminación ambiental, solucionar el problema de abastecimiento y continuidad de agua potable, y el deficiente servicio de saneamiento.

#### **1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

##### **1.4.1. Objetivo general:**

- Diseñar un sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores Cabanilla - lampa – puno.

##### **1.4.2. Objetivos específicos:**

- Diseñar y dimensionar los diferentes componentes del sistema de agua potable en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno.
- Diseñar y dimensionar los diferentes componentes de la unidad de saneamiento básico en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno.
- Describir los elementos de sostenibilidad para el sistema de agua potable y saneamiento básico en la Comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno.

### **CAPITULO II. MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1. AGUA POTABLE**

##### **2.1.1. Agua Potable:**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2013), el potable es el Agua apta para consumo humano, de acuerdo con los requisitos establecidos en la normativa vigente.

Según INEI, (2010), Se denomina así, al agua que ha sido tratada según unas normas de calidad promulgadas por las autoridades nacionales e internacionales y que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de

contraer enfermedad. El agua potable de uso doméstico es aquella que proviene de un suministro público, de un pozo o de una fuente ubicada en los reservorios domésticos.

Según R.N.E., (2014), es el agua apta para el consumo humano.

Según Pittman, (1997), el agua potable es aquella que al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción del sistema.

Según Rodríguez, (2001) El agua potable es el agua de superficie tratada y el agua no tratada pero sin contaminación que proviene de manantiales naturales, pozos y otras fuentes.

### **2.1.2. Calidad de Agua:**

La calidad del agua debe ser evaluada antes de la construcción del sistema de abastecimiento. El agua en la naturaleza contiene impurezas, que pueden ser de naturaleza físico-química o bacteriológica y varían de acuerdo al tipo de fuente. Cuando las impurezas presentes sobrepasan los límites recomendados, el agua deberá ser tratada antes de su consumo. Además de no contener elementos nocivos a la salud, el agua no debe presentar las características que puedan rechazar el consumo (Lampoglia, Pitman, y Barrios, 2008).

Según R.N.E., (2011), las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua que lo hacen aptos para el consumo humano, sin implicancias para la salud, incluyendo apariencia, gusto y olor.

Según Rodríguez, (2001), el estudio de la calidad del agua se funda en la investigación de las características físico-químicas de la fuente ya sea subterránea, superficial o de precipitación pluvial.

### 2.1.3. Fuentes de abastecimientos de agua

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2013), es el lugar de producción natural de agua que puede ser de origen superficial, subterráneo o pluvial

Según Francois, (2005), según las circunstancias, el ingeniero puede recurrir a la utilización de las siguientes fuentes de abastecimiento de agua:

- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas
- Aguas de lluvia
- Aguas de mar o aguas salobres

En la mayoría de los casos, se utilizan las aguas superficiales y las aguas subterráneas; sin embargo, en la ausencia de estas fuentes puede recurrirse a la explotación de agua de lluvia o al agua de mar.

Según Pittman, (1997), se refiere al agua que cae sobre la superficie del terreno, una parte escurre inmediatamente, reuniéndose en corrientes de agua, tales como torrentes eventuales, o constituyendo avenidas, parte se evapora en el suelo o en las superficies del agua y parte se filtra en el terreno. De esta última, una parte la recoge la vegetación y transpira por las hojas, otra correrá a través del suelo para emerger otra vez y formar manantiales y corrientes que fluyen en tiempo seco.

Existen diferentes Fuentes de abastecimientos tales como son:

- a. Agua de lluvia colectada de los techos o en un área preparada
- b. Aguas superficiales
  - Aguas de ríos
  - Aguas de los lagos naturales
- c. Aguas subterráneas
  - Captadas de manantiales
  - Captadas de pozos de poca profundidad
  - Captadas de pozos profundos y artesianos
  - Captadas de galerías filtrantes horizontales.

Según Ravelo, (1977), el sistema de abastecimiento constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no hemos definido y garantizado fuentes capaces para abastecer a la población futura del diseño.

#### **2.1.4. Estudios de las fuentes de abastecimiento**

Según Ravelo, (1977) La fuente de agua determina, comúnmente, la naturaleza de las obras de colección, purificación, conducción y distribución. Las fuentes comunes de agua dulce y su desarrollo son:

##### Agua de lluvia

- a) De los techados, almacenada en cisternas, para abastecimientos individuales reducidos.
- b) De cuencas mayores preparadas, o colectores, almacenada en depósitos, para suministros comunales grandes.

##### Agua superficial

- a) De corrientes, estanques naturales, y lagos de tamaño suficiente, mediante toma continua.
- b) De corrientes con flujo adecuado de crecientes, mediante toma intermitente, temporal o selectiva de las aguas de avenida limpias y su almacenamiento en depósitos adyacentes a las corrientes o fácilmente accesibles a ellas.
- c) De corrientes con flujos bajos en tiempo de sequía, pero con suficiente descarga anual, mediante toma continua del almacenamiento de los flujos excedentes al consumo diario, hecho en uno o más depósitos formados mediante presas construidas a lo largo de los valles de la corriente.

##### Agua Subterránea

- a) De manantiales naturales
- b) De pozos
- c) De galerías filtrantes, estanques o embalses.

- d) De pozos, galerías y posiblemente manantiales, con caudales aumentados con aguas provenientes de otras fuentes:
- Esparcidas sobre la superficie del terreno colector.
  - Conducidas a depósitos o diques de carga.
  - Alimentadas a galerías o pozos de difusión.
- e) De pozos o galerías cuyo flujo se mantiene constante al retornar al suelo las aguas previamente extraídas de la misma fuente y que han sido usadas para enfriamiento o propósitos similares.

### 2.1.5. Aforos.

Según Castro y Perez, (2009), el aforo es una operación que consiste en medir el caudal, o sea el volumen de agua que pasa por una sección de un curso de agua en un tiempo determinado.

- Método volumétrico.
- Método de velocidad – área
- Método de vertedero

Según Pittman, (1997), se llama así a las diferentes informaciones que se obtienen sobre el caudal de una determinada fuente de abastecimiento, estas son generalmente el promedio de varias mediadas; el tipo de aforo está en función al tipo de fuente así tenemos.

a) Aforos de manantiales

El método consiste en:

- Llenar de agua un recipiente cuyo volumen es conocido (V) litros
- Tomar el tiempo que tarda en llenarse de agua el recipiente (t)
- el caudal se obtendrá de la siguiente forma:

$$Q = V/t$$

Donde:

Q: caudal calculado

V: velocidad

T: tiempo

b) Aforo en ríos

Para el aforo en ríos existe dos métodos, el del flotador y el los vertedores.

- Método del flotador

La manera de aforar por este método es el siguiente:

Se calcula la velocidad colocando un flotador al inicio de una distancia conocida aguas arriba, tomando el tiempo que tarda en recorrer dicha distancia. Luego se utiliza la fórmula:

$$Q = \vec{v} \cdot A$$

Donde:

Q: caudal determinado

V: velocidad

A: área calculado

- Método del vertedero

El vertedero es un dispositivo hidráulico que consiste en una abertura, sobre las cuales un líquido fluye.

También estos son definidos como orificios sin el borde superior y son utilizados, intensiva y satisfactoriamente, en la medición del caudal de pequeños cursos de agua y conductos libres.

### 2.1.6. Período de diseño

Según la CNA, Se entiende por período de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, este período debe ser menor que la vida útil.

Los períodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero, esto es, a mayor tasas de interés menor período de diseño; sin embargo no se pueden desatender los aspectos financieros, por lo que en la selección del período de diseño se deben considerar ambos aspectos.

### 2.1.7. Vida útil del proyecto

Según la CNA, La vida útil es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

### 2.1.8. Población futura

Según Vierendel, (2005), la determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para una comunidad. Es necesario determinar las demandas futuras de una población para prever en el diseño las exigencias, de las fuentes de abastecimiento, líneas de conducción, redes de distribución, equipo de bombeo, planta de potabilización y futura extensiones del servicio. Por lo tanto, es necesario predecir la población futura para un número de años, que será fijada por los períodos económicos del diseño.

Existen varias metodologías para la proyección de población, sin embargo, se hará una presentación de los métodos cuya aplicación es más generalizada

- Método Aritmético o Crecimiento Lineal.
- Método Geométrico o Crecimiento Geométrico.
- Método de Saturación

### 2.1.9. Dotación de agua

Según Pittman, (1997), para poder determinar la dotación de agua de una determinada localidad, se estudia los factores importantes y principales que influyen en el consumo de agua.

#### a) Caudal medio diario

Según la Empresa Consultora Aguilar y Asociados S.R.L., (2004), el consumo medio diario de una población, obtenido en un año de registros. Se determina con base en la población del proyecto y dotación, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_f}{86\ 400}$$

Dónde: Qmd = Caudal medio diario en l/s.

Pf = Población futura en hab.

Df = Dotación futura en l/hab-d.

### **b) Consumo Máximo Diario (Qmd).**

Según Pittman, (1997), el consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante los 365 días del año.

$$\text{Consumo máximo diario (Qmd)} = 1.3 Q_m \text{ (l/s).}$$

### **c) Consumo Máximo Horario (Qmh).**

Según Pittman, (1997), el máximo consumo que será requerido en una determinada hora del día.

$$\text{Consumo máximo horario (Qmh)} = 1.5 Q_m \text{ (l/s).}$$

## **2.1.10. División básica de la topografía**

### **Planimetría**

Según Mendoza, (2010), se encarga de representar gráficamente una posición de tierra, sin tener en cuenta los desniveles o diferentes alturas que pueda tener el mencionado terreno.

Según Pantigoso, (2007), la planimetría solo tiene en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (visto en planta) que se supone que es la superficie media de la tierra.

### **Altimetría**

Según Mendoza, (2010), se encarga de representar gráficamente las diferentes altitudes de los puntos de la superficie terrestre respecto a una superficie de referencia.

Según Pantigoso, (2007), la altimetría se encarga de la medición de las diferencias de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, los cuales representas las distancias verticales medidas a partir de un plano

horizontal de referencia.

### **Topografía integral**

Según Mendoza, (2010), se encarga de representar gráficamente los diferentes puntos sobre la superficie terrestre, teniendo presente su posición planimetría y su altitud.

### **Curva de nivel**

Según Mendoza, (2010), es una línea imaginaria que une los puntos que tienen igual cota respecto a un plano de referencia (generalmente el nivel medio del mar).

Según Pantigoso, (2007), se denomina curvas de nivel a las líneas que marcadas sobre el terreno desarrollan una trayectoria que es horizontal.

### **Perfil longitudinal**

Según Mendoza, (2010), se utiliza para representar el relieve o accidente del terreno a lo largo de un eje longitudinal.

### **Sección transversal**

Según Mendoza, (2010), se llama también perfil transversal y viene a ser el corte perpendicular al eje del perfil longitudinal en cada estaca (por lo menos); generalmente se toman varios puntos a la derecha y a la izquierda dependiendo de la envergadura del proyecto.

#### **2.1.11. Levantamiento topográfico**

Según Pantigoso, (2007), es el conjunto de operaciones que se necesita realizar para poder confeccionar una correcta representación gráfica planimetría, o plano, de una extensión cualquiera de terreno, sin dejar de considerar las diferencias de cotas o desniveles que representa dicha extensión.

#### **2.1.12. Captación**

Según la Comisión Nacional del Agua, (2007), son las obras civiles y electromecánicas que permiten disponer del agua superficial o subterránea de la fuente de abastecimiento.

Según R.N.E., (2014), se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener la capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario.

Vierendel, (2005), Se denomina obra de conducción, a la estructura que transporta el agua desde la captación hasta la planta de tratamiento o a un reservorio.

La captación de esta estructura deberá permitir conducir el caudal correspondiente al máximo anual de la demanda diaria.

### **2.1.13. Cálculo hidráulico de la línea de conducción.**

Según Vierendel, (2005), el cálculo lo haremos en base a las fórmulas de Hazen Williams que son las más recomendables y utilizadas para estos casos. Nos valdremos de Nomogramas.

### **2.1.14. Formula de Hazen Williams**

Según Rocha, (2007), la fórmula de hazen Williams tiene origen empírico. Se usa ampliamente en los cálculos de tubería para abastecimiento de agua. Su uso está limitado al agua en flujo turbulento, para tuberías de diámetro mayor a 2" y velocidades que no excedan de 3 m/s.

$$Q=0.000426 C_H D^{2.63} S^{0.54}$$

Dónde.

Q= gasto en litros por segundo.

CH = coeficiente de Hazen Williams.

D= diámetro en pulgadas.

S = pendiente de la línea de energía en metros por Km.

Cuadro N° 1. Coeficiente de fricción "C" en la fórmula de Hazen Williams.

TIPO DE TUBERIA	«C»
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

Fuente: R. N. E. 2014

### 2.1.15. Determinación de las presiones.

La presión estática no será mayor a 50m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor a 10m. En caso de abastecimiento de agua por pileta, la presión mínima será 3.50m a la salida de la pileta.

Según Rocha, (2007), esta se debe tomar en cuenta por que no sólo aumenta el consumo sino también produce deterioros en las tuberías y válvulas por ser mayor el golpe de ariete, es así que la presión tiene dos factores influyentes:

- a. Cuando la presión es de 15 m a 30 m el consumo es mínimo.
- b. Cuando la presión es mayor el consumo aumenta debido a las filtraciones a través de los orificios que pueden existir en la red y que sabemos crece con la potencia  $3/2$  de la presión, el golpe de ariete es mayor y las válvulas sufren más, por consiguiente, en la sierra la ubicación de los reservorios se hace en las partes más altas de los pueblos debido a que por su topografía se tiene presiones altas en la partes bajas las cuales generan filtraciones a través de los orificios con el consiguiente aumento del consumo.

### 2.1.16. Levantamiento para la línea de conducción

Según Vierendel, (2005), los levantamientos para el tendido de tuberías de alta presión son de menor precisión que para las carreteras o ferrocarriles. Los factores que intervienen en esta clase de proyecto son la

longitud total de cierta consideración, que en algunos casos permiten aplazar todo trabajo de campo hasta el momento de proceder a la construcción.

El procedimiento general consiste en levantar un itinerario en campo, después de elegir el trazado y tomar las cotas de las depresiones y las elevaciones del terreno, no sólo a lo largo del itinerario en el cruce de corrientes de agua, que requieran obras especiales para su uso.

#### **2.1.17. Línea de conducción.**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2013), es la tubería que conduce el agua empleando solo la energía de la gravedad hasta el reservorio.

Según la Empresa Consultora Aguilar y Asociados S.R.L., (2004), se denomina línea de conducción, al conjunto de tuberías, canales, túneles, dispositivos y obras civiles que permiten el transporte del agua, desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

Según Vierendel, (2005), se refiere al transporte de agua que conecta la captación con la estación de depuración o tanque de almacenamiento, se hace mediante una línea de conducción.

Como la captación se encuentra en un nivel más alto que el del reservorio, la energía que haga circular el agua será la gravedad; además la línea de conducción de calculará para el día de máximo consumo.

Según Ravelo, (1977), es la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones de servicio para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. Ello puede verse afectado además por situaciones topográficas que permitan una conducción por gravedad o que, por el contrario, precisen de sistemas de bombeo. En cada caso, el diseño se hará de acuerdo a criterios para estas diferentes condiciones, afectados o no por el tiempo de bombeo.

### **2.1.18. Cálculo hidráulico de la línea de conducción**

Según Vierendel, (2005), el cálculo lo haremos en base a las fórmulas de Hacen Williams que son las más recomendables y utilizadas para estos casos. Nos valdremos de Nomogramas.

### **2.1.19. Tanque de almacenamiento**

Según Ordoñez, (2002), llamado también tanque de distribución o reservorio, que sirve para almacenar el agua y poderla distribuir a toda la comunidad. Se construyen en la parte más alta de la comunidad para que así el agua baje por gravedad. Algunos tanques se construyen sobre la superficie del terreno, otros sobre torres de concreto o de estructura metálica, a fin de elevarlos para que el agua alcance una altura adecuada para su distribución.

El tanque o depósito asegura que exista suficiente cantidad de agua en horas de mayor demanda, además sirve para tener reserva de agua al existir algún problema en la línea de conducción.

### **2.1.20. Hipoclorador**

Según Ordoñez, (2002), es un tanque pequeño que se construye generalmente encima del tanque de almacenamiento, en el cual se introduce la solución madre de cloro, la cual se utilizará para desinfectar el agua contenida en el tanque.

### **2.1.21. Línea de aducción**

Según Pittman, (1997), la línea de aducción transporta el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución.

### **2.1.22. Tipos de tuberías**

Según Ravelo, (1977), existen diferentes tipos de tuberías las cuales estudiaremos considerándolos como alternativas de solución para usarlos en la línea de conducción como son:

- Tubos de fundición
- Tubos de acéró recubiertos de hormigón
- Tubos de acero y hierro fundido

- Tubos de hormigón armado
- Tubos de plástico
- Tubos de fibro –cemento

### **2.1.23. Distribución.**

Algunos autores consideran dentro de estas obras el tanque de almacenamiento y las líneas de conducción de agua, pero en este caso, se han abordado independientemente razón por la cual corresponde a obras de distribución solamente la red, estas pueden ser:

#### **a) Ramificada**

Recibe el nombre por el hecho que la red se diseña y construye en forma de árbol, con un eje central que corresponde a la línea principal y ramificaciones que parten de él para pasar frente a los predios que serán abastecidos.

Tiene como desventaja el crecimiento bacteriológico y sedimentación en los puntos finales de las ramificaciones; al efectuar reparaciones en la red, el sector posterior al punto de cierre quedará sin servicio y cuando se dan ampliaciones se pueden llegar a obtener presiones demasiado bajas en los extremos de las ramas.

#### **b) Sistema de Malla**

No tiene las desventajas del sistema ramificado, por el hecho que el flujo circula por todos los puntos e ingresa a estos desde varias direcciones y no de una sola como el primero.

#### **c) Sistema Combinado**

Es una combinación de los primeros y consiste en una malla que en ciertos nudos posee salidas de caudal que alimentan sistemas ramificados, esto permite simplificar el cálculo, reducir la malla y solventar las desventajas del sistema ramificado.

La red tiende a seguir las vías de acceso existentes o proyectadas, lo mismo que está restringida por la topografía del terreno.

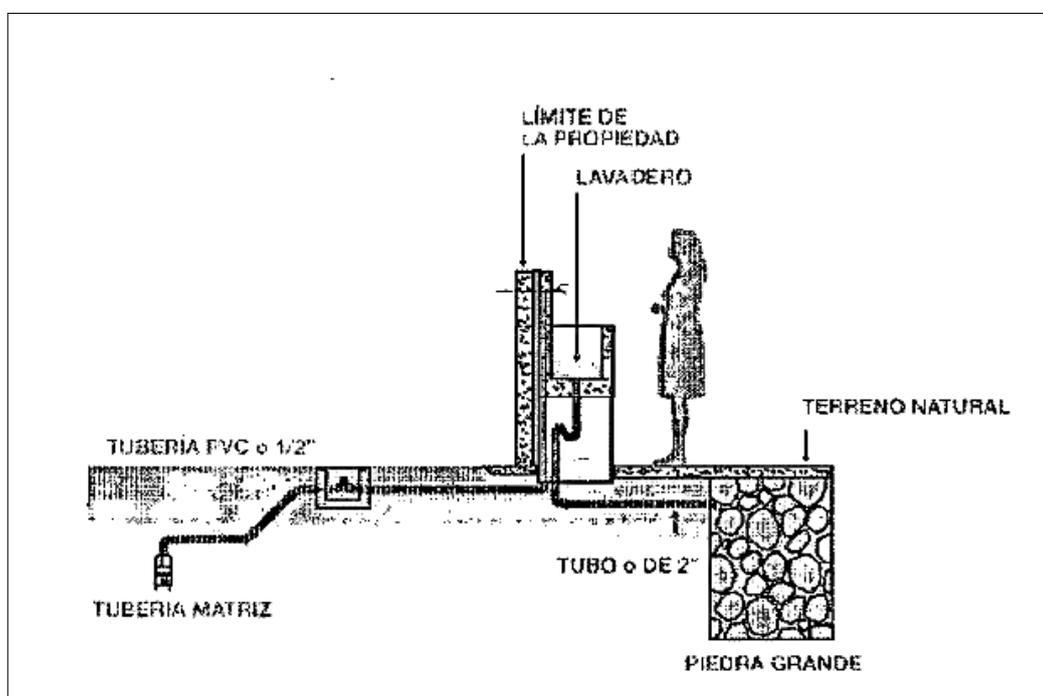
Según Ordoñez, (2002), es la tubería que va desde el pegue de la línea de conducción hasta las conexiones domiciliarias la red de distribución la forman tuberías de menor diámetro, partiendo de estas las tomas domiciliarias y los puestos públicos (llena cántaros).

#### 2.1.24. Conexión domiciliar.

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), la conexión domiciliar de agua potable tiene como fin regular el ingreso de agua potable a una vivienda. Esta se ubicará entre la tubería de la red de distribución de agua y la caja de registro

Es la parte final de un sistema de abastecimiento. Consta de un tramo de tubería que une la red de distribución con la llave o chorro dentro del domicilio o en algunos casos llena cántaros.

Figura N° 01: Conexión domiciliar



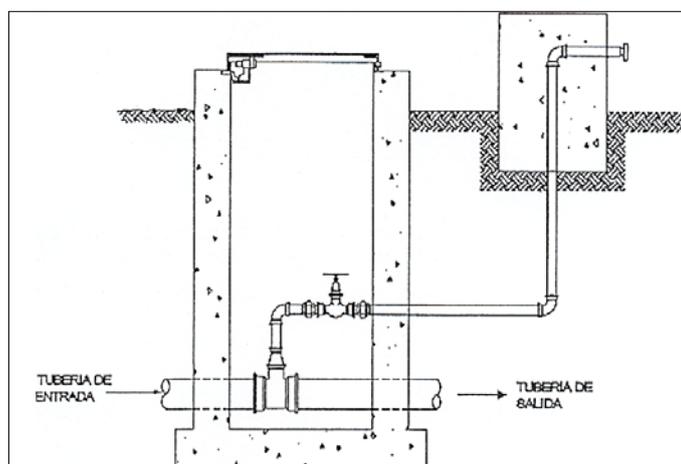
Fuente: Ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento

### 2.1.25. Estructuras complementarias

#### a) Cámara de válvula de aire

Según Pittman, (1997), el aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área del flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire automáticas (ventosas) o manuales.

Figura N° 02: Cámara de válvulas

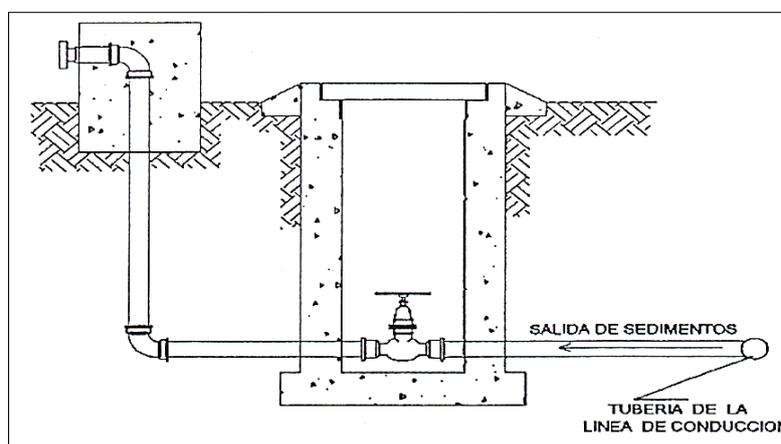


Fuente: Pittman (1997)

#### b) Cámara de válvula de purga

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías (figura 6).

Figura N° 03: Válvula de purga

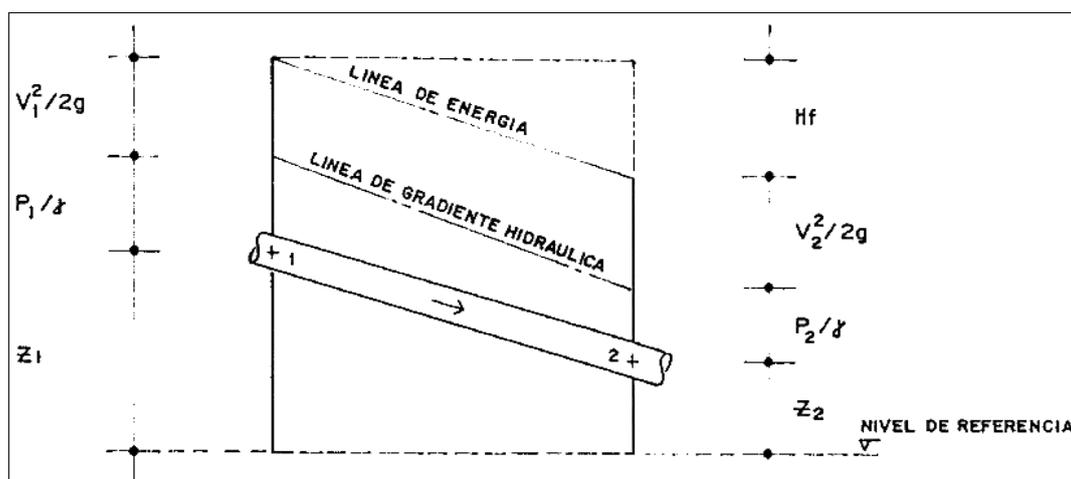


Fuente: Pittman (1997)

**c) Cámara rompe - presión**

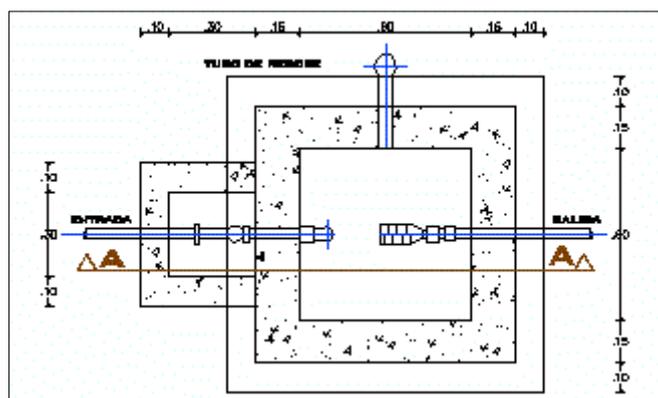
Al existir fuerte desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar la tubería. En este caso se sugiere la instalación de cámaras rompe-presión cada 50 m de desnivel.

Figura N° 04: Línea de energía - Gradiente hidráulico



Fuente: Pittman (1997)

Figura N° 05: Cámara rompe presión



Fuente: Pittman (1997)

**d) Combinación de tuberías.**

Según Pittman, (1997), es posible diseñar la línea de conducción mediante la combinación de tuberías, tiene la ventaja de optimizar las pérdidas de carga, conseguir presiones dentro de los rangos

admisibles y disminuir los costos del proyecto.

Se define lo siguiente:

$H_f$  = Pérdida de carga total (m).

$L$  = Longitud total de tubería (m).

$X$  = Longitud de tubería de diámetro menor (m).

$L-X$  = Longitud de tubería de diámetro mayor (m).

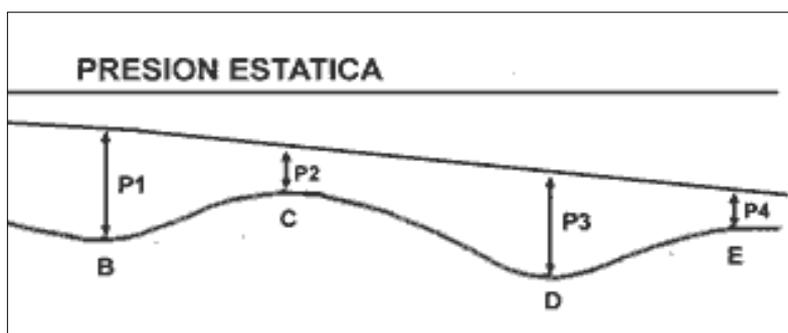
$hf_1$  = Pérdida de carga unitaria de la tubería de mayor diámetro.

$hf_2$  = Pérdida de carga unitaria de la tubería de menor diámetro.

La pérdida de carga total deseada  $H_f$ , es la suma de pérdidas de carga en los dos tramos de tubería.

$$H_f = hf_2 \times X + hf_1 \times (L-X)$$

Figura N° 6: Línea de carga estática



Fuente: Pittman (1997)

#### e) Perfiles en U

En zonas donde la topografía obligue el trazo de la línea de conducción con un perfil longitudinal en forma de U, las clases de tubería a seleccionarse serán definidas de acuerdo a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan.

#### f) Flujo laminar

Cuando el gradiente de velocidad es bajo, la fuerza de inercia es mayor que la de fricción, las partículas se desplazan pero no rotan, o lo hacen pero con muy poca energía, el resultado final es un movimiento en el cual las partículas siguen trayectorias definidas, y todas las partículas que

pasan por un punto en el campo del flujo siguen la misma trayectoria.

### **G) Flujo turbulento**

Se produce turbulencia en la zona central del tubo donde la velocidad es mayor, pero queda una corona de flujo laminar entre las paredes del tubo y el núcleo central turbulento.

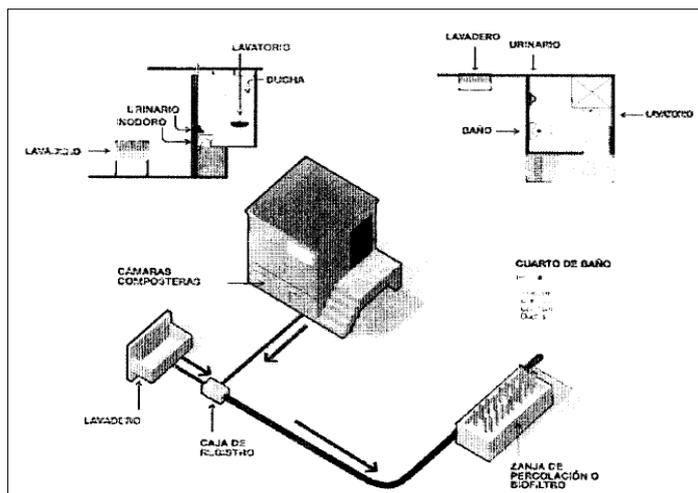
## **2.2. UNIDAD DE SANEAMIENTO**

### **2.2.1. Unidad básica de saneamiento (UBS - C)**

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), cuando el nivel freático es alto, el suelo es impermeable o se presenta un suelo rocoso, la UBS-C es una alternativa adecuada para la disposición de excretas. La ventaja competitiva de esta opción técnica es que convierte la materia orgánica (heces y orina) en abono que puede ser utilizado para el mejoramiento de suelos

La UBS-C, es una estructura que cuenta con un inodoro que separa las orinas y las heces en compartimientos distintos. La orina se conduce a un pozo de absorción y las heces son depositadas en una cámara impermeable. Esta unidad cuenta con dos cámaras impermeables e independientes, que funcionan en forma alternada, donde se depositan las heces y se induce el proceso de secado por medio de la adición de tierra, cal o cenizas. El control de humedad de las heces y su mezcla periódica permite obtener cada doce meses un compuesto rico en minerales, con muy bajo contenido de microorganismos patógenos y que se puede utilizar como mejorador de suelos agrícolas, al cabo de ese tiempo.

Figura N° 07: Unidad básica de saneamiento



Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Según el RNE, (2014), saneamiento básico es la tecnología de más bajo costo que permite eliminar higiénicamente las excretas y aguas residuales y tener un medio ambiente limpio y sano tanto en la vivienda como en las proximidades de los usuarios. El acceso al saneamiento básico comprende seguridad y privacidad en el uso de estos servicios. La cobertura se refiere al porcentaje de personas que utilizan mejores servicios de saneamiento, a saber: conexión a alcantarillas públicas; conexión a sistemas sépticos; letrina de sifón; letrina de pozo sencilla; letrina de pozo con ventilación mejorada.

**Cuarto de baño**

Cuadro N° 02: Unidad básica de saneamiento

Componente	Descripción	Aspectos técnicos del componente
Cuarto de baño	Espacio que permite dar privacidad al usuario durante su uso y/o proteger al usuario contra la intemperie. Este cuarto de baño contará con un inodoro con separación de orina y heces diseñado para esta unidad.	El área interna deberá ser adecuada para la disposición de la ducha, lavatorio y aparato sanitario. El cuarto de baño se puede ubicar dentro de la vivienda o fuera de la misma. El techo debe tener una inclinación menor a 10%, en zonas secas o desérticas, y en zonas de lluvia debe ser mayor de 10%.
Cámaras	Compartimento donde se depositan las heces hasta transformarse en abono natural, libre de microorganismos. Se tiene dos (02) cámaras que funcionan alternadamente. Cada una debe ser lo suficientemente grande como para recibir los desechos acumulados de por lo menos un año. En este tiempo la mayor parte de los organismos patógenos mueren antes de que se extraiga el material descompuesto.	Contará con una losa inferior de concreto, muros en mampostería, losa superior y compuertas, contando ambas cámaras con un orificio en la losa superior por donde caen las excretas. Las paredes y la base deben ser impermeables. El orificio de la cámara que no esté en uso se sellará colocándole un tapón que tiene la forma del orificio y podrá ser hecho de los mismos materiales que las paredes de la cámara. Pueden colocarse recipientes recolectores en el interior de las cámaras, para luego extraerlos y retirar el contenido en condiciones sanitarias.
Tubería de ventilación	Tiene como función permitir la salida de los gases generados en las cámaras de secado, estableciendo comunicación con el exterior.	Conducto de PVC que se coloca dentro o fuera del baño y que se interconecta con la cámara seca para eliminar los malos olores y cuenta con un sombrero de ventilación.
Zanja de percolación	Son excavaciones largas y angostas realizadas en la tierra para acomodar las tuberías de distribución del agua residual proveniente de los aparatos sanitarios.	En la construcción de la zanja, son necesarios los siguientes materiales: grava triturada, tubería de PCV con juntas abiertas o perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.
Biofiltro	Los biofiltros son humedales artificiales de flujo subsuperficial que constan de tres componentes principales: plantas, microorganismos y un medio de soporte, cuya interacción da como resultado la remoción de contaminantes por medio de mecanismos físicos, químicos y biológicos. El agua no está expuesta directamente a la atmósfera por lo que se puede instalar en un área	Las plantas comunes en humedales son las áreas, los juncos y los céspedes de caña. El sustrato o medio de soporte de las plantas y los microorganismos que degradan la materia orgánica podrá ser grava pequeña o mediana.

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2014

### 2.2.2. Afluente

Según la norma IS 020, a fuente se refiere a las aguas negras o parcialmente tratado, que entra a un depósito y/o estanque.

### 2.2.3. Aguas negras domesticas

Según la norma IS 020, son las aguas negras derivadas principalmente de las casas, edificios comerciales, instituciones y similares, que no están mezcladas con aguas de lluvia o aguas superficiales.

Según el ministerio de Vivienda, construccin y saneamiento (2013), es el agua de origen doméstico, que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

#### **2.2.4. Descomposición del agua negra.**

Según la norma IS 020, es la destrucción de la materia orgánica de las aguas negras, por medio de procesos aeróbicos y anaerobios.

#### **2.2.5. Efluente.**

Según la norma IS 020, se refiere a las aguas que salen de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento.

#### **2.2.6. Espacio libre**

Según la norma IS 020, es la distancia vertical entre el máximo nivel de la superficie del líquido, en un tanque.

#### **2.2.7. Letrinas.**

Según DIGESA, (2007), es un sistema apropiado e higiénico, donde se depositan los excrementos humanos que contribuye a evitar la contaminación del ambiente y a preservar la salud de la población.

#### **2.2.8. Lodos**

Según la norma IS 020, son los sólidos depositados por las aguas negras, o desechos industriales, crudos o tratados, acumulados por sedimentación en tanques y que contienen más o menos agua para formar una masa semilíquida.

#### **2.2.9. Excretas**

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), son el conjunto de orina y/o heces que eliminan las personas como producto final de su proceso digestivo.

#### **2.2.10. Percolación**

Según la norma IS 020, es el flujo o goteo del líquido que desciende a través del medio filtrante. El líquido puede o no llenar los poros del medio filtrante.

### 2.2.11. Tratamiento Primario.

Según la norma IS 020, es el proceso anaeróbico de la eliminación de sólidos.

### 2.2.12. Arrastre Hidráulico

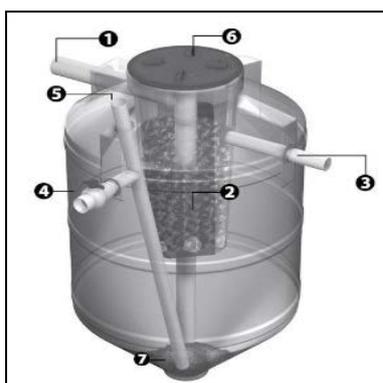
Según la Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, (2010), fuerza de tracción que produce el agua para la evacuación de las excretas desde el aparato sanitario hacia el hoyo o pozo.

### 2.2.13. Biodigestor Autolimpiable

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento (2013), es un sistema que funciona en condiciones anaeróbicas que transforma las excretas en materia orgánica.

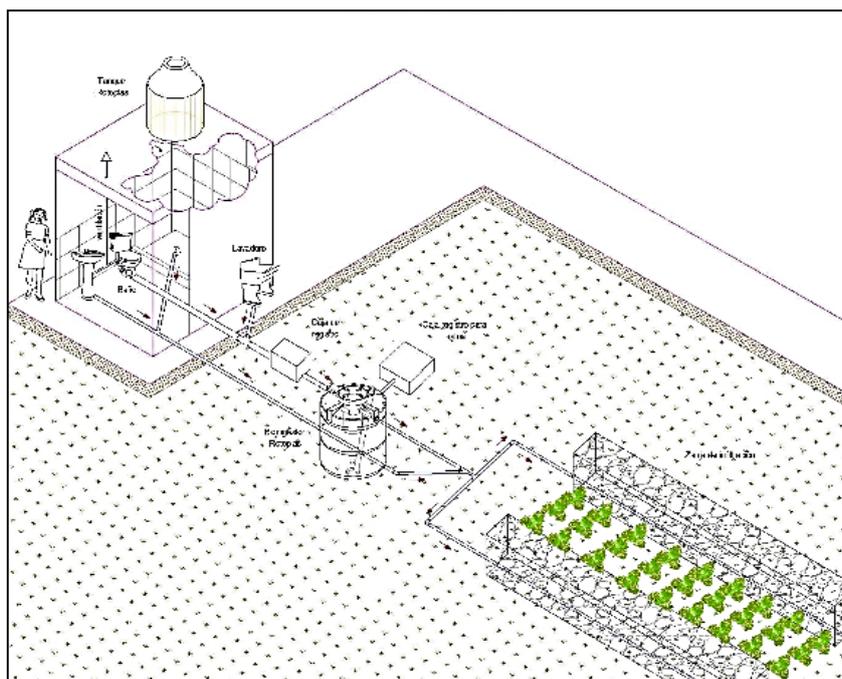
Según Rotoplas, (2014), el Biodigestor Autolimpiable es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. El agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración, pozo de absorción humedal artificial según el tipo de terreno y zona.

Figura N° 08. Biodigestor



Fuente: Rotoplas

Figura N° 09. Unidad básica de saneamiento



Fuente: Rotoplas

#### 2.2.14. Caja de lodos

Según Rotoplas, (2014), es una caja de concreto, ladrillo, sin fondo, para que pueda infiltrarse en el terreno el agua contenida en los lodos.

#### 2.2.15. Área de percolación y/o pozo de lodos

Según el ministerio de Vivienda, construcción y saneamiento, (2013), son excavaciones en el terreno que contienen grava y un tubo de distribución por el cual el efluente procedente de un Tanque Séptico o Biodigestor se filtra en el terreno.

Según Rotoplas, (2014), es el área donde se filtra el agua residual que sale del biodigestor, también se denomina área de percolación o pozo de absorción y esta puede ser de dos tipos:

- Absorción vertical
- Absorción horizontal

## 2.3. ELEMENTOS DE SOSTENIBILIDAD DEL PROYECTO

### 2.3.1. Sostenible

Según Díaz Pineda y María de Miguel, (1998), es un proceso que puede mantenerse por sí mismo, como lo hace, por ejemplo un desarrollo económico sin ayuda exterior ni merma de los recursos existentes.

### 2.3.2. Desarrollo Sostenible

Según Brundlandt, (1990), se llama desarrollo sostenible aquel desarrollo que es capaz de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los recursos y posibilidades de las futuras generaciones. Intuitivamente una actividad sostenible es aquella que puede mantener.

### 2.3.3. Elementos de la sostenibilidad

Según el Fondo Contravalor Perú Alemania, (2012), Los elementos de evaluación de los proyectos de saneamiento básico y agua potable está dirigida a la verificar del impacto y cumplimiento de cuatro resultados claves: prestador institucionalizado, usuarios satisfechos, economía equilibrada y entorno político y social favorables.

Cuadro N° 3: Fortalecimiento de los elementos claves

<b>Prestador institucionalizado</b>	<b>Usuarios satisfechos</b>	<b>Economía equilibrada del prestador</b>	<b>Entorno favorable</b>
<p>(JASS)</p> <p>Incorpora el desarrollo de capacidades técnicas y el registro formal de las JASS; así como el concepto de la "legitimidad" del prestador, que se sustenta en el grado de reconocimiento social, de origen (elección democrática) y de la capacidad en el manejo técnico operacional, la autoregulación y el control social.</p>	<p>Asociado directamente a la capacidad del prestador para proveer servicios de calidad de agua y saneamiento a la comunidad, mediante el eficiente manejo técnico operacional, el mantenimiento de las instalaciones y el control de la calidad de agua.</p> <p>Plantea la continuidad del servicio en los niveles adecuados y la capacidad para la gestión de riesgo de desastres.</p>	<p>Propone alcanzar la sostenibilidad económica del servicio mediante el desarrollo o mejora de las capacidades de gestión administrativa, financiera y de planificación del prestador.</p>	<p>Implica el cumplimiento del rol de los gobiernos locales y regionales, de los sectores salud y educación en la provisión de servicios de supervisión, educación sanitaria, asistencia técnica y vigilancia de la calidad del agua de manera permanente a las JASS, de acuerdo al nuevo marco normativo del saneamiento rural.</p>

Fuente: Fondo Contravalor Perú Alemania (2012)

Cuadro N° 04: Elementos de sostenibilidad

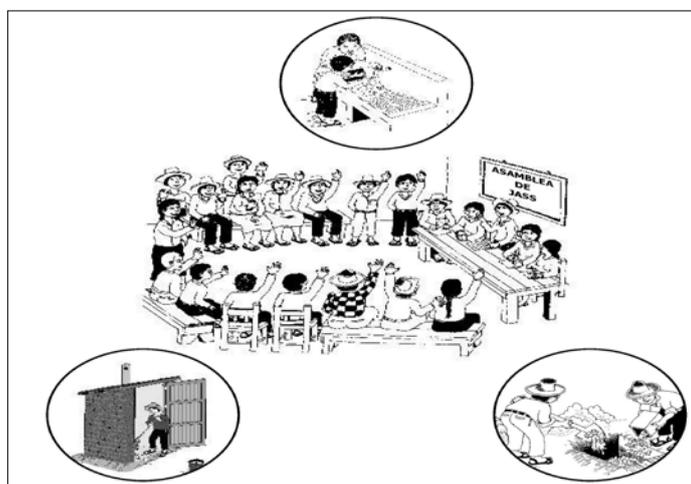
RESULTADOS	PROCESOS	SUBPROCESOS
Prestador institucionalizado	Fortalecimiento de la institucionalidad del prestador	Legalización del prestador Fortalecimiento de la legitimidad del prestador
Usuarios satisfechos	Mejoramiento de la calidad de los servicios de saneamiento	Fortalecimiento de las capacidades operacionales del prestador Fortalecimiento de las capacidades del prestador en respuesta rápida ante riesgo de desastres
Economía equilibrada del prestador	Mejoramiento de los recursos económicos del prestador	Fortalecimiento de la gestión administrativa del prestador Fortalecimiento del manejo económico financiero del prestador Fortalecimiento de las capacidades de planificación del prestador Equipamiento al prestador para la administración de los servicios de saneamiento
Entorno político y social favorable	Mejoramiento del entorno político social para la prestación de los servicios de saneamiento	Fortalecimiento de las capacidades del gobierno local para que supervise, fiscalice y brinde asistencia técnica a los prestadores rurales de servicios de saneamiento Fortalecimiento de las capacidades de la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento (DRVCS) en prestación de servicios de saneamiento en el ámbito rural Fortalecimiento de las capacidades de las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) en control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano Fortalecimiento de las capacidades de la comunidad en educación sanitaria, ambiental y valoración socio-económica de los servicios de saneamiento

Fuente: Fondo Contravalor Perú Alemania (2012)

### 2.3.4. Junta de usuarios de servicio y saneamiento JAAS

Según SER, (2005), es una Asociación que se encarga de la prestación de los servicios de saneamiento en los centros poblados y comunidades rurales. Se llama servicios de saneamiento a los servicios de agua potable, disposición de excretas (letrinas) y eliminación de basura (pozo de relleno).

Figura N° 10: JAAS



Fuente: SER (2005)

### **2.3.5. Área técnica municipal ATM**

El área técnica municipal ATM, es la oficina implementada en una entidad municipal, encargada para la gestión del agua potable y saneamiento básico.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. General**

- El sistema sostenible de agua potable y saneamiento básico se diseña considerando la topografía del terreno, geohidrología de la zona, geotecnia y población beneficiaria. El cual permitirá disminuir las incidencia de enfermedades gastrointestinales, diarreicas y dérmicas en la comunidad de Miraflores Cabanilla - Lampa – Puno.

### **2.4.2. Especifico**

- El dimensionamiento de los diferentes componentes del sistema de agua potable se diseña y dimensiona considerando la topografía del terreno, geohidrología de la zona y población beneficiaria en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno.
- El dimensionamiento y diseño de los diferentes componentes de la unidad de saneamiento básico se diseña y dimensiona considerando la topografía del terreno, geotecnia y población beneficiaria en la comunidad de Miraflores – Cabanilla – Lampa – Puno.
- Los elementos que intervienen en la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico son: la JASS, el área técnica municipal (ATM), una cota familiar, y un manual de operación y mantenimiento.

### CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS

El trabajo de investigación, corresponde al tipo de investigación descriptivo – explicativo.

La presente investigación titulada Propuesta de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Básico Integral en la Comunidad de Miraflores Cabanilla - Lampa – Puno, procederá de la siguiente forma:

#### 3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA

##### 3.1.1. Ubicación

El Proyecto de Investigación está ubicada en el distrito de Cabanilla cuya ubicación geográfica comprende.

Departamento /región : puno  
 Provincia : Lampa  
 Distrito : Cabanilla  
 Comunidad : Miraflores

Cabanilla se encuentra ubicado en las coordenadas 15°36'56"S 70°22'0"O. Según el INEI, Cabanilla tiene una superficie total de 443.04 km<sup>2</sup>. Está situado al sur de la Provincia de Lampa, en la zona central del departamento de Puno y parte sur del territorio peruano.

##### 3.1.2. Vías de acceso

Cuadro N° 05: vías de acceso

DESDE	A	TIPO DE VIA	MEDIO DE TRANSPORTE	K.M.	TIEMPO (min)
PUNO	JULIACA	ASFALTADA	VEH. MOTOR	45	60
JULIACA	CABANILLA	ASFALTADA	VEH. MOTOR	29	25
CABANILLA	MIRAFLORES	AFIRMADA	VEH. MOTOR	5.5	15

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.3. Topografía

En general los suelos de esta zona presentan un molde amplio de formaciones edáficas destacando los de naturaleza volcánica (Andosoles cryicos) asociados a suelos de litología variada (Cambisoles húmicos) ambos con horizonte superficial negro conspicuo ácido y rico en materia orgánica

### 3.1.4. Clima

La altitud media de esta zona es de 3828 msnm en un clima seco y frío, la temperatura media para esta zona es de  $<Oy 15^{\circ}C$ , sin embargo, debido a la acción termo - reguladora del lago, las temperaturas son más templadas que en las punas subtropicales vecinas de igual altitud. La precipitación media en esta región biogeográfica en general es de 250-700 mm.

### 3.1.5. Actividades socio económicas

#### a) Agua potable Saneamiento

La población se abastece de los pozos con bombas manuales. Para el acarreo, las personas mayores se demoran en promedio 10 minutos y los niños 12 minutos, En cada familia en promedio los mayores realiza dos viajes y los menores de edad 3 viajes, cargando un balde de 15 - 18 litros.

No existe un sistema de potabilización del agua , Además de todo lo anterior, la población de la comunidad de Miraflores para tener agua segura, no almacena en recipientes con tapa , y menos aplican con gotero u cantidad de solución clorada (dependiendo de la concentración).

#### b) Educación

En la comunidad existe un centro educativo, con insuficiencia de mobiliario y material didáctico.

#### c) Salud

En la comunidad existe una infraestructura para el servicio de salud, tendiéndose solo una vez a la semana, debiendo en casos de extrema gravedad recurrir al puesto de salud de Cabanilla. Existe la expectativa para implementar un botiquín comunal y contar con promotores de salud debidamente

capacitados; ya que actualmente en casos de accidentes y enfermedades, se recurre a la medicina tradicional

d) Vivienda

La mayoría de las familias cuentan con viviendas de adobe y piedra techo de calamina y algunos de paja de cebada, según la encuesta realizada 97.7% de las familias contaban con casa propia y el 2.3% habitaba en viviendas en alquiler. Las viviendas cuentan con el servicio de energía eléctrica y no cuentan con el servicio de agua potable y saneamiento

e) Vías de comunicación

La trocha carrozable que une la comunidad de Miraflores a la capital de la provincia de Lampa se encuentra en regular estado de conservación.

f) Agricultura

La actividad económica que predomina en la zona de influencia es la agrícola, está orientada a la producción mayoritaria de papa, quinua, habas, grano verde, cebada grano, olluco, avena grano y entre otras, todas ellas destinadas para el consumo de las propias familias y el excedente son comercializadas en los mercados locales.

g) Actividad pecuaria

Entre las actividades de ganadería tienen animales domésticos como ovinos, vacunos y camélidos (alpacas y llamas), la producción se realiza en forma individual y en forma comunal (caso de ovinos) tienen la encargatura de pastar los mismos de manera semanal.

## 3.2. MATERIALES

### 3.2.1. Equipos de campo

- Teodolito electrónico
- Nivel de Ingeniero
- Miras y jalones

- Vehículo

### 3.2.2. Equipo de dibujo

- Ploter
- Computadora (laptop)
- Tablero de dibujo

### 3.2.3. Programas de ingeniería

- Software AutoCAD 2014
- Software CivilCAD 2014
- Software Civil 3D Metric 2014
- Software WaterCAD v8i
- Software S10 Presupuestos 2005
- Software Project 2014
- Software Excel 2014
- Software Word 2014, etc.

## 3.3. METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

### 3.3.1 Trabajo de campo

#### a) Reconocimiento de campo

Contando con planos de restitución (1:25000) se hizo un recorrido de la zona del proyecto, definiéndose los límites y el área del levantamiento topográfico, Posibles manantiales, posible línea de conducción y ubicación de reservorio.

#### b) Levantamiento Topográfico

Para el estudio de este proyecto, será necesario el contar con un plano topográfico de toda la zona del proyecto, y para esto se realizaron las siguientes actividades.

- Reconocimiento de campo
- Elección de vértices de la red de apoyo
- Numeración de vértices
- Lectura de ángulos

- Nivelación de la red de BMs
- Relleno topográfico
- Cálculo y compensaciones de la red de apoyo
- Dibujo del plano topográfico
  - ✓ Aforo de Manantiales
  - ✓ Calidad de agua
  - ✓ Recopilación de información Social

### 3.3.2 Trabajos de gabinete

#### a) Cálculos Taquimétricos

Los cálculos de coordenadas y compensaciones de la red de apoyo fueron hechos con apoyo de Microsoft Excel.

#### b) Dibujo del Plano Topográfico

El plano topográfico se efectuó con apoyo de un ordenador, y el software Land Desktop, imprimiéndose en Plotter, con curvas de nivel a cada metro

#### c) Diseño Hidráulico

Se calculó el diseño hidráulico de la captación, conducción, reservorio, adicción y la distribución

## 3.4. INGENIERÍA DE PROYECTO

### 3.4.1 Demanda y dotación de agua

#### a) Periodo de diseño

El tiempo durante el cual el sistema de agua y saneamiento será eficiente, se determinará considerando los siguientes factores del proyecto:

- Vida útil de las estructuras y equipos.
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura.
- Crecimiento poblacional.
- Economía de escala.

Periodos de diseño recomendados:

Cuadro N° 06: Periodo de diseño

Elemento del sistema	Período (años)
Obras de captación	20
Pozos	
Plantas de tratamiento (1)	
Reservorio	
Tuberías de conducción, impulsión distribución	
Caseta de bombeo	
Equipos de bombeo	10

Fuente: Organización Panamericana de salud 2006

Considerando que el servicio hacia la población será tanto de Agua potable como de Saneamiento con letrinas, consideramos un periodo de Diseño de 20 años.

**b) Población futura**

Método aritmético

$$Pf = Pa (1 + r \times t/100)$$

Donde:

Pf = Población Futura

Pa = Población actual

r = Coeficiente de Crecimiento anual por 1000 Habitantes

t = Tiempo de diseño en años

Datos:

Población actual (Pa) = 424 habitantes

Tasa de crecimiento = 1.53

Periodo de diseño = 20 años.

Cuadro N° 07: Evolución de la Población Censada Urbana Rural, según provincia, 1940, 1961, 1981, 1993 y 2007.

Provincia	Población Censada Urbana						Provincia	Población Censada Rural					
	1940	1961	1972	1981	1993	2007		1940	1961	1972	1981	1993	2007
<b>Total</b>	<b>71 079</b>	<b>124 147</b>	<b>186 160</b>	<b>283 222</b>	<b>422 253</b>	<b>629 891</b>	<b>Total</b>	<b>477 292</b>	<b>562 113</b>	<b>590 013</b>	<b>607 036</b>	<b>657 596</b>	<b>638 550</b>
Puno	...	29 417	47 405	76 836	102 815	136 754	Puno	...	95 406	101 247	100 522	98 390	92 482
Azángaro	...	14 336	21 171	27 449	29 332	37 508	Azángaro	...	97 132	101 039	103 127	109 666	99 321
Carabaya	...	6 452	8 591	10 155	16 662	30 329	Carabaya	...	21 727	21 357	22 935	30 115	43 617
Chucuito	...	14 113	21 140	31 621	15 211	35 767	Chucuito	...	133 272	147 015	157 611	77 790	90 492
El Collao	...	...	...	...	17 050	25 376	El Collao	...	...	...	...	58 406	55 683
Huancané	...	8 609	11 439	12 209	12 197	13 851	Huancané	...	98 561	97 011	96 904	68 120	55 671
<b>Lampa</b>	...	<b>6 965</b>	<b>9 249</b>	<b>12 164</b>	<b>14 127</b>	<b>18 659</b>	<b>Lampa</b>	...	<b>27 690</b>	<b>2 444</b>	<b>26 815</b>	<b>29 334</b>	<b>29 564</b>
Melgar	...	14 475	19 304	24 136	30 254	35 536	Melgar	...	33 726	33 116	37 426	41 751	39 199
Moho	...	...	...	...	4 766	7 950	Moho	...	...	...	...	28 554	19 869
S.A.de Putina	...	...	...	...	9 495	33 665	S.A.de Putina	...	...	...	...	18 980	16 825
San Román	...	22 275	41 130	80 174	145 724	220 610	San Román	...	23 554	24 662	22 814	22 810	20 166
Sandia	...	7 505	6 731	8 478	11 812	16 543	Sandia	...	31 045	37 122	38 882	38 230	45 604
Yunguyo	...	...	...	...	12 808	17 343	Yunguyo	...	...	...	...	35 450	30 057

Fuente: INEI – Censo Nacional de Población y Vivienda: 1940, 1961, 1981, 1993 y 2007.

**Calculo de radio de crecimiento “r”.**

Como nuestra población no es urbana elegimos la población rural censada según INE en el ámbito rural

ANO	Pa (hab.)	t (anos)	P Pf-Pa	Pa. t	r P/Pa. T	r. t
1981	26815	-	-	-	-	-
		12	2519	321780	0.008	0.09
1993	29334	-	-	-		-
	-	14	230	410676	0.001	0.01
2007	29564	-	-	-		-
<b>TOTAL</b>		<b>26.00</b>				<b>0.10</b>

Fuente: Elaboración propia

$$r = \frac{\text{Total } r \times t}{\text{Total } t} \quad r = \mathbf{0.00391} \quad \text{Por cada 1000 habitantes (0.391\%)}$$

Reemplazamos a la fórmula para el cálculo de población futura.

$$Pf = Pa (1 + r \times t/100)$$

$$Pf = 408(1 + 3.91 \times 20/100)$$

Pf = 440 habitantes

**c) Demanda de agua**

Dotación promedio por persona, de acuerdo al sistema de disposición de excretas tenemos:

Cuadro N° 08: Dotación por habitante por día

Letrinas sin Arrastre Hidráulico					Letrinas con Arrastre Hidráulico	
Costa	50	a	60	l/h/d	90	l/h/d
Sierra	40	a	50	l/h/d	80	l/h/d
Selva	60	a	70	l/h/d	100	l/h/d

Fuente: Organización Panamericana de salud 2006

Elegimos como dotación: **80 litros/hora/día**, con arrastre hidráulico.

- ✓ Consumo promedio diario anual (Qm)

$$Q = \frac{Pt \times Dot}{86\ 400} \text{ l/s} \quad Q = 0.407 \text{ l/s}$$

- ✓ Consumo máximo diario (Qmd)

$$Qmd = 1.3 \times Qm \quad Qmd = 0.530 \text{ l/s}$$

- ✓ Consumo máximo horario (Qmh)

$$Qmh = 2.0 \times Qp \quad Qmh = 0.611 \text{ l/s}$$

**3.4.2 Fuentes de abastecimiento de agua**

**a). Disponibilidad hídrica**

Los sistemas de abastecimiento de agua potable en las poblaciones rurales de nuestro país, tienen como fuente los manantiales lo ideal es que los aforos se efectúen en temporadas críticas de rendimiento que corresponde a los meses de estiaje y de lluvia, con la finalidad de conocer los caudales máximos y mínimos.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados

en los proyectos de abastecimiento de agua potable en zonas rurales, son los métodos volumétricos y de velocidad área. El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de población futura

### **Método volumétrico**

Para aplicar este método es necesario encauzar el agua generando una corriente 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 (l/s)

$$Q = V/t$$

Donde:

Q = Caudal en l/s.

V = Volumen del recipiente en litros.

t = Tiempo promedio en seg.

Con la finalidad de definir el tiempo promedio, se recomienda realizar como mínimo 5 mediciones.

### **b). Calidad de agua**

#### **Análisis físico**

**Temperatura.-** No tiene mayor importancia sanitaria, pero sin embargo este análisis se realiza para evitar el disgusto que puede traer al consumir el agua de muy alta o baja temperatura.

**Turbidez.-** La turbidez se mide por la visibilidad de un objeto sumergido dentro del agua que se está examinando, en general es causado por materias en suspensión, tales como arena muy fina, arcilla y otras sustancias orgánicas finalmente divididas.

La turbidez se elimina a través de tratamientos especiales como coagulación, sedimentación y filtración, generalmente un agua buena para hacer bebida no debe tener un coeficiente de turbidez mayor 10 ppm.

**Color.-** El color de las aguas se debe principalmente a la materia orgánica en suspensión coloidal o en solución y es característica de aguas de regiones pantanosas, la importancia del color del agua se refiere al tratamiento posterior que se le debe dar para lograr su clasificación.

**Olor y sabor.-** El olor y sabor desagradable en el agua, aun desde el punto de vista sanitario no sea objetable, siempre trae queja de los consumidores.

### **Análisis químico**

**Dureza.-** La dureza del agua es apreciada por su contenido de carbonatos y sulfatos de calcio o de magnesio.

El agua apta para el abastecimiento público debe tener menor de 50 ppm de lo contrario produce incrustaciones en las tuberías que trae como consecuencia la reducción de los diámetro, además descompone el jabón y obliga a usarlo en mayor proporción para el lavado de ropa.

**Alcalinidad.-** La alcalinidad representa el contenido de carbonatos, silicatos y fosfatos. Se expresa en ppm de carbonato de calcio ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ ).

El coeficiente de concentración Hidrogeno es la expresión de la intensidad del factor de acidez o alcalinidad de una muestra de agua, está basado en la atracción magnética de los átomos o iones cargados con electricidad positivo o negativo dentro del agua.

### **Análisis bacteriológico**

Es el que más importancia tiene y se refiere al número total de gérmenes patógenos, especialmente las que pueden ser portadores de la fiebre tifoidea, el cólera y otras enfermedades de origen microbiano. Se sabe que los excrementos humanos contienen el bacilo de Coco, de ahí la

transmisión de estas enfermedades que se producen por la polución de materias fecales dentro de las aguas de bebida.

### 3.4.3 Diseño de las captaciones

#### a) Captación A

Realizando el aforo del caudal del agua en los meses críticos se obtiene el siguiente caudal de la fuente:

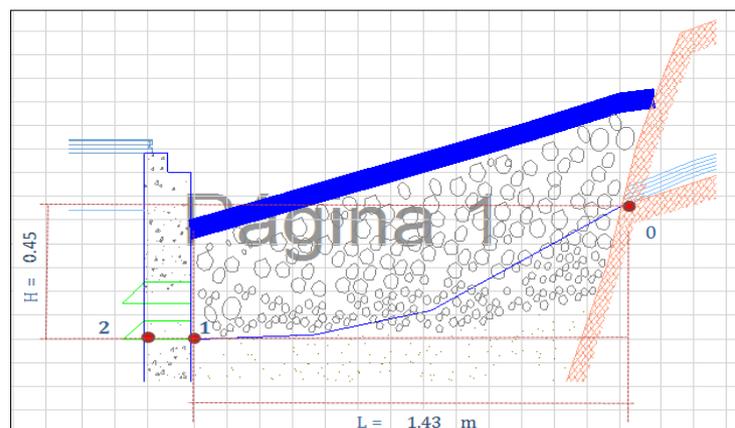
Caudal promedio aforado = 0.656 litros/segundo

Caudal máximo diario = 0.526 litros/segundo

#### Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

Relación de Valores asumidos	}	H = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (Se recomienda valores de 0.4 a 0.5m).	= 0.45 m
		Cd = Coeficiente de descarga en el Punto 1 (Se recomienda valores de 0.6 a 0.8).	= 0.80
		V2 = Velocidad de pase (Se recomienda valores menores o iguales a 0.60 m/s)	= 0.50 m/s
		g = Aceleración de la gravedad	= 9.81 m/s <sup>2</sup>

Figura N° 11: Dimensiones de captación



Fuente: Elaboración propia

$$V_2 = C_d \sqrt{2gh_0} \qquad h_0 = \frac{V_2^2}{2gC_d^2}$$

Después de asumir los valores aplicamos las ecuaciones anteriores, hallamos  $h_o$  y  $V_2$  teórica

Calculamos la pérdida de carga  $H_f$  según la siguiente formula

$$V_2 \text{ teórica} = 2.38 \text{ m/s} \quad h_o = 0.02 \text{ m}$$

$$H_f = 0.43 \text{ m}$$

Ahora calculamos la distancia horizontal entre el afloramiento y la cámara húmeda

$$L = H_f / 0.30$$

$L =$  Distancia entre el afloramiento y la caja de Captación.  $= 1.43 \text{ m}$ .

### Calculo del ancho de la pantalla

Tenemos que calcular el área necesaria con el caudal máximo del aforo realizado y mediante la siguiente formula:

$$A = Q_{max} / CdxV$$

$$A = 1.64E-03 \text{ m}^2$$

$$\varnothing = 4.57 \text{ cm}$$

$$\varnothing = 1.80 \text{ Pulg}$$

$$\varnothing = 1 \frac{4}{5} \text{ Pulg}$$

Ahora calculamos el número de Orificios (NA), diámetro = 1 pulg.

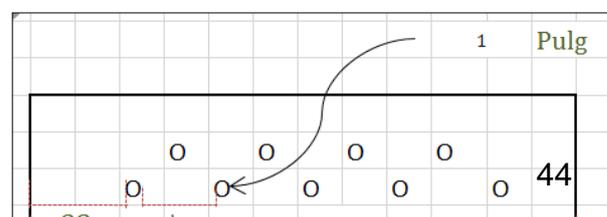
$$NA = \frac{D_o^2}{D_i^2} + 1$$

$$NA = 1$$

Conocido el diámetro de los orificios podemos calcular el ancho de pantalla " b".

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

$$b = 46 \text{ Pulg.}$$



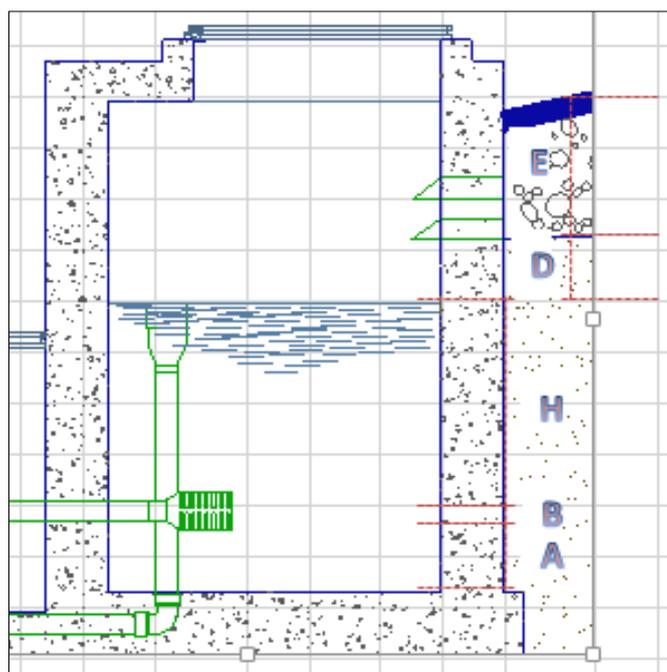
$$b = 117 \text{ cm}$$

$$b = 120 \text{ cm} \quad (\text{Asumido})$$

Sección Interna de la caja = **1.20 x 1.20 m**

### Altura de la cámara húmeda (ht)

Figura N° 12: Cámara húmeda



Fuente: Elaboración propia

Para la altura de la cámara utilizamos la siguiente formula:

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

Donde:

A = Altura de sedimentación de la arena (min 10cm)

B = Mitad del diámetro de canastilla

H = Altura de Agua (mínimo 30cm)

D = Desnivel mínimo nivel de ingreso de Agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3cm)

E = Borde Libre ( de 10 a 30cm)

Adoptamos valores para A, B, D y E:

$$A = 10.00 \text{ cm} \quad B = 2.54 \text{ cm} \quad D = 5.00 \text{ cm} \quad E = 30.00 \text{ cm}$$

∅ Canastilla = 2 Pulg

Adoptamos el valor de H mediante la siguiente ecuación:

$$H = \frac{Q_{md}^2}{2gA^2}$$

Donde:

Qmd = Caudal Máximo Diario (m3/s) = 0.00053  
 g = Aceleración de la gravedad (m2/s) = 9.81  
 A = Área de la tubería de Salida (m2) = 0.000507

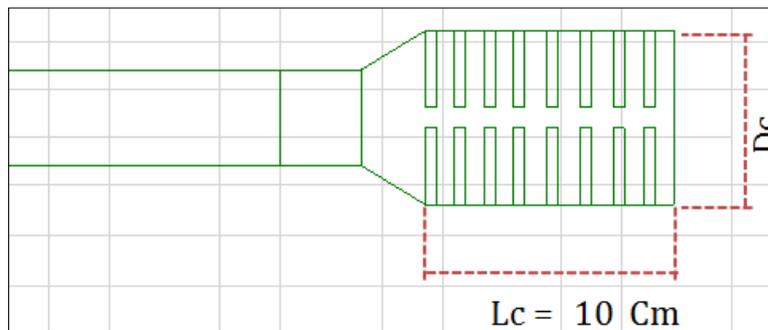
Tenemos:

H = 5.492 cm Mínima 30cm entonces H = 30.00 cm  
 Ht = 77.54 Cm Asumimos Ht = 80.0 cm

**Dimensionamiento de la canastilla**

Del siguiente Grafico:

Figura N° 13: Canastilla



Fuente: Elaboración propia

Ds = ∅ Tubería De Salida = 1 Pulg

También tenemos:

$$D_c = 2D_s$$

Dc = 2 Pulg

Ancho de ranura = 10 mm

Largo de ranura = 10 mm  
 Área de ranura = 100 mm mm2  
 Área total de ranura = 0.001013 m2

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

Condición:

$$3D_s < L_c < 6D_s$$

$$7.62 < L_c < 15.24$$

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

**Tubería de rebose y limpieza**

Se recomiendan pendientes de 1% a 1.5% mediante la ecuación de Hazen Williams con (C=140).

$$D = \frac{0.71xQ^{0.33}}{Hf^{0.21}}$$

En donde:

D = Diámetro en Pulgadas  
 Q = Gasto máximo de la fuente en l/s = 0.66 l/s  
 Hf = Pérdida de carga Unitaria m/m = 0.015 l/s

Reemplazando tenemos:

D = 1.492 Pulg  
 D asumido = 1.5 Pulg Ok

**b) Captación B**

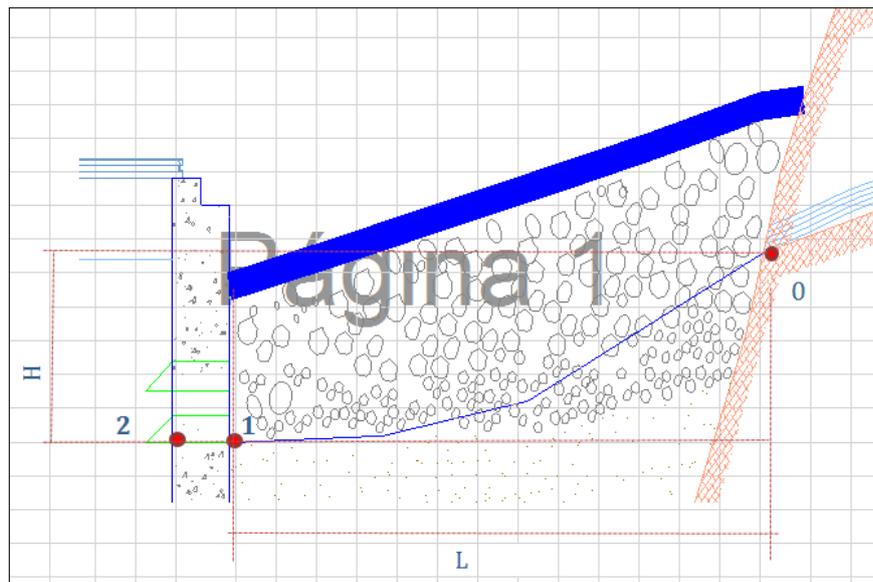
Realizando el aforo del caudal del agua en los meses críticos se obtiene el siguiente caudal de la fuente:

Caudal promedio aforado = 0.545 litros/segundo  
 Caudal máximo diario = 0.526 litros/segundo

**Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda.**

Relación de Valores asumidos	}	H = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (Se recomienda valores de 0.4 a 0.5m).	= 0.40 m
		Cd = Coeficiente de descarga en el Punto 1 (Se recomienda valores de 0.6 a 0.8).	= 0.70
		V2 = Velocidad de pase (Se recomienda valores menores o iguales a 0.60 m/s)	= 0.50 m/s
		g = Aceleración de la gravedad	= 9.81 m/s

Figura N° 14: Captación



Fuente: Elaboración propia

$$V_2 = C_d \sqrt{2gh_0} \qquad h_0 = \frac{V_2^2}{2gC_d^2}$$

Después de asumir los valores aplicamos las ecuaciones anteriores, hallamos  $h_0$  y  $V_2$  teórica

$$V_2 \text{ teórica} = 1.92 \text{ m/s} \qquad h_0 = 0.03 \text{ m}$$

**Calculamos la perdida de carga  $H_f$  según la siguiente formula**

$$H_f = H - h_0$$

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

Ahora calculamos la distancia horizontal entre el afloramiento y la cámara húmeda

$$L = H_f / 0.30$$

L= Distancia entre el afloramiento y la caja de Captación. = 1.25 m.

**Calculo del ancho de la pantalla**

Tenemos que calcular el área necesaria con el caudal máximo del aforo realizado y mediante la siguiente formula:

$$A = Q_{max} / CdxV$$

- A = 1.56E-03 m2
- ∅ = 4.45 cm
- ∅ = 1.75 Pulg
- ∅ = 1 3/4 Pulg

Ahora calculamos el número de Orificios (NA), diámetro = 1 pulg.

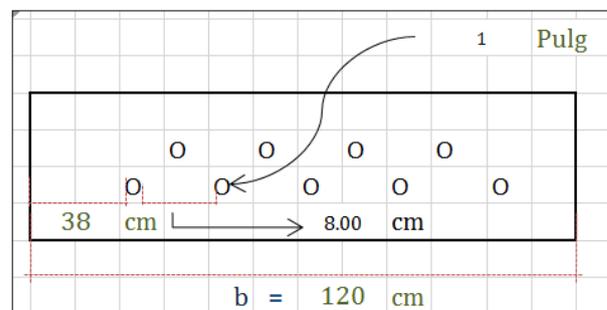
$$NA = \frac{D_o^2}{D_i^2} + 1 \quad NA = 5$$

Conocido el diámetro de los orificios podemos calcular el ancho de pantalla " b".

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

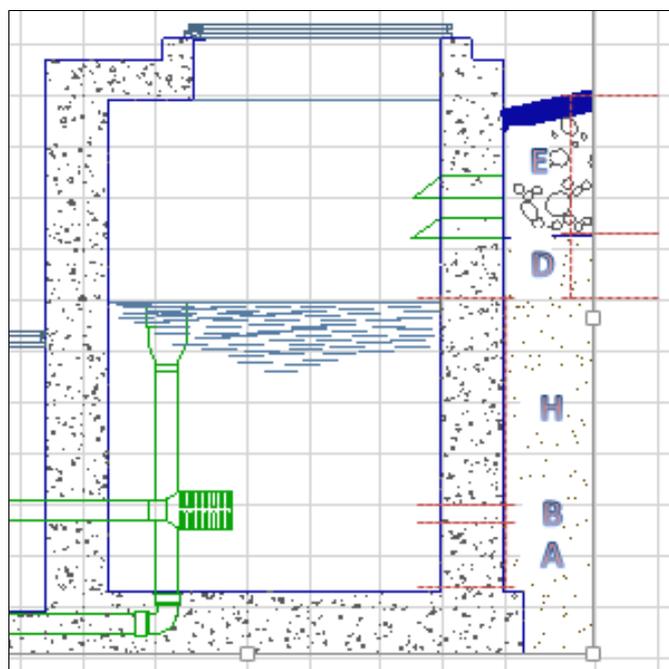
- b = 46 Pulg.
- b = 117 cm
- b = 120 cm (Asumido)

Sección Interna de la caja = 1.20 x 1.20 cm



**Altura de la cámara húmeda (ht)**

Figura N° 15: cámara húmeda 02



Fuente: Elaboración propia

Para la altura de la cámara utilizamos la siguiente formula:

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

Donde:

- A = Altura de sedimentación de la arena (min 10cm)
- B = Mitad del diámetro de canastilla
- H = Altura de Agua (mínimo 30cm)
- D = Desnivel mínimo nivel de ingreso de Agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3cm)
- E = Borde Libre ( de 10 a 30cm)

Adoptamos valores para A, B, D y E:

$$A = 10.00 \text{ cm} \quad B = 2.54 \text{ cm} \quad D = 5.00 \text{ cm} \quad E = 30.00 \text{ cm}$$

∅ Canastilla = 2 Pulg

Adoptamos el valor de H mediante la siguiente ecuacion:

$$H = \frac{Q_{md}^2}{2gA^2}$$

Donde:

Qmd = Caudal Máximo Diario (m3/s) = 0.00053

g = Aceleración de la gravedad (m2/s) = 9.81

A = Área de la tubería de Salida (m2) = 0.000285

Tenemos:

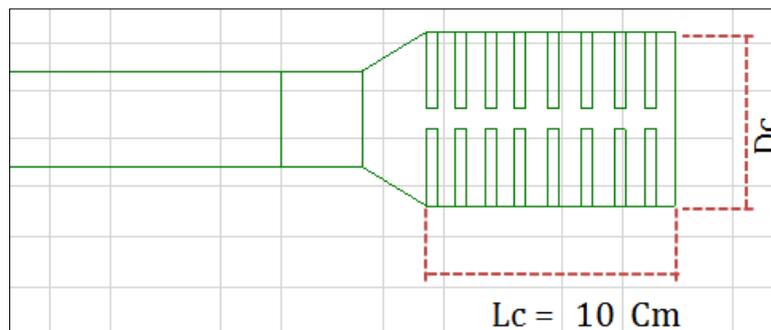
H = 17.359 cm Mínima 30cm H = 30.00 cm OK

entonces

Ht = 77.54 cm Asumimos Ht = 80.0 cm OK

### Dimensionamiento de la canastilla

Del siguiente Grafico:



Fuente: Elaboración propia

Ds = ∅ Tubería De Salida = 3/4 Pulg

También tenemos:

$$D_c = 2D_s$$

Dc = 1 1/2 Pulg

Ancho de ranura = 10 mm

Largo de ranura = 10 mm

Área de ranura = 100 mm mm2

Área total de ranura = 0.000570 m2

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}} \quad N^{\circ} = 6$$

Condición:

$$3D_s < L_c < 6D_s$$

$$5.72 < L_c < 11.43$$

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

### Tubería de rebose y limpieza

Se recomiendan pendientes de 1% a 1.5% mediante la ecuación de Hazen Williams con (C=140)

$$D = \frac{0.71xQ^{0.33}}{Hf^{0.21}}$$

En donde:

D	=	Diámetro en Pulgadas	
Q	=	Gasto máximo de la fuente en l/s	= 0.55 l/s
Hf	=	Pérdida de carga Unitaria m/m	= 0.015 l/s

Reemplazando tenemos:

D	=	1.404 Pulg
D asumido	=	1.5 Pulg Ok

### 3.4.4 Diseño de la línea de conducción

#### 3.4.4.1 Generalidades

La línea de conducción es la tubería que sirve para trasladar el agua desde la captación hasta los reservorios. Las líneas de conducción puede ser de dos tipos por gravedad y por bombeo, en nuestro caso será por gravedad hasta el reservorio. Estos conductos trabajan a presión asegurando el factor sanitario adecuado y en su instalación se acomodan a cualquier ondulación del terreno.

### 3.4.4.2 Recomendaciones de diseño

Una línea de conducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal requerido, para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Debe existir una carga estática disponible (de acuerdo al RNC las presiones interiores no deben ser mayor de 50 m.c.a. ni menor de 15 m.c.a.)
- La clase de la tubería también está en función de la naturaleza del terreno ya que deberán soportar presiones del terreno al colocar la tubería enterrada.
- La durabilidad del tubo con respecto al periodo de diseño.
- Debe ser de fácil manejo en el transporte e instalación así como su mantenimiento y reparación.
- La velocidad no deben exceder ciertos límites dependiendo de la tubería a usar pero por lo general no se debe tomar velocidades menores a 0.60 m/s.

### 3.4.4.3 Diseño hidráulico

Se ha elegido la tubería de plástico PVC ( $C = 150$ ) como en la mayoría de proyectos de abastecimientos, este material tiene ventajas en relación a otro tipo de tuberías: es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación.

En la tubería de conducción se necesita conocer la pérdida de carga con la precisión deseada antes de su instalación. Tanto desde el punto de vista de la economía como el de seguridad de las instalaciones, para esto utilizaremos la fórmula de Hazen — Willians

- Tramo captación C1 – Cámara de reunión.

En este tramo la conducción es por gravedad:

Datos:

$$\text{Caudal máximo diario (Qmd)} = 0.656 \text{ l/s}$$

$$\text{Longitud de tubería} = 60.43 \text{ m}$$

$$\text{Cota captación} = 4286.9$$

$$\text{Cota cámara de reunión} = 4272.22$$

**Determinación de la pendiente:**

$$s = \frac{(\text{Cota Mayor} - \text{Cota Menor})}{\text{Longitud}}$$

$$S = 424.926 \%$$

**Determinación del diámetro calculado:**

$$D = \left\{ \left[ \frac{Q}{0.0004264 * C * S^{0.54}} \right]^{1/2.64} \right\} * 25.4$$

Reemplazando tenemos:

$$D = \left\{ \left[ \frac{0.656}{0.0004264 * 140 * 424.926^{0.54}} \right]^{1/2.63} \right\} * 25.4$$

$$D = 19.964 \text{ mm}; \text{ diámetro comercial es: } \mathbf{25.4 \text{ mm}}$$

**Determinación de la velocidad de flujo:**

$$V = \frac{Q}{\pi * r^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$V = \frac{0.656/2}{\pi * \left( \frac{19.964}{2000} \right)^2}$$

$$\mathbf{V = 2.096 \text{ m/s}}$$

**Determinación de la pérdida de carga:**

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{Q}{1000}}{0.2788 * C * \left( \frac{D}{1000} \right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

Reemplazando tenemos:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{0.656}{1000}}{0.2788 * 140 * \left( \frac{25.4}{1000} \right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

$$HF=5.112 \text{ m}$$

**Determinación cota piezometrica:**

$$H \text{ piezometrica} = \text{cota Mayor} - HF$$

Reemplazando tenemos:

$$H \text{ piezometrica} = 4286.9 - 5.112$$

$$H \text{ piezometrica} = 4281.788 \text{ m}$$

**Determinación de presión:**

$$\text{Presion} = H_{\text{piezom}} - \text{cota menor}$$

Reemplazando tenemos:

$$\text{Presion} = 4281.788 - 4272.22$$

$$\text{Presion} = 9.566 \text{ m}$$

- **Tramo captación C2 – Cámara de reunión.**

En este tramo la conducción es por gravedad:

Datos:

$$\text{Caudal máximo diario (Qmd)} = 0.545 \text{ l/s}$$

$$\text{Longitud de tubería} = 42.91 \text{ m}$$

$$\text{Cota captación C2} = 4283.7 \text{ m.s.n.m}$$

$$\text{Cota cámara de reunión} = 4272.22 \text{ m.s.n.m}$$

**Determinación de la pendiente:**

$$s = \frac{(\text{Cota Mayor} - \text{Cota Menor})}{\text{Longitud}}$$

$$S = 273.92 \%$$

**Determinación del diámetro calculado:**

$$D = \left\{ \left[ \frac{Q}{0.0004264 * C * S^{0.54}} \right]^{1/2.64} \right\} * 25.4$$

Reemplazando tenemos:

$$D = \left\{ \left[ \frac{0.545}{0.0004264 * 140 * 273.92^{0.54}} \right]^{1/2.63} \right\} * 25.4$$

$D = 18.644 \text{ mm}$ ; diámetro comercial es: **25.4 mm**

#### Determinación de la velocidad de flujo:

$$V = \frac{Q}{\pi * r^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$V = \frac{0.545/2}{\pi * \left(\frac{18.644}{2000}\right)^2}$$

**$V = 1.989 \text{ m/s}$**

#### Determinación de la pérdida de carga:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{0.}{1000}}{0.2788 * C * \left(\frac{D}{1000}\right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

Reemplazando tenemos:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{0.545}{1000}}{0.2788 * 140 * \left(\frac{25.4}{1000}\right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

$HF=5.112 \text{ m}$

#### Determinación de la pérdida de carga:

$H \text{ piezometrica} = \text{cota Mayor} - HF$

Reemplazando tenemos:

$H \text{ piezometrica} = 4283.7 - 2.515$

$H \text{ piezometrica} = 4281.185 \text{ m}$

#### Determinación de presión:

$Presion = H_{piezom} - \text{cota menor}$

Reemplazando tenemos:

$$Presion = 4281.185 - 4272.22$$

$$Presion = 8.96 \text{ m}$$

.

- **Tramo captación Cámara de reunión - Cámara rompe presión N° 01**

En este tramo la conducción es por gravedad:

Datos:

Caudal máximo diario (Qmd)	= 1.201 l/s
Longitud de tubería	= 708 m
Cota captación C2	= 4272.22 m.s.n.m
Cata cámara rompe presión N° 01	= 4220 m.s.n.m

**Determinación de la pendiente:**

$$s = \frac{(Cota Mayor - Cota Menor)}{Longitud}$$

$$S = 73.757 \%$$

**Determinación del diámetro calculado:**

$$D = \left\{ \left[ \frac{Q}{0.0004264 * C * S^{0.54}} \right]^{1/2.64} \right\} * 25.4$$

Reemplazando tenemos:

$$D = \left\{ \left[ \frac{1.201}{0.0004264 * 140 * 73.757^{0.54}} \right]^{1/2.63} \right\} * 25.4$$

$$D = 32.821 \text{ mm}; \text{ diámetro comercial es: } \mathbf{38.1 \text{ mm}}$$

**Determinación de la velocidad de flujo:**

$$V = \frac{Q}{\pi * r^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$V = \frac{1.201/2}{\pi * \left(\frac{32.821}{2000}\right)^2}$$

$$V = 1.42 \text{ m/s}$$

#### Determinación de la pérdida de carga:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{Q}{1000}}{0.2788 * C * \left(\frac{D}{1000}\right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

Reemplazando tenemos:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{1.201}{1000}}{0.2788 * 140 * \left(\frac{38.1}{1000}\right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

$$HF = 25.476 \text{ m}$$

#### Determinación de la pérdida de carga:

$$H \text{ piezometrica} = \text{cota Mayor} - HF$$

Reemplazando tenemos:

$$H \text{ piezometrica} = 4272.22 - 25.476$$

$$H \text{ piezometrica} = 4246.744 \text{ m}$$

#### Determinación de presión:

$$Presion = H_{piezom} - \text{cota menor}$$

Reemplazando tenemos:

$$Presion = 4246.744 - 4220$$

$$Presion = 26.744 \text{ m}$$

- **Tramo captación Cámara rompe presión N° 01 - Cámara rompe presión N° 02**

En este tramo la conducción es por gravedad:

Datos:

Caudal máximo diario (Qmd)	= 1.201 l/s
Longitud de tubería	= 761 m
Cata cámara rompe presión N° 01	= 4220.22 m.s.n.m
Cata cámara rompe presión N° 02	= 4166.00 m.s.n.m

#### Determinación de la pendiente:

$$s = \frac{(Cota Mayor - Cota Menor)}{Longitud}$$

$$S = 51.282 \%$$

#### Determinación del diámetro calculado:

$$D = \left\{ \left[ \frac{Q}{0.0004264 * C * S^{0.54}} \right]^{1/2.64} \right\} * 25.4$$

Reemplazando tenemos:

$$D = \left\{ \left[ \frac{1.201}{0.0004264 * 140 * 51.282^{0.54}} \right]^{1/2.63} \right\} * 25.4$$

$$D = 35.344 \text{ mm}; \text{ diámetro comercial es: } \mathbf{38.1 \text{ mm}}$$

#### Determinación de la velocidad de flujo:

$$V = \frac{Q}{\pi * r^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$V = \frac{1.201/2}{\pi * \left( \frac{35.344}{2000} \right)^2}$$

$$V = \mathbf{1.224 \text{ m/s}}$$

#### Determinación de la pérdida de carga:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{Q}{1000}}{0.2788 * C * \left( \frac{D}{1000} \right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

Reemplazando tenemos:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{1.201}{1000}}{0.2788 * 140 * \left( \frac{38.1}{1000} \right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * 1.053 * 1000$$

$$HF = 37.89 \text{ m}$$

### Determinación de la pérdida de carga:

$$H_{\text{piezometrica}} = \text{cota Mayor} - HF$$

Reemplazando tenemos:

$$H_{\text{piezometrica}} = 4220 - 37.89$$

$$H_{\text{piezometrica}} = 4182.110 \text{ m}$$

### Determinación de presión:

$$Presion = H_{\text{piezom}} - \text{cota menor}$$

Reemplazando tenemos:

$$Presion = 4182.110 - 4166$$

$$Presion = 16.110 \text{ m}$$

- **Tramo captación Cámara rompe presión N° 02 - Cámara rompe presión N° 03.**

En este tramo la conducción es por gravedad:

Datos:

Caudal máximo diario (Qmd)	= 1.201 l/s
Longitud de tubería	= 883.5 m
Cata cámara rompe presión N° 01	= 4166.00 m.s.n.m
Cata cámara rompe presión N° 02	= 4112.00 m.s.n.m

### Determinación de la pendiente:

$$s = \frac{(Cota Mayor - Cota Menor)}{Longitud}$$

$$S = 48.107 \%$$

#### Determinación del diámetro calculado:

$$D = \left\{ \left[ \frac{Q}{0.0004264 * C * S^{0.54}} \right]^{1/2.64} \right\} * 25.4$$

Reemplazando tenemos:

$$D = \left\{ \left[ \frac{1.201}{0.0004264 * 140 * 48.107} \right]^{1/2.63} \right\} * 25.4$$

D = 35.807 mm; diámetro comercial es: **38.1 mm**

#### Determinación de la velocidad de flujo:

$$V = \frac{Q}{\pi * r^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$V = \frac{1.201/2}{\pi * \left( \frac{35.807}{2000} \right)^2}$$

$$V = 1.193 \text{ m/s}$$

#### Determinación de la pérdida de carga:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{Q}{1000}}{0.2788 * C * \left( \frac{D}{1000} \right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

Reemplazando tenemos:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{1.201}{1000}}{0.2788 * 140 * \left(\frac{38.1}{1000}\right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * 1.123 * 1000$$

$$HF = 40.39 \text{ m}$$

### Determinación de la pérdida de carga:

$$H \text{ piezometrica} = \text{cota Mayor} - HF$$

Reemplazando tenemos:

$$H \text{ piezometrica} = 4166 - 40.39$$

$$H \text{ piezometrica} = 4125.610 \text{ m}$$

### Determinación de presión:

$$\text{Presion} = H_{\text{piezom}} - \text{cota menor}$$

Reemplazando tenemos:

$$\text{Presion} = 4125.610 - 4112$$

$$\text{Presion} = 13.610 \text{ m}$$

- **Tramo captación Cámara rompe presión N° 05 - Reservorio**

En este tramo la conducción es por gravedad:

Datos:

Caudal máximo diario (Qmd)	= 1.201 l/s
Longitud de tubería	= 613 m
Cata cámara rompe presión N° 05	= 4004.00 m.s.n.m
Cata Reservorio	= 3990.00 m.s.n.m

### Determinación de la pendiente:

$$s = \frac{(\text{Cota Mayor} - \text{Cota Menor})}{\text{Longitud}}$$

$$S = 17.981 \%$$

### Determinación del diámetro calculado:

$$D = \left\{ \left[ \frac{Q}{0.0004264 * C * S^{0.54}} \right]^{1/2.64} \right\} * 25.4$$

Reemplazando tenemos:

$$D = \left\{ \left[ \frac{1.201}{0.0004264 * 140 * 17.981} \right]^{1/2.63} \right\} * 25.4$$

D = 43.758 mm; diámetro comercial es: **50.8 mm**

**Determinación de la velocidad de flujo:**

$$V = \frac{Q}{\pi * r^2}$$

Reemplazando tenemos:

$$V = \frac{1.201/2}{\pi * \left( \frac{43.758}{2000} \right)^2}$$

**V = 0.799 m/s**

**Determinación de la pérdida de carga:**

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{Q}{1000}}{0.2788 * C * \left( \frac{D}{1000} \right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * L * 1000$$

Reemplazando tenemos:

$$HF = \left( \left( \frac{\frac{1.201}{1000}}{0.2788 * 140 * \left( \frac{50.8}{1000} \right)^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \right) * 0.779 * 1000$$

HF = 6.901 m

**Determinación de la pérdida de carga:**

*H piezometrica = cota Mayor – HF*

Reemplazando tenemos:

$$H_{\text{piezometrica}} = 4004 - 6.901$$

$$H_{\text{piezometrica}} = 3997.099 \text{ m}$$

**Determinación de presión:**

$$\text{Presion} = H_{\text{piezom}} - \text{cota menor}$$

Reemplazando tenemos:

$$\text{Presion} = 3997.099 - 3990$$

$$\text{Presion} = 7.099 \text{ m}$$

### 3.4.5 Reservorio

**Generalidades**

Un reservorio es un depósito que permite almacenar agua, cuyos propósitos fundamentales son:

- Mantener cierto volumen de agua que permita compensar las variaciones del consumo que se producen en el día.
- También permiten solucionar situaciones de emergencia y desperfectos en las líneas de distribución.
- Además debe mantener presiones mínimas y máximas en las redes de distribución.

Por su forma: los reservorios pueden ser cilíndricos y rectangulares y cuadradas.

Por su posición: pueden ser enterrados apoyados y elevados.

Para el presente estudio se ha proyectado la construcción de un reservorio de concreto armado cuadrado.

**Localización:**

La ubicación del reservorio se ha realizado de acuerdo a diversos criterios técnico-económico como son:

**Topografía.-** La morfología del terreno permite ubicar el reservorio en la parte más alta del centro poblado.

**Económico.-** El reservorio ha sido ubicado en un lugar tal que la línea de

conducción sea la menor posible.

**Geología.-** El reservorio está emplazado sobre material rocoso correspondiente, lo cual asegura la estabilidad de la estructura.

### **Calculo del volumen de reservorio**

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos, los primeros se basan en la determinación de la "curva masa" o de "consumo integral, considerando los consumos acumulados; para los métodos analíticos, se debe disponer de los datos de consumo por hora y del caudal disponible de la fuente, que por lo general siempre es equivalente al consumo promedio diario.

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

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 ( $Q_m$ ).

Volumen del reservorio considerando el 25% de  $Q_m$ .

### **Reservorio rectangular**

Se presenta el procedimiento de cálculo de la capacidad del reservorio rectangular.

Como datos tenemos:

Población futura ( $P_f$ ) = 440 habitantes

Dotación (Lt/ha/día) = 80 Lt/ha/día

Consumo promedio diario anual (Lt/seg) = 0.405 Lt/seg.

### **Determinación del volumen del reservorio**

$$V = 0.25 * Q_m * 86400 / 100$$

$$V = 0.25 * 0.440 * 8640 / 100$$

$$V = 9.504 \text{ m}^3 = 10.00 \text{ m}^3$$

El volumen asumido para el diseño será:  $V = 10.00 \text{ m}^3$ .

### Diseño hidráulico

Con el valor (v) se define un reservorio de sección rectangular cuyas dimensiones son:

$$\text{Ancho de la pared (b)} = 2.75 \text{ m}$$

$$\text{Altura del agua +25 \% cm VL} = 1.35 \text{ m}$$

$$\text{Relación B/H} = 2.04$$

### Calculo estructural del reservorio

El cálculo estructural del reservorio se desarrolló y proceso tomando en cuenta el volumen útil de 10 m<sup>3</sup>, y el procedimiento es el siguiente:

- Calculo de (K)

Se calcula el coeficiente K para el cálculo de momentos en las paredes del reservorio.

- Calculo de las y espesor de las paredes del reservorio.

El cálculo de momentos se determina usando la fórmula:

$$M = k \times \gamma_a \times h^3$$

- Calculo de la armadura de las paredes según el RNE.

Según RNE la Cuantía no será menor de:

$$A_s = 0,0015 \times b \times e$$

Sin embargo el área del acero se calcula con la fórmula:

$$A_s = \frac{M}{f_s j d}$$

Donde:

M = Momento máximo absoluto en Kg-m.

f<sub>s</sub> = Fatiga de trabajo en Kg/cm<sup>2</sup>.

j = Relación entre la distancia de la resultante de los esfuerzos de compresión al centro de gravedad de los esfuerzos de tensión.

$d$  = peralte efectivo en cm.

- Calculo de la cubierta y espesor dela losa.

Segun RNE la Cuantía no será menor de:

$$A_s = 0,0015 * b * e$$

- Calculo de la losa de fondo y espesor.

Segun RNE la Cuantía no será menor de:

$$A_s = 0,0015 * b * e$$

- Chequeos por esfuerzo cortante y adherencia.

Pared:

**ESFUERZO CORTANTE:**

La fuerza cortante total máxima ( $V$ ), será:

$$V = \frac{\gamma a h^2}{2}$$

El esfuerzo cortante nominal ( $v$ ), se calcula mediante:

$$v = \frac{V}{j b d}$$

El esfuerzo permisible nominal en el concreto, para muros no excederá

a:

$$V_{max} = 0.02 f'c$$

Condición:

$$V_{calculado} < V_{max}$$

**ADHERENCIA:**

Para elementos sujetos a flexión, el esfuerzo de adherencia en cualquier punto de la sección se calcula mediante:

$$u = \frac{V}{\Sigma_o J d}$$

El esfuerzo permisible por adherencia ( $u_{max}$ ) para  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ , es:

$$u_{max} = 0.05 f'c$$

Condición:

$$U_{calculado} < U_{max}$$

Losa de Cubierta

ESFUERZO CORTANTE:

La fuerza cortante maxima (V) es igual a:

$$V = \frac{W S}{3} = 481 \text{ Kg/m.}$$

El maximo esfuerzo cortante unitario (v max) es:

$$V \text{ max} = 0.29 (175)$$

Condición

$$V_{\text{calculado}} < V_{\text{max}}$$

ADHERENCIA:

Para elementos sujetos a flexión, el esfuerzo de adherencia en cualquier punto de la sección se calcula mediante:

$$u = \frac{V}{\sum_o J d}$$

El esfuerzo permisible por adherencia (u max) para  $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ , es:

$$u \text{ max} = 0.05 f'c$$

Condición:

$$U \text{ calculado} < U \text{ max}$$

**PAREDES DEL RESERVORIO**

Espesor = 0.15

**Armadura Vertical**

Acero Calculado	8 Ø 3/8" @	0.15 m
Acero Asumido	Ø 3/8" @	0.20 m

**Armadura Horizontal**

Acero Calculado	5 Ø 3/8" @	0.22 m
Acero Asumido	Ø 3/8" @	0.25 m

**LOSA DE CUBIERTA DEL RESERVORIO**

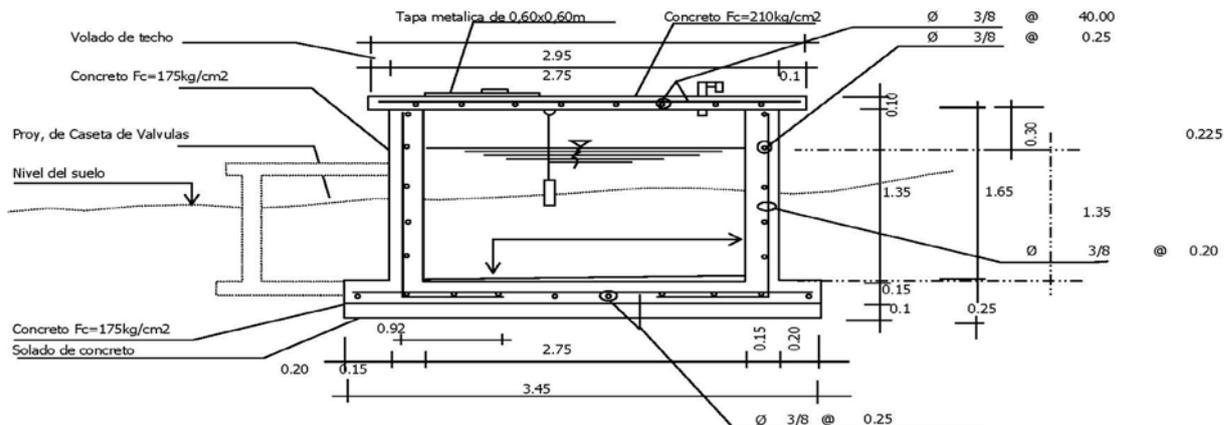
Espesor = 0.10

Acero Calculado	3 Ø 3/8" @	0.52 m
Acero Asumido	Ø 3/8" @	40.00 m

**LOSA DE FONDO DEL RESERVORIO**

Espesor = 0.15

Acero Calculado	4 Ø 3/8" @	0.25 m
Acero Asumido	Ø 3/8" @	0.25 m



**3.4.6 Línea de aducción y red de distribución**

**Calculo hidráulico de la red.**

Se desarrolló el cálculo con el programa waterCAD 8vi, para lo cual se propone los diámetros de acuerdo a los posibles gastos en los nudos, se definió las longitudes de tuberías de acuerdo a las topografía del terreno, el programa nos muestra los caudales, presión en cada nudo reconocido, esto en el margen recomendado por el RNE, norma OS 050, IS 010.

Velocidad máxima = 3.00 m/s

Presiones: 3.5 – 50 metros de columna de agua

El programa está basado en el método de diseño con la ecuación de Hazen Williams.

$$Q = 0.004264 * C * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (litros/segundo)

D = Diámetro de tubería (pulgadas)

Hf = Perdida de carga unitaria (m/ columna de agua)

C = Coeficiente de Hazen Williams PVC = 140

### Método del gradiente

El método del gradiente para el cálculo de redes de distribución de aguas está basado en el hecho de que al tenerse un flujo permanente se garantiza que se cumplan las ecuaciones de conservación de la masa en cada uno de los nodos de la red y la ecuación de conservación de la energía en cada uno de los circuitos de ésta. Este método (Saldarriaga), es el que utiliza el software WateCAD 8vi para el diseño hidráulico de las redes de agua potable.

Por consiguiente, el método se basa en las siguientes dos condiciones:

- En cada nodo se debe cumplir la ecuación de continuidad:

$$\sum_{i=1}^{NTi} Q_{ij} - Q_{Di} + Q_{ei} = 0$$

- Debe haber relación no lineal entre las pérdidas por fricción y el caudal para cada uno de los tubos que conforman la red:

$$Q = -2 \frac{\sqrt{2gdh_i}}{\sqrt{f}} A \log_{10} \left[ \frac{K_s}{3.7d} + \frac{2.51v\sqrt{f}}{\sqrt{2gd^3\sqrt{h_i}}} \right]$$

Para el método del gradiente hidráulico se hacen las siguientes definiciones adicionales:

NT: Número de tuberías de la red

NN: Número de nodos con presión piezométrica desconocida.

[A12]: Matriz de Conectividad asociada a cada uno de los nodos de la red. Su dimensión es NT x NN con solo dos elementos diferentes de cero en la i-ésima fila:

-1 en la columna correspondiente al nodo inicial del tramo i.

1 en la columna correspondiente al nodo final del tramo i.

NS: Número de nodos de carga de presión fija o conocida.

[A10]: Matriz topológica tramo para los NS nodos de carga de presión fija. Su dimensión es NT x NS con un valor igual a -1 en las filas correspondientes a los tramos conectados a nodos de carga de presión fija.

Teniendo en cuenta las anteriores definiciones, la pérdida de cabeza en cada tramo de tubería que conecte dos nodos de la red es:

$$[A11][Q] + [A12][H] = -[A10][HC]$$

Donde:

$$\begin{bmatrix} \alpha_1 Q_1^{n_1-1} + \beta_1 \frac{\gamma_1}{Q_1} & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \alpha_2 Q_2^{n_2-1} + \beta_2 \frac{\gamma_2}{Q_2} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & \alpha_3 Q_3^{n_3-1} + \beta_3 \frac{\gamma_3}{Q_3} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \alpha_{NT} Q_{NT}^{n_{NT}-1} + \beta_{NT} \frac{\gamma_{NT}}{Q_{NT}} \end{bmatrix}$$

El programa WaterCAD 8vi, KYPIPE3, EPANET y otros, utilizan esta metodología para redes de agua potable.

### 3.5 SANEAMIENTO BÁSICO

#### 3.5.1 Biodigestor

##### a) Generalidades.

El biodigestor es una unidad e tratamiento primario de aguas residuales. Su diseño genera un proceso de retención de sólidos y otro biológico que le da un tratamiento adicional.

No genera malos olores y evita la proliferación de insectos.

El desagüe se infiltra en el terreno mediante un área de infiltración diseñada.

**b) Calculo de capacidad de biodigestor.**

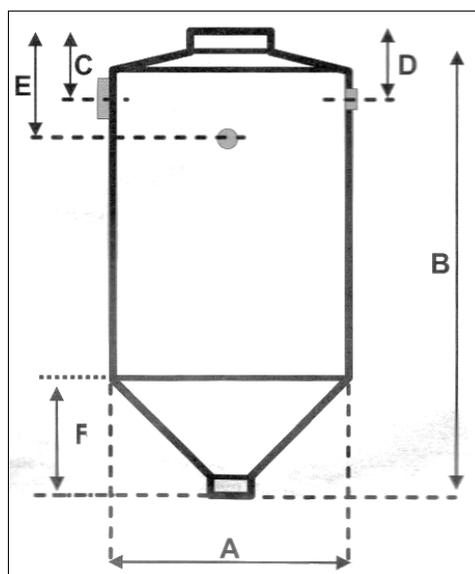
Se calcula las dimensiones según el criterio y recomendación de los fabricantes del biodigestor en este caso Rotoplas, teniendo en cuenta los siguientes:

Datos:

Número de habitantes por familia = 4 habitantes

Dotación de agua = 80 litros/habitante/día

Figura N°18: Biodigestor



Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 10: Dimensiones de biodigestor

Capacidad	Número de usuarios según su consumo diario de agua			A	B	C	D	E	F
	150 lit./usuario	90 lit./usuario	40 lit./usuario						
600 l.	4	7	15	0.88	1.63	0.24	0.35	0.48	0.32
1300 l.	9	14	33	1.1	1.96	0.24	0.33	0.48	0.45
3000 l.	20	33	75	1.46	2.75	0.25	0.4	0.62	0.73
7000 l.	47	78	175	2.42	2.83	0.25	0.45	0.77	1.16

Fuente: Rotoplas 2014

La capacidad para nuestro biodigestor será de 600 litros, Según nuestros datos; dotación de agua por habitante y número de habitantes por familia, además no es comerciable biodigestores de menor capacidad.

### 3.5.2 Caja de registro.

#### a) Generalidades

La caja de registro es un componente del biodigestor donde se extrae el lodo y deposita durante un tiempo hasta que se seque el lodo, convirtiéndose en polvo negro inofensivo que puede usarse para plantas.

#### b) Determinación de dimensiones

Las dimensiones se recomiendan según el volumen y capacidad del biodigestor, registrándose en el siguiente cuadro:

Cuadro: N° 11: Dimensiones de caja de registro

Dimensiones (m)	600 litro	1300 litros	3000 litros	7000 litros
a (m)	0.60	0.60	1.00	1.50
b (m)	0.60	0.60	1.00	1.50
h (m)	0.30	0.60	0.60	0.70
Volumen de evacuación de lodos	100	184	800	1500

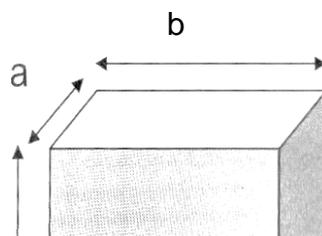
Fuente: Rotoplas 2014

Las dimensiones de nuestro registro de lodos según la tabla indica que para un biodigestor de 600 litros, nuestras la altura, ancho y el largo serán:

Ancho (a) = 0.6 m

Largo (b) = 0.6 m

Altura (h) = 0.30 m



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3 Área de percolación

#### a) Generalidades

El área de percolación es donde se termina el agua residual que sale del biodigestor, terminando así el tratamiento primario.

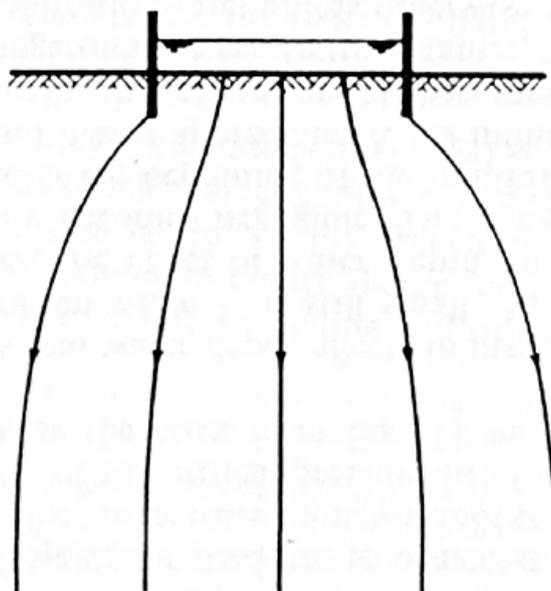
#### b) Test de percolación

La determinación del test de percolación de terreno se realizara en los diferentes sectores de la comunidad de Miraflores, realizando pruebas, de infiltración por el método de anillo simple.

#### El caso del infiltrómetro de anillo simple

Los anillos de infiltración sirven para hacer pruebas que determinan la permeabilidad en suelos, simulando el proceso de infiltración del agua en el suelo desde áreas de inundación amplias. Su diámetro puede variar regularmente entre 30 y 60 cms y su altura entre 20 y 30 cms. Las pruebas se realizan enterrando verticalmente el anillo en el suelo unos centímetros, llenándolo con agua de calidad similar a la lluvia típica del terreno y midiendo la tasa de descenso de esta agua. Así se simula el área de inundación.

Figura N 19: Esquema de la prueba de infiltración de anillo simple



Fuente: Elaboración Propia

### **Pasos para el cálculo de la prueba de infiltración**

#### **PASO 1**

Se buscó un lugar plano y característico del área en estudio para instalar el infiltrómetro. Antes de instalarlo se procederá a limpiar el pasto o suelo, sacando hojas, basuras e impurezas que puedan intervenir el flujo normal del agua.

#### **PASO 2**

Se enterrará el infiltrómetro aproximadamente 10 cm de la forma más vertical posible. Para esto se debe posicionar el anillo en el lugar seleccionado, martillándolo firmemente en los bordes con el combo. Para que no se suelten los bordes opuestos a los que están siendo golpeados, se recomienda apoyar un pie en éstos.

#### **PASO 3**

Poner la regla verticalmente en el interior del anillo para así poder medir el nivel del agua. Enterrarla unos cuantos cm para que quede firme (es útil tener esta medida para saber a qué altura queda el agua con respecto al suelo). Un lugar recomendable para ubicar la regla es en la línea de la soldadura, ya que ésta es

aproximadamente vertical. Con la cinta adhesiva se puede fijar la parte de arriba de la regla, para que no mueva.

#### PASO 4

Vaciar agua al interior del anillo, hasta que el nivel del agua quede entre 8 y 10 cm. Poner el plato en el suelo al interior del infiltrómetro, utilizándolo para que el chorro no golpee directamente el suelo, ya que se pueden alterar las propiedades de éste

Figura N° 20: Vaciado de agua al interior del anillo



Fuente: Elaboración Propia

#### PASO 5

De inmediato empezar a registrar el tiempo y el nivel del agua. Al principio, se deben hacer mediciones todos los minutos, y luego, dependiendo de la tasa de descenso, el intervalo de tiempo se puede alargar. Para que las mediciones sean más precisas lo mejor es que entre niveles sucesivos haya al menos 2 mm de diferencia.

Se realizarán mediciones a lo menos por 20 | minutos. Luego se parará de medir, cuando las últimas tres tasas sucesivas sean iguales o parecidas.

Figura N° 21: Registro del tiempo y nivel de agua



Fuente: Elaboración Propia

**Resultados de la Prueba N° 01**

Cuadro N° 12: Test de prueba N° 01

Descenso (pulgadas)	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	RESULTADOS TEST DE PERCOLACION
	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	
0	00:00	0	0	
1	00:07:25	00:08:29	00:08:26	
2	00:07:30	00:07:27	00:07:28	
3	00:08:28	00:08:25	00:08:24	
4	00:08:24	00:07:30	00:07:27	
promedio	00:07:51	00:07:52	00:08:00	00:07:54
El suelo analizado desciende 1" de nivel de agua en:				00:07:54
Equivalente para descender 1 cm.				00:03:10

Fuente: Elaboración propia

**Resultados de la Prueba N° 02**

Cuadro N° 13: Test de prueba N° 02

Descenso (pulgadas)	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	RESULTADOS TEST DE PERCOLACION
	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	
0	0	0	0	
1	00:07:58	00:08:24	00:07:34	
2	00:08:34	00:08:25	00:08:35	
3	00:08:36	00:07:44	00:08:37	
4	00:08:35	00:08:26	00:07:33	
promedio	00:08:27	00:08:16	00:07:59	00:08:14
El suelo analizado desciende 1" de nivel de agua en:				00:08:14

Fuente: Elaboración propia

**Resultados de la Prueba N° 03**

Cuadro N° 14: Test de prueba N° 03

Descenso (pulgadas)	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	RESULTADOS TEST DE PERCOLACION
	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	TIEMPO (MIN)	
0	0	0	0	
1	00:08:59	00:07:25	00:08:31	
2	00:08:57	00:07:28	00:07:29	
3	00:08:17	00:07:27	00:07:28	
4	00:07:18	00:07:29	00:08:30	
promedio	00:08:10	00:07:27	00:07:53	00:07:50
El suelo analizado desciende 1" de nivel de agua en:				00:07:50
Equivalente para descender 1 cm.				00:03:08

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados del test de percolación se tiene que 3.08 min es el tiempo que tarda en descender 1.00 cm.

Segun la Tabla 01 del RNE - Norma IS.020 se tiene la clasificación de los terrenos segun resultados de prueba de percolación.

Cuadro N° 15: Tabla N° 01 de la norma IS. 020

Clase de Terreno	Tiempo de Infiltración para el Descenso de 1 cm.
Rápidos	de 0 a 4 minutos
Medios	de 4 a 8 minutos
Lentos	de 8 a 12 minutos

Fuente: Norma IS. 020

De acuerdo a la tabla 01 y el Test de Percolación realizado en la Comunidad de Miraflores se clasifica como un terreno de infiltración media.

**c) Determinación de longitud del terreno de infiltración**

Según la tabla N° 01 de la norma IS 020, la empresa Rotoplas presenta una tabla en cual figuran dimensiones de las zanjas de infiltración para diferentes volúmenes de biodigestores.

Cuadro N° 16: Área de infiltración

Clase de terreno	Tiempo de infiltración para el descenso de 1cm	600 litros		1300 litros		3000 litros	
		longitud mínima (m)	longitud máxima (m)	longitud mínima (m)	longitud máxima (m)	longitud mínima (m)	longitud máxima (m)
Rápido	de 1 a 4 minutos	3	5	6	12	14	27
Medio	de 4 a 8 minutos	5	8	12	16	27	38
Lento	de 8 a 12 minutos	8	13	16	27	38	63
Muy lento	de 12 a 24 minutos	13	15	27	33	63	75

Fuente: Rotoplas 2014

Las dimensiones de nuestra zanja de infiltración según la tabla indica, que para un biodigestor de 600 litros, la longitud será de **4 metros**, debido a que el test de

percolación es medio y la zona de estudio cuenta con suficiente área para mencionada instalación.

### **3.6 ELEMENTOS DE SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO**

La sostenibilidad y por ende el auto mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores se desarrollara incorporando organizaciones, oficinas, políticas de carácter servicios hacia la población rural en el tema de agua potable y saneamiento básico, por lo cual desarrollaremos:

- Prestador de servicio institucionalizado
- Economía (cota familiar para mantenimiento de sistema)
- Entorno político social favorable para la prestación
- Manual de operación y mantenimiento

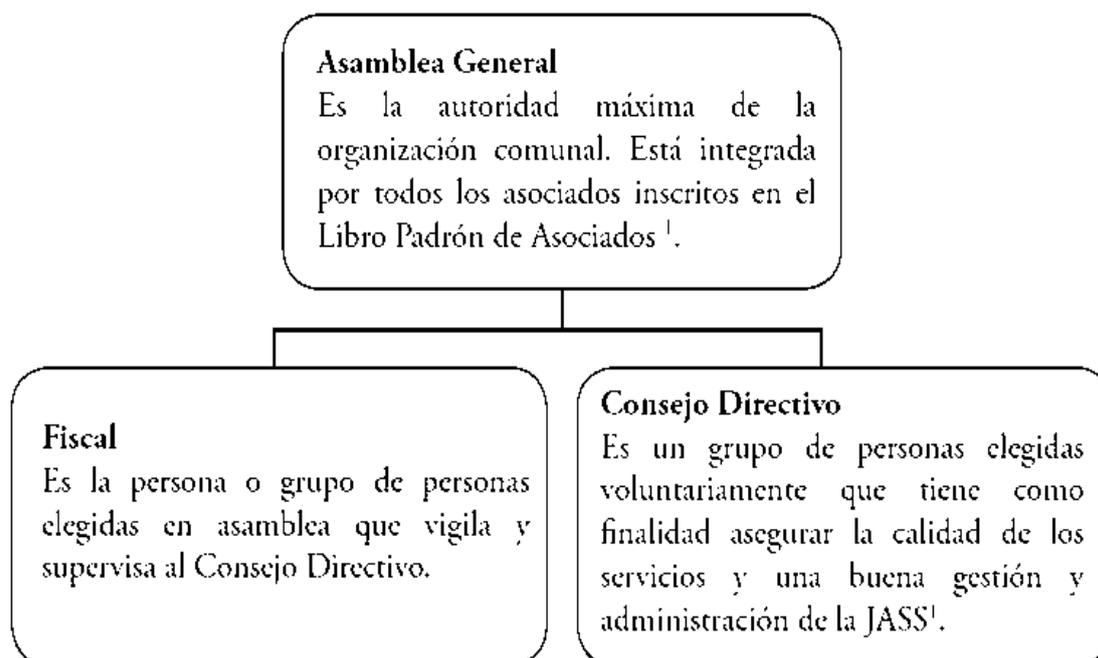
#### **3.6.1 Prestador de servicio institucionalizado**

Es necesario incorporar en la comandad de Miraflores, instituciones que brinden servicio respecto a la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico, en este caso la JASS.

##### **a) Generalidades**

Las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), son organizaciones elegidas voluntariamente por las comunidades y se constituyen con el propósito de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento de uno o más centros poblados del ámbito rural. (Decreto Ley N° 26338, texto único ordenado del Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento).

### b) Organización de la JASS



Fuente: SER, A. 2005

### c) Registro de JASS

En la Municipalidad de la jurisdicción y, más específicamente, en el Libro de Registros de Organizaciones Comunales, debidamente legalizado por el Juez de Paz.

### d) Requisitos para inscribir a una JASS

Debe presentarse el acta de constitución de la JASS, su Estatuto aprobado por la Asamblea, el acta de la elección del Consejo Directivo y el documento de identidad del Presidente del Consejo Directivo. La Municipalidad entrega a la JASS una Constancia de Inscripción de la Organización.

#### 3.6.2 Economía (cota familiar para mantenimiento de sistema)

La cota familiar es necesario aportar para la sostenibilidad, (mantenimiento y operación) del proyecto de agua potable y saneamiento. La cota familiar en un presupuesto que aporta un usuario con fines de auto mantenimiento del proyecto, administrada por la institución encargada, que puede ser la JASS

### a) Conceptos que debe cubrir la cuota familiar

La cuota familiar debe cubrir como mínimo:

- Los costos de administración, operación y mantenimiento de los servicios de saneamiento.
- La reposición de equipos
- La rehabilitación y/o ampliación de la infraestructura sanitaria

### b) Procedimiento para el cálculo de la cuota familiar

Ecuación:

$$PM = \frac{PA}{12}$$

$$CF = \frac{PM}{N^{\circ} \text{ de Asociados}}$$

Datos:

PM = presupuesto Mensual

PA = Presupuesto Anual

CF = Cuota Familiar

N° A = número de asociados.

## 3.6.3 Entorno político social favorable para la prestación

### a) Área técnica municipal ATM

El área técnica municipal (ATM) es la oficina creada para la gestión del agua potable y saneamiento básico, implementada en la entidad municipal.

### b) Formalización del área técnica municipal ATM

Es importante primeramente dotar de un capital humano para impulsar una serie de actividades a implementar, en ese sentido sugerimos realizar los siguientes pasos:

- Designación de un personal idóneo
- Equipamiento de la oficina
- Formalización del área técnica municipal

### **c) Funciones del ATM**

- Fortaleces la gestión municipal en el tema de saneamiento básico integral
- Fortalecimiento a nivel comunal capacitando a los presidentes de JASS en temas de saneamiento básico y agua potable
- Dota y mejorar las condiciones de los servicios de agua potable y saneamiento básico y otras actividades.

#### **3.6.4 Manual de operación y mantenimiento**

El manual es importante para el auto mantenimiento y la sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico y se desarrollarlo tomando como base las recomendaciones del reglamento nacional de edificaciones RNE y sus normas, manuales existentes respecto a saneamiento y agua potable. Los Manuales de Operación y Mantenimiento entran en aplicación después de concluir la etapa de construcción del proyecto y está especificado y definido para los componentes del sistema de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores.

#### **a) Componentes de agua potable:**

- Cámara de captación
- Cámara re de reunión
- Línea de conducción
- Cámara de romper presión
- Reservorio
- Línea de aducción
- Red de distribución

#### **c) Componentes de Saneamiento básico**

- Biodigestor
- Caja de registro de lodos
- Área de infiltración
- Inodoro
- Lavamanos

## CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Sistema de agua potable

#### 4.1.1. Demanda y dotación de agua

##### a) Periodo de diseño

Se determinó que el período de diseño para el presente proyecto es de 20 años, según la organización panamericana de salud y la norma técnica del ministerio de salud.

##### b) Cálculo de población futura

Se ha empleado el método de crecimiento aritmético, para lo cual se consideró una población actual de 408 habitantes, coeficiente de crecimiento 0.391 por cada 1000 personas y el período de diseño 20 años; a través de este procedimiento se ha estimado una población de diseño 440 habitantes.

##### c) Demanda de agua

- Consumo promedio diario anual ( $Q_m$ )

Para este cálculo es necesario conocer la dotación, lo cual se obtuvo del cuadro de demanda de agua por dotación por número de habitantes. Que corresponde la dotación de 80 lts/hab/día, de acuerdo al Ministerio de Salud, teniendo la población futura se obtuvo que el consumo promedio diario anual es 0.407 lts/s.

- Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ )

Se considera el 130 % del consumo promedio diario anual, obteniéndose el consumo máximo diario de 0.530 lts/s, y lo que será conducido por la línea de conducción.

- Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )

Se considera el 150 % del consumo promedio diario anual, obteniéndose el consumo máximo horario de 0.611 lts/s, que ingresara a la línea de aducción y a la red de distribución.

#### 4.1.2. Fuentes de abastecimiento de agua

##### a) Disponibilidad hídrica

Se determinó los caudales mediante el método volumétrico en la zona en estudio, que se cuenta con dos fuentes de agua siendo los caudales promedios 0.656 lts/s y 0.545 lts/s, la captación estará ubicada en el mismo lugar del punto de toma de agua, tiene agua de buena calidad, el tipo de fuente considerada en los sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad sin tratamiento.

Para el caso del manantial, además de ser una fuente de agua que no ha sido expuesto a agentes contaminantes, existe disponibilidad suficiente del recurso.

##### b) Calidad de agua

Los análisis físico químicos y bacteriológico realizados en laboratorio, demuestran que el agua es apta para consumo humano por sus buenas características físicas (turbidez, olor, sabor, y temperatura) y características químicas (dureza, total, calcio, magnesio, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos y sódicos) encontrándose dentro de los límites establecidos. El análisis bacteriológico determina que la calidad de agua analizada no está contaminada por Bacterias Patógenas siendo está aceptable para el consumo humano.

#### 4.1.3. Diseño de cámara de captación

##### Captación tipo ladera A.

Para el diseño de la cámara de captación de tomo en cuenta dos fuentes de agua, siendo para la captación C - A.

Caudal promedio aforado = 0.656 litros/segundo

Caudal máximo diario = 0.526 litros/segundo

Teniendo estos datos se efectuó los siguientes procedimientos y cálculos:

- Distancia entre el punto de aforamiento y la cámara húmeda 1.43 m.
- Ancho de la pantalla 120m \* 120m
- Altura de la cámara húmeda es 0.8 cm.
- Dimensionamiento de canastillas es de

Ancho de ranura	=	10 mm
Largo de ranura	=	10 mm
Área de ranura	=	100 mm mm <sup>2</sup>
Área total de ranura	=	0.001013 m <sup>2</sup>

- Tunería de reboce y limpia se recomienda de 1 a 1.5 %. Determinándose mediante la ecuación de Hazen Williams el diámetro será de 2" y un cono de rebose de 2 x 4.

### Captación tipo ladera B.

Para el diseño de la cámara de captación de tomo en cuenta dos fuentes de agua, siendo para la captación C -B.

Caudal promedio aforado	=	0.545 litros/segundo
Caudal máximo diario	=	0.526 litros/segundo

Teniendo estos datos se efectuó los siguientes procedimientos y cálculos:

- Distancia entre el punto de aforamiento y la cámara húmeda 1.25 m.
- Ancho de la pantalla 120m \* 120m
- Altura de la cámara húmeda es 0.8 cm.
- Dimensionamiento de canastillas es de
 

Ancho de ranura	=	10 mm
Largo de ranura	=	10 mm
Área de ranura	=	100 mm mm <sup>2</sup>
Área total de ranura	=	0.000570 m <sup>2</sup>
- Tunería de reboce y limpia se recomienda de 1 a 1.5 %. Determinándose mediante la ecuación de Hazen Williams el diámetro será de 2" y un cono de rebose de 2 x 4.

#### 4.1.4. Línea de conducción

El proyecto plantea la instalación de 4715.34 m.l. de tubería PVC SAP, de los cuales 102.34 m.l. de tubería PVC SAP es de 1", que corresponde de la captación a la cámara de reunión, 3834.400 ml de tubería PVC SAP de 1 1/2" y 778.6 m.l. de tubería PVC SAP de 2", los cálculos se realizan usando la fórmula de Hazen Williams.

Cuadro N° 17: Resumen de diseño hidráulico de línea de conducción

	Niv. Dinámico (m)	Longitud (Km)	Caudal (Lts/Seg)	Pendiente (m/Km)	Ø Calculado (mm)	Ø Comercial (mm)	Vel. Calcul. (m/seg)	Velocidad Real (m/seg)	Hf (m)	Alt. Piezom. (m)	Presión (m)	Cota Piezom. (msnm)
0+ 000	4286.900									4286.900		CAPTACION 1
0+ 060	4272.220	0.060	0.656	242.926	20.490	25.400	1.989	1.295	5.112	4281.788	9.568	CAMARA REUNION
0+ 000	4283.700									4283.700		CAPTACION 2
0+ 042	4272.220	0.042	0.545	273.920	18.644	25.400	1.996	1.076	2.515	4281.185	8.965	CAMARA REUNION
0+ 000	4272.220									4272.220		CAMARA REUNION
0+ 708	4220.000	0.708	1.201	73.757	32.821	38.100	1.420	1.053	25.476	4246.744	26.744	CRP-1
1+ 761	4166.000	1.053	1.201	51.282	35.344	38.100	1.224	1.053	37.890	4182.110	16.110	CRP-2
2+ 884	4112.000	1.123	1.201	48.107	35.807	38.100	1.193	1.053	40.390	4125.610	13.610	CRP-3
3+ 477	4058.000	0.594	1.201	90.986	31.446	38.100	1.546	1.053	21.356	4090.644	32.644	CRP-4
3+ 834	4004.000	0.357	1.201	151.091	28.359	38.100	1.901	1.053	12.860	4045.140	41.140	CRP-5
4+ 613	3990.000	0.779	1.201	17.981	43.758	50.800	0.799	0.593	6.901	3997.099	7.099	RESERVORIO

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5. Reservorio

Para el volumen del reservorio, se ha tomado en cuenta la recomendación sugerida por el ministerio de salud en la cual indican que para proyectos de agua potable es necesario considerar el 25% a 30% del volumen de Consumo Promedio Diario Anual (Qm); teniendo como resultado el volumen de Reservorio de **10 m3**.

#### 4.1.6. LÍNEA DE ADUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

Se plantea el tenido de tubería de 37361.08 m.l. de tubería PVC SAP C – 10, teniendo tuberías de:

- Tubería de 2 1/2” en un total de **4733.86** m.l. PVC SAP C- 10.
- Tubería de 2” en un total de **9895.26** m.l. PVC SAP C- 10.
- Tubería de 1 1/2” en un total de **5085.18** m.l. PVC SAP C- 10.
- Tubería de 1” en un total de **3991.91** m.l. PVC SAP C- 10.
- Tubería de 3/4” en un total de **13295.36** m.l. PVC SAP C- 10.
- Tubería de 1/2” en un total de **359.51** m.l. PVC SAP C- 10.

#### 4.2. Saneamiento básico

Los componentes del saneamiento básicamente son; el bidodigestor, caja de registro, y el área de percolación, los cuales son diseñados según las

recomendaciones del reglamento nacional de edificaciones (RNE), y la norma IS 020, en función a la capacidad y número de habitantes por vivienda. A continuación se presenta las dimensiones, volumen de los componentes:

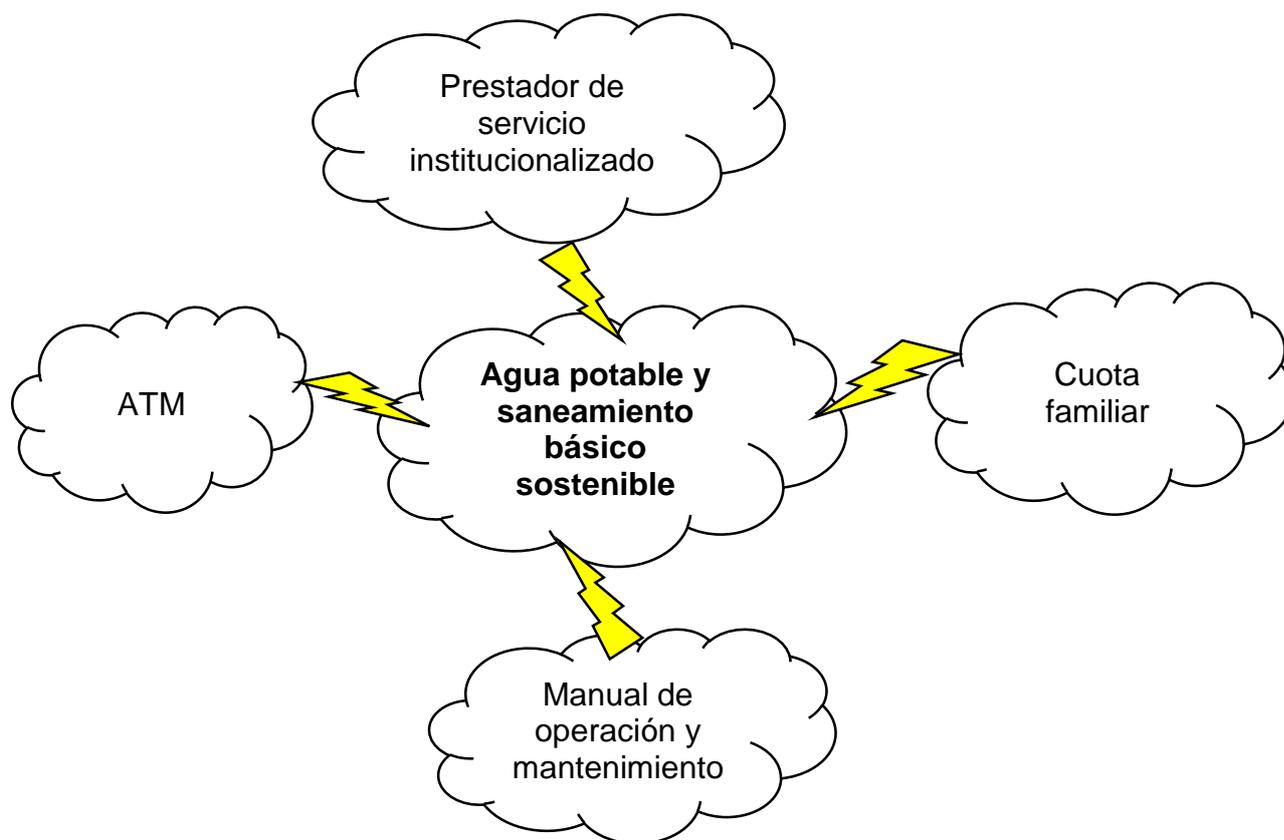
- El biodigestor es de 600 litro.
- La caja de registro de lodos presenta un ancho de 0.6 metros, un largo de 0.6 metros y una altura de 0.30 metros.
- La longitud del terreno de infiltración es 4m por presentar un test de percolación media.

#### **4.3. Elementos de sostenibilidad del sistema de agua potable y saneamiento básico.**

Los elementos que intervienen en la sustentabilidad del proyecto son:

- Prestador de servicio institucionalizado, el prestador de servicio debe estar institucionalizado para que brinde garantía, y seguridad para administración eficiente y efectiva del servicio de agua potable y saneamiento básico, que básicamente es la existencia y/o conformación de la JASS.
- Economía (cota familiar para mantenimiento de sistema), Se fija para existencia de un presupuesto para el auto mantenimiento del servicio.
- Entorno político social favorable para la prestación de servicio, se lograra concientizando a la población usuaria de la importancia de un servicio óptimo, adecuado y saludable de agua potable y saneamiento básico, por ende es impórtate implementar en la municipalidad, una oficina encargada exclusivamente del tema, por lo que se tiene que implementar el ATM, que básicamente es la área técnica municipal.
- Manual de operación y mantenimiento, será muy importante para el conocimiento de los usuarios, y responsables de brindar el servicio de agua potable y saneamiento básico en la comunidad de Miraflores.

Figura N° 22: Elementos de sostenibilidad



Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO V. CONCLUSIONES

- Los componentes de sistema de agua potable son los siguientes: 02 captaciones tipo ladera, una cámara de reunión, línea de conducción de 4715.34 metros lineales, 5 cámaras rompe presión tipo 06, un reservorio de 10 m<sup>3</sup>, una caseta de válvulas, red de distribución más aducción con 37361.08 metros lineales. de tubería PVC SAP y 110 piletas públicas.
- La unidad básica de saneamiento cuenta con los siguientes componentes; biodigestor de 600 litros, caja de registro de lodos con un ancho de 0.6 metros, un largo de 0.6 metros y una altura de 0.30 metros, un terreno de infiltración es 4m.
- Los elementos de sostenibilidad de sistema de agua potable son; una JASS institucionalizado, una cuota familiar, la creación de un área técnica municipal (ATM), y un manual de operación y mantenimiento.
- Las familias que se beneficiaran en forma inmediata serán en un numero de 110, quienes contarán con agua potable y saneamiento básico, con salubridad, higiene y calidad, unidades básicas de saneamiento las 24 horas del día, superando todo tipo de enfermedades gastrointestinales diarreicas y dérmicas, a su vez acarreo de agua desde fuentes de abastecimiento distantes a las viviendas, las mismas que no son recomendados para consumo humano.

## CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.

- Para el diseño del sistema de agua potable, es recomendable, recolectar y procesar los datos en forma detallada, para un mejor entendimiento de los componentes a diseñar, a su vez siguiendo las recomendaciones establecidos en el reglamento nacional de edificaciones (RNE), específicamente en las normas OS 010, OS 050 y otras informaciones referidas al tema. A su vez para mayor precisión de diseño de la red de distribución y aducción se remienda utilizar el método del gradiente.
- Se recomienda para diseño de saneamiento básico tener en consideración, todos los criterios de cálculo establecidos en el reglamento nacional de edificaciones (RNE), específicamente en la norma IS 010, IS 020 y los manuales referidos al tema, del Ministerios de Vivienda Construcción y Saneamiento.
- En el tema de sostenibilidad se recomienda a la comunidad de Miraflores, y al distrito de Cabanilla, implementar el área técnica municipal (ATM), conformar una JASS que este registrado en registros públicos, establecer una cuota familiar y poner en aplicación el manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable y saneamiento básico, para un buen funcionamiento del servicio.

**CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

1. **Agua, C. N. (2010).** "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento". Tlalpan, Mexico: Boulevard Adolfo Ruiz Cortines.
2. **Aguero Pittman , R. (1997).** "Agua potable para poblaciones rurales". Lima.
3. **Briere Francois, G. (2005).** "Distribucion de Agua Potable y Colecta de Desague y de Agua de Lluvia". Montreal.
4. **Brundlandt. (1990).** "Comisión Brundlandt". Noruega.
5. **CAF. (2012).** "Agua Potable y Saneamiento Basico en Latino America y el Caribe metas realistas y soluciones sostenibles". Propuestas para el 6to Foro Mundial del Agua.
6. **Calderón Cockburn, J. (2009).** "Agua y saneamiento: el caso del peru rural". Lima: Oficina regional para américa latina ITDG.
7. **Castro, R., & Perez, R. (2009).** "Saneamiento Rural y Salud". Guatemala.
8. **CHARAJA CHUTIPA, F. (2011).** "El MAPIC en la metodologia de investigacion". Puno: Sagitario Impresiones.
9. **Comisión Nacional del Agua (CNA). (2007).** "Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento". Tlalpan: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
10. **Díaz Pineda, F., y María de Miguel, J. (1998).** "Diversidad biológica y cultura rural". Madrid: Mundi-Prensa Libros S.A.
11. **DIGESA. (2007).** "En viviendas habitadas con servicios de saneamiento". Lima.
12. **El Fondo Contravalor Perú Alemania, F. (2012).** "Agua potable y saneamiento en el ámbito rural: Una agenda pendiente en la gobernabilidad local". Lima.
13. **Empresa Consultora Aguilar & Asociados S.R.L. (2004).** "Instalacion de Agua - Diseño para Sistemas de Agua potable". La Paz: Publicidad e Impresión GENESIS.
14. **Flores Franco, R. O. (2014).** "Análisis del problema del agua potable y saneamiento: ciudad de Puno Situacion Actual". Rev. Investig. Altoandin. 2014; Vol 16 N° 1: 05 - 08, 3-5.

15. **INEI. (2010).** "Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Basico a Nivel Nacional Distrital". Abril: Centro de Edición de la Oficina Técnica de Difusión del INEI.
16. **Lampoglia, T., Agüero Pitman, R., y Barrios N, C. (2008).** "Orientaciones sobre agua y saneamiento". Lima.
17. **Maron, C. (1998).** "Sistema de Agua Potable: Manuel de Administracion, Operacion Y Mantenimiento". Lima: ITDG.
18. **Martin Herrero, J. (2008).** "Biodigestores familiares Guia de Diseño y Manual de Instalacion". La Paz: PROAGRO.
19. **Ministerio de Vivienda, C. y. (2013).** "Guia de Opciones Tecnicas Para Abastecimiento de Agua y Saneamiento para poblaciones concentradas del Ambito Rural". Lima: Diario el peruano.
20. **Ministerio y Vivienda, C. y. (2006).** "Norma IS 020". Lima: Diario el Peruano.
21. **Ministerio y Vivienda, C. y. (2006).** "Reglamento Nacional de Edificaciones"
22. **Oficina Sanitaria Panamericana – Oficina Regional de la Organizacion Muldial de la Salud. (2010).** "Especificaciones técnicas para el diseño de letrinas con arrastre hidráulico". Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, (págs. 1-9).
23. **ONU. (2012).** "La Evaluación mundial del saneamiento y el agua potable". Agua GLAAS.
24. **Ravelo, S. 1977.** "Abastecimientos De Agua Teoria Y Diseño". (Primera Ed.). Caracas, Venezuela: Ediciones Vega S.R.L.
25. **Rocha Felices, A. (2007).** "Hidraulica de tuberias y canales". Lima.
26. **Rotoplas. (2014).** "Biodigestor Autolimpiable maunal de instalacion y mantenimiento". Lima.
27. **SER, A. (2005).** "Manual de Organizacion y Gestion de las Juntas Administradoras de Servicio y Saneamiento". Lima.
28. **VIERENDEL. (2005).** "Abastecimiento de Agua y Alcantarillas". Lima.
29. **VIERENDEL. (2005).** "Orientacion Sobre Agua y Saneamiento en Zonas Rurales". Lima.

## CAPITULO VIII. ANEXOS

### CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y OTROS

- ✓ RELACION DE BENEFICIARIOS Y NUMERO DE INTEGRANTES
- ✓ ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
- ✓ AFORO
- ✓ POBLACIÓN FUTURA Y DEMANDA DE AGUA
- ✓ DEMANDA DE AGUA POR NÚMERO DE VIVIENDAS
- ✓ CALCULO DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- ✓ CALCULO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO
- ✓ ESTIMACION DE PRESUPUESTO PARA MANTENIMIENTO Y CUOTA FAMILIAR.
- ✓ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
- ✓ PANEL FOTOGRÁFICO

### PLANOS

- ✓ UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
- ✓ PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- ✓ CONEXIONES DOMICILIARES
- ✓ MODELAMIENTO HIDRÁULICOS
- ✓ CAPTACIÓN TIPO LADERA
- ✓ RESERVORIO DE 9 M3
- ✓ UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS)

RELACIÓN DE BENEFICIARIOS Y NUMERO DE INTEGRANTES POR FAMILIA														
N°	NOMBRE Y APELLIDOS	TOTAL			Menor de 1 año		1 - 4 años		5 - 14 años		15 - 49 años		50 a mas	
		T	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M
1	Iuz Delia Luza Salazar	4	2	2			1		1		1	1		
2	Remigia Estofanera Pari de Cacha	5	3	2					1		2	1	1	
3	Flora Quispe Condori	6	3	3					1	2	1	1	1	
4	Sixta Salazar de Luza	3	2	1							1		1	1
5	Enrique Mamani Villazan	4	2	2					1	1	1	1		
6	Joel Valquez Mendigori	1	1	0							1			
7	Roberto Condori Mamani	2	2	0							1		1	
8	Angel Fortunato Alejo Condori	5	4	1							3	1	1	
9	Felix Vilca Taco	3	2	1							1		1	1
10	Fermundo Vilca Ramos	4	2	2					1	1	1	1		
11	Damasina Apaza Vilca	4	2	2					1		1	1		1
12	Santos Quispe Mamani	6	4	2			1				2	2	1	
13	Valentin Vidal Huarilloclla Huanca	2	1	1									1	1
14	Dominga Vilca Huarilloclla Viuda Mestas	5	1	4			1			1	1	1		1
15	Benito Vilca Vilca	4	1	3								2	1	1
16	Fortunata Quispe Cuno	2	1	1							1			1
17	Anastacia Villa Apaza	5	3	2					1		1	1	1	1
18	Yola Mamani de salazar	5	3	2					1		2	2		
19	Hermelinda Ito Osorio	4	2	2					1	1	1	1		
20	Jacinta Uscamayta Labra	5	3	2					3	2				
21	Margarita Sucasaca Mamani	4	2	2							1	1	1	1
22	Juan Gualberto Alen Roque	9	5	4					2	1	2	2	1	1
23	Nicaron Agaton Ramos Roque	6	3	3			1	1			2	2		
24	Pilar Vilca Huarilloclla	5	1	4				2			1	1		1
25	Necitas Ricardina Quispe Mamani	5	3	2		1			1		1	1	1	
26	Juan Mamani Alegre	5	2	3			1	1	1	1	1	1		
27	Hugo Cabana Quispe	2	2	0							1		1	
28	Juana Tacca Quispe	5	3	2			1		1	1	1	1		
29	Juan Reynaldo Ramos Roque	4	3	1			1		1		1	1		
30	Valeriano Mamani Alejo	4	2	2							1	2	1	
31	Gerardo Estofanero Huarilloclla	7	3	4					1	2	1	1	1	1
32	Carlos Quispe Quispe	2	1	1									1	1
33	Diego Mauricio Charca Roque	4	3	1					2		1	1		
34	Faustina Quispe Vilcazan	4	1	3			1		1		1	1		
35	Nieves Tacca de Charca	6	3	3			1	1			1	1	1	1
36	Julio Choque Salas	1	1	0									1	
37	Grecienta Vilcazan Vilca	5	4	1					2		2	1		
38	Dionicio Taco Salas	1	1	0									1	
39	Graciela Enrica Alejo Roque	6	2	4			1				1	2	1	1
40	Lola Julia Mamani Alejo	2	1	1							1	1		
41	Meliton Condori Apaza	5	1	4			1				1	2		1
42	Primitivo Salas Roque	4	2	2			1	1			1	1		
43	Feliciana Vilca Vda. De Infantes	2	1	1			1							1
44	Adrian Vilca Mendizabal	4	1	3			1		1		1	1		
45	Julia Huisa Estofanero	0	0	0										
46	Teodocia Victoria Quispe Montaya	4	1	3					1		1	1		1
47	Raul Estofanero Miranda	2	1	1							1			1
48	Rosa Roque de Salazar	2	1	1							1			1
49	Juliana Reyna Vda. De Apaza	2	1	1							1			1
50	Sabina Paricahua Flores Vda. De Roque	3	2	1							2			1
51	Paulino Checca Quispe	5	4	1					1		3	1		
52	Teodocia Colque Ayque Vda. De Figueroa	5	2	3							2	2		1

RELACIÓN DE BENEFICIARIOS Y NUMERO DE INTEGRANTES POR FAMILIA															
N°	NOMBRE Y APELLIDOS	TOTAL			Menor de 1 año		1 - 4 años		5 - 14 años		15 - 49 años		50 a mas		
		T	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	
53	Adolfo Ayque Quispe	4	1	3								2	1	1	
54	Patricio Jose Cabana Humera	3	2	1							1		1	1	
55	Ever Ali Ramos	4	2	2				1			1	1	1		
56	Leocadia Eleuteria Vilca Charca	3	2	1							2	1			
57	Julian Teodoro Vilca Taco	2	2	0							1		1		
58	Juliana Alejo Vda. De Quispe	3	2	1							2			1	
59	Lucrecia Quispe Vda. De Tacca	6	3	3	1				1		2	1		1	
60	Juvenal Vilca Delgado	5	3	2				1	1		2	1			
61	Elisa Vilca Mamani	4	2	2							2	2			
62	Alejandro Quispe Benique	5	2	3							1	2	1	1	
63	Rafael Fortunato Vilca Ayque	3	2	1							1		1	1	
64	Abdon Quispe Vilca	5	2	3					1	2	1	1			
65	Felicitas Rojas Coaquira de Vilca	2	0	2								1		1	
66	Pedro Celestino Quispe Mamani	4	2	2							1	2	1		
67	Nestor Gladio Choque Alejo	4	2	2				1		1	1	1			
68	Mario Mamani Vilca	5	3	2				1	2		1	1			
69	Florentino Quispe Mamani	5	3	2				1			1	1	1	1	
70	Juan de Dios Pari Mamani	4	2	2					1	1	1			1	
71	Carmela Mendigari Vda. De Vasquez	2	0	2								1		1	
72	Torivia Marcelina Mamani Roque	2	1	1							1			1	
73	Juan Yana Condori	5	1	4					1		2	1	1		
74	Ramon Yareta Cayllahua	4	2	2				1			1	1	1	1	
75	Bonifacia Apaza Mamani	5	1	4				1		1	1	2			
76	Florencia Carina Mamani Vilca	4	1	3					1			2		1	
77	Francisca Roque Sabanaya	5	2	3					1		1	1	1	1	
78	Teodoro Eusebio Vilca Quispe	4	2	2							1	2	1		
79	Belinda Mamani Alejo de Quispe	5	3	2					1		2	2			
80	Segundina Vilca Mendizabal	3	0	3								3			
81	Wilber Vilca Mendizabal	4	1	3						2	1	1			
82	Victoria Ceferina Castellanos de Humorra	5	2	3					1		2	1		1	
83	Agripina Condori Vda. De Ramos	2	0	2								1		1	
84	Jorge Estofanero Miranda	4	1	3						2	1	1			
85	Martin Feliciano Taco Pari	2	1	1						1	1				
86	Marcelo Ramos Mamani	5	2	3						1	2	2			
87	Evacio Vilca Huacasi	3	3	0							2			1	
88	Monica Vilca Huarilloclla	3	2	1				1			1	1			
89	Concepcion Vilca Mamani	1	1	0							1				
90	Amelio Jesus Condori Apaza	5	2	3						1	1	1	1	1	
91	Antonia Yanarico Alejo de Mamani	4	1	3					1	3					
92	Alejandrina Vilca Huacasi	5	3	2						1		2	2		
93	Luis Ayque Vilca	2	1	1									1	1	
94	Rebeca Montaya Vilca Arias	2	1	1									1	1	
95	Esteban Mamani Condori	4	3	1					1			1	2		
96	Teodoro Pedro Huarillocllo Vilca	3	1	2						1	1	1			
97	Angela Vilca Vda. De Ayque	5	3	2						1		2	1	1	
98	Pedro Ayque Vilca	5	3	2				1	2		1	1			
99	Esteban Charca Roque	6	3	3				1	1	1	1	1	1		
100	Pecy Quispe Condori	6	3	3		1	1		1	1	1	1			
101	Lucrecia Quipe Condori	5	2	3				1	1	1	1	1			
102	Raul Quispe Quispe	3	2	1				1			1	1			
<b>TOTAL</b>		<b>398</b>	<b>198</b>	<b>200</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>19</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>105</b>	<b>95</b>	<b>40</b>	<b>44</b>	
					<b>3</b>	<b>30</b>			<b>81</b>		<b>200</b>		<b>84</b>		

PROMEDIO DE HABITANTES POR FAMILIA	3.90
FAMILIAS BENEFICIARIAS	110

Varones	198
Mujeres	200

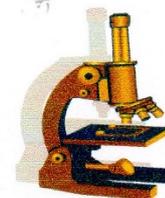


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUA**

**ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE AGUA MANANTIAL PAWA M-01**

PROCEDENCIA : C.C. MIRAFLORES DISTRITO DE CABANILLA – PROV. LAMPA - PUNO  
 INTERESADO : PACO JENRY APAZA CARDENAS  
 MOTIVO : Análisis Físico-químico (para consumo Humano).  
 MUESTREO : 18/12/2015 (por el Interesado)  
 ANALISIS : 18/12/2015

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Aspecto : Límpido transparente  
 Color : Incoloro  
 Olor : Inodoro  
 Sabor : Insípido

**CARACTERÍSTICAS FISICO – QUÍMICA:**

PH : 7.39 C.E : 1.50 mS/cm.

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

Dureza total (como CaCO<sub>3</sub>) : 445.05 mg/L  
 Alcalinidad (como CaCO<sub>3</sub>) : 126.59 mg/L  
 Cloruros (como Cl<sup>-</sup>) : 269.49 mg/L  
 Sulfatos (como SO<sub>4</sub><sup>=4</sup>) : 56.00 mg/L  
 Nitratos (como NO<sub>3</sub>) : 0.02 mg/L  
 Calcio (como Ca<sup>++</sup>) : 190.20 mg/L  
 Magnesio (como Mg<sup>++</sup>) : 28.43 mg/L  
 SÓLIDOS TOTALES : 714.54 mg/L

**INTERPRETACION (Según Normas de la OMS)**

- Las características físico-químicas del agua son normales.
- Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

**DICTAMEN:**

El Agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos por la OMS, y por lo tanto es APTO para el consumo humano.

Tec. Benito Fernández Calloapaza  
ANALISTA DE LAB. CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS,  
PLANTAS, BROMATOLOGÍA DE ALIMENTOS Y PESTICIDAS

Ing. M.Sc. Angel Carr Chequebaranca  
JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS

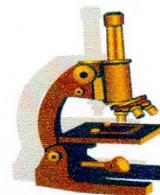


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**RESULTADO DE ANÁLISIS DE AGUA**

**ASUNTO: ANALISIS FISICO-QUÍMICO DE AGUA MANANTIAL PAWA M-02**

PROCEDENCIA : C.C. MIRAFLORES DISTRITO DE CABANILLA – PROV. LAMPA - PUNO  
 INTERESADO : PACO JENRY APAZA CARDENAS  
 MOTIVO : Análisis Físico-químico (para consumo Humano).  
 MUESTREO : 18/12/2015 (por el Interesado)  
 ANALISIS : 18/12/2015

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Aspecto : Límpido transparente  
 Color : Incoloro  
 Olor : Inodoro  
 Sabor : Insípido

**CARACTERÍSTICAS FISICO – QUÍMICA:**

PH : 7.10 C.E : 1.46 mS/cm.

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:**

Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	:	277.40	mg/L
Alcalinidad (como CaCO <sub>3</sub> )	:	102.86	mg/L
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	:	259.14	mg/L
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	:	54.00	mg/L
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	:	0.01	mg/L
Calcio (como Ca <sup>++</sup> )	:	77.52	mg/L
Magnesio (como Mg <sup>++</sup> )	:	20.17	mg/L
SÓLIDOS TOTALES	:	536.54	mg/L

**INTERPRETACION (Según Normas de la OMS)**

-Las características físico-químicas del agua son normales.  
 -Las características químicas se encuentran dentro de los límites establecidos por las Normas Técnicas.

**DICTAMEN:**

El Agua analizada se encuentra dentro de los límites establecidos por la OMS, y por lo tanto es APTO para el consumo humano.

Tec. Beatriz Fernández Callopez  
 ANALISTA DE LAB. CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS,  
 PLANTAS, BROMATOLOGÍA DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES

Ing. M.Sc. Angel Cari Chequehuanca  
 JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS, SUELOS Y PLANTAS



*Universidad Nacional del Altiplano - Puno*

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

DIRECCION DE ESTUDIOS DE LA CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA

TELEF. 352912 - 352021 - APARTADO 291 - C.U.



## RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

### **AGUA MANANTIAL PAWA M-01**

---

PROCEDENCIA	: C.C Miraflores Dist. Cabanilla – Prov. Lampa - Puno
INTERESADO	: Paco Jenny Apaza Cardenas
ANÁLISIS SOLICITADO	: Microbiológico de Agua (COLIMETRÍA)
MUESTREO	: 18/12/2015 (por el Interesado)
ANALISIS	: 18/12/2015

---

### RESULTADOS

- Numeración de coliformes totales (NMP)..... : 0.01 COL. tot. /100ml.
- E. Coli (NMP)..... : Negativo/100ml.

OBSERVACIONES.- La muestra se recepcionó en el Laboratorio de Microbiología.-.-.-

Calificación Microbiológico.- De acuerdo a los resultados obtenidos la muestra analizada se encuentra dentro de los límites permisibles de aceptación para agua no tratada químicamente, y de acuerdo las Normas Sanitarias Vigentes es APTO para el consumo humano.-.-.-

---

  
Sergio Palacios Encarnación  
BIOLOGO  
CBP 2125



*Universidad Nacional del Altiplano - Puno*

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

DIRECCION DE ESTUDIOS DE LA CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA

TELEF. 352912 - 352021 - APARTADO 291 - C.U.



## RESULTADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

### **AGUA MANANTIAL PAWA M-02**

---

PROCEDENCIA	: C.C Miraflores Dist. Cabanilla – Prov. Lampa - Puno
INTERESADO	: Paco Jenry Apaza Cardenas
ANÁLISIS SOLICITADO	: Microbiológico de Agua (COLIMETRÍA)
MUESTREO	: 18/12/2015 (por el Interesado)
ANALISIS	: 18/12/2015

---

### RESULTADOS

- Numeración de coliformes totales (NMP)..... : 0.00 COL. tot. /100ml.
- E. Coli (NMP)..... : Negativo/100ml.

OBSERVACIONES.- La muestra se recepcionó en el Laboratorio de Microbiología.---

-----  
 Calificación Microbiológico.- De acuerdo a los resultados obtenidos la muestra analizada se encuentra dentro de los límites permisibles de aceptación para agua no tratada químicamente, y de acuerdo las Normas Sanitarias Vigentes es APTO para el consumo humano.-----

---

Sergio Palacios Frisancho  
 BIÓLOGO  
 CBP 1982

## AFORO

PROYECTO : DISEÑO SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN C.C. MIRAFLORES  
 COMUNIDAD : MIRAFLORES  
 DISTRITO : CABANILLA  
 PROVINCIA : LAMPA  
 DEPARTAMENTO : PUNO

FECHA DE AFORO: 26/08/2014  
 HORA: 11:30  
 (Epoca de Estiaje)

### MANANTE N° 01

N° Prueba	Volumen (Lts)	Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Lts/s)	Caudal (L/s)
1	4.000	14.82	0.270	0.657
2	4.000	14.94	0.268	0.656
3	4.000	14.30	0.280	0.657
4	4.000	14.97	0.267	0.655
5	4.000	14.48	0.276	0.653

Q prom	:	0.656 l/s
Q req	:	0.530 l/s
Condicion	:	Manante Suficiente

### MANANTE N° 02

N° Prueba	Volumen (Lts)	Tiempo de Llenado (s)	Caudal (Lts/s)	Caudal (L/s)
1	4.000	7.75	0.516	0.557
2	4.000	7.15	0.559	0.559
3	4.000	7.15	0.559	0.559
4	4.000	7.60	0.526	0.526
5	4.000	7.65	0.523	0.523

Q prom	:	0.545 l/s
Q req	:	0.530 l/s
Condicion	:	Manante Suficiente

**POBLACION FUTURA Y DEMANDA DE AGUA**

**PERIODO DE DISEÑO**

Periodos de diseño recomendados:

Elemento del sistema	Período (años)
Obras de captación	20
Pozos	
Plantas de tratamiento (1)	
Reservorio	
Tuberías de conducción, impulsión distribución	
Caseta de bombeo	10
Equipos de bombeo	

Fuente: Organización Panamericana de salud 2006

Considerando que el Servicio Hacia la Poblacion sera tanto de Agua potable como de Saneamiento con letrinas, consideramos

Periodo de Diseño:

20 años

**POBLACION FUTURA**

Calculo de la poblacion Actual:

N° de Viviendas del Proyecto

DESCRIPCION	COMUNIDAD	N° de Viviendas	N° hab/viv	Poblacion Total	% de Poblacion
VIVIENDAS	MIRAFLORES	102	4	408	100%

Tenemos la Población Actual **408** Habitantes

Calculo de la tasa de crecimiento:

Se calcula la tasa de crecimiento por formula aritmetica, segun la Poblacion estimada y Proyectada por Distrito 2000-2015

$$Pf = Pa \left( 1 + \frac{r t}{1000} \right)$$

Pf = Poblacion futura.

Pa = Poblacion actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo en años.

Se calcula calculo del radion de crecimiento "r"

**3.6 EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN CENSADA URBANA Y RURAL, SEGÚN PROVINCIA, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 Y 2007**

Provincia	Población Censada Urbana						Provincia	Población Censada Rural					
	1940	1961	1972	1981	1993	2007		1940	1961	1972	1981	1993	2007
<b>Total</b>	<b>71 079</b>	<b>124 147</b>	<b>186 168</b>	<b>283 222</b>	<b>422 253</b>	<b>629 891</b>	<b>Total</b>	<b>477 292</b>	<b>562 113</b>	<b>598 013</b>	<b>607 036</b>	<b>657 596</b>	<b>638 550</b>
Puno	...	29 417	47 405	76 836	102 815	138 754	Puno	...	95 406	101 247	100 522	98 390	92 482
Azángaro	...	14 336	21 171	27 449	29 332	37 508	Azángaro	...	97 132	101 039	103 127	109 666	99 321
Carabaya	...	6 452	8 591	10 155	16 662	30 329	Carabaya	...	21 727	21 357	22 935	30 115	43 617
Chucuito	...	14 113	21 140	31 621	15 211	35 767	Chucuito	...	133 272	147 015	157 611	77 790	90 482
El Collao	...	...	...	...	17 050	25 376	El Collao	...	...	...	...	58 406	55 683
Huancané	...	8 609	11 439	12 209	12 197	13 851	Huancané	...	98 561	97 011	96 904	68 120	55 671
Lampa	...	8 965	9 249	12 164	14 127	18 650	Lampa	...	27 690	2 444	26 815	29 334	29 584
Melgar	...	14 475	19 304	24 136	30 254	35 536	Melgar	...	33 726	33 116	37 426	41 751	38 199
Moho	...	...	...	...	4 766	7 950	Moho	...	...	...	...	28 554	19 869
S.A.de Putina	...	...	...	...	9 495	33 665	S.A.de Putina	...	...	...	...	18 980	16 825
San Román	...	22 275	41 130	80 174	145 724	220 610	San Román	...	23 554	24 662	22 814	22 810	20 166
Sandia	...	7 505	6 731	8 478	11 812	16 543	Sandia	...	31 045	37 122	38 882	38 230	45 604
Yunguyo	...	...	...	...	12 808	17 343	Yunguyo	...	...	...	...	35 450	30 057

Fuente: INEI - Censos Nacionales de Población y Vivienda: 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007.

Como nuestra población no es urbana elegimos la población rural censada según INE en el ámbito rural

ANO	Pa	t	P	Pf	Pa. t	r	r. t
1981	26815	-	-	-	-	-	-
		12	2519	321780	0.008	0.09	
1993	29334	-	-	-	-	-	-
	-	14	230	410676	0.001	0.01	
2007	29564	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>26.00</b>					<b>0.10</b>

$$r = \frac{\text{Total } r \times t}{\text{Total } t} \quad r = 0.00391 \text{ por cada 1000 habitantes (0.391‰)}$$

Poblacion Futura:

Mediante la fo  $Pf = Po ( 1 + r \times t/100 )$

Calculamos:

Poblacion inicial, Po : 408 Habitantes  
 Tasa de Crecimiento, r : 0.391% Segun Calculo  
 Periodo, t : 20 Años

Según la Taza de Crecimiento, Proyectamos al 2034 sera 439.9 Habitantes

Tomamos como Poblacion Futura : 440 Habitantes

VARIACIONES DE CONSUMO

Dotacion de Servicio:

Deacuerdo al Sistema de Disposicion de Excretas Tenemos:

Letrinas sin Arrastre Hidraulico			Letrinas con Arrastre Hidraulico		
Costa	50	a	60	l/h/d	90 l/h/d
Sierra	40	a	50	l/h/d	80 l/h/d
Selva	60	a	70	l/h/d	100 l/h/d

Elegimos Como Dotacion : 80 l/h/d Arrastre Hidraulico

RESUMEN GENERAL

DESCRIPCION	N° Habitantes	Dotacion Elegida	% de Poblacion	Poblacion Futura
Comunidad	408	80	100%	440
<b>POBLACION TOTAL</b>	<b>408</b>		<b>100%</b>	<b>440</b>

Caudal Requerido:

Según la Formula  $Q = \frac{Pt \times Dot}{86400} \text{ l/s}$   $Q = 0.407 \text{ l/s}$

Demanda maxima diaria (Qmd) :

$Qmd = 1.3 \times Qp$   $Qmd = 0.530 \text{ l/s}$

Demanda maxima horaria (Qmh) :

$Qmh = 1.5 \times Qp$   $Qmh = 0.611 \text{ l/s}$

Demanda unitario (Qunitario) :

$Qunit = Qmh/p. futura$   $Qunit = 0.00139 \text{ l/s}$

**DEMANDA DE AGUA POR NUMERO DE VIVIENDAS**

En funcion del caudal unitario calculado, se tiene los caudales por vivienda que seria 0.00556 litros/segundo/vivienda, el cual se lista en el siguiente cuadro:

N° viviendas = 110 viviendas

Q por vivienda = 0.00556

N° viviendas	Q req	N° de Usuario	caudal requerido	N° de Usuario	caudal requerido	N° de Usuario	caudal requerido
1	0.006	21	0.117	41	0.228	66	0.367
2	0.011	22	0.122	42	0.233	71	0.394
3	0.017	23	0.128	43	0.239	76	0.422
4	0.022	24	0.133	44	0.244	80	0.444
5	0.028	25	0.139	45	0.250	85	0.472
6	0.033	26	0.144	46	0.256	87	0.483
7	0.039	27	0.150	47	0.261	94	0.522
8	0.044	28	0.156	48	0.267	100	0.556
9	0.050	29	0.161	49	0.272	101	0.561
10	0.056	30	0.167	50	0.278	102	0.567
11	0.061	31	0.172	51	0.283	103	0.572
12	0.067	32	0.178	52	0.289	104	0.578
13	0.072	33	0.183	53	0.294	105	0.583
14	0.078	34	0.189	54	0.300	106	0.589
15	0.083	35	0.194	55	0.306	107	0.594
16	0.089	36	0.200	56	0.311	108	0.600
17	0.094	37	0.206	57	0.317	109	0.606
18	0.100	38	0.211	58	0.322	110	0.611
19	0.106	39	0.217	59	0.328		
20	0.111	40	0.222	60	0.333		

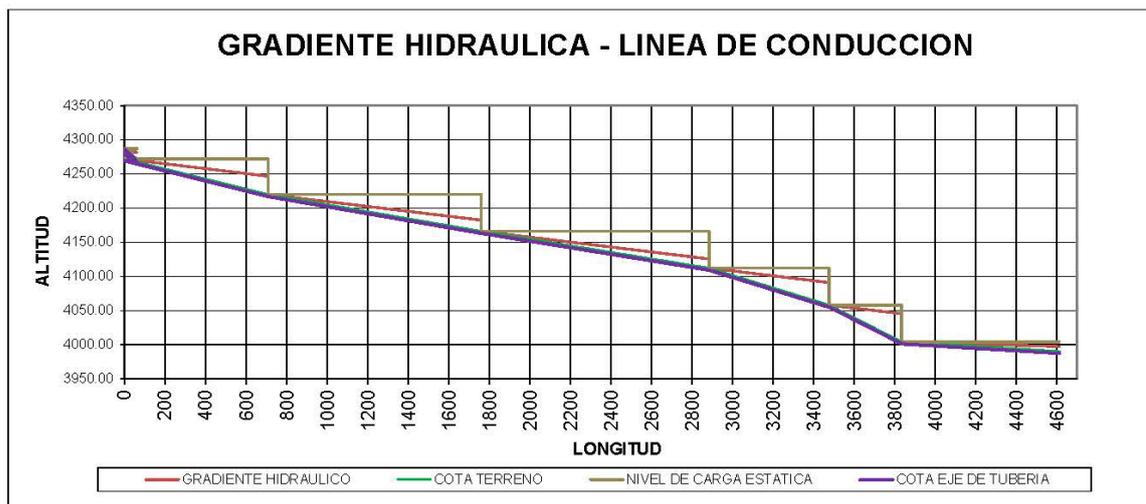
**CALCULO DE LA LINEA DE CONDUCCION**

Proyecto **PROPUESTA DE SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN LA COMUNIDAD DE MIRAFLORES - CABANILLA -LAMPA -PUNO**

Departamento : Puno  
 Provincia : Lampa  
 Distrito : Cabanilla  
 Comunidad : Miraflores

Caudal Max.Diar. Q= **1.201 Lt/seg** Coef. Flujo. (C) = **140**

#	Niv. Dinámico (m)	Longitud (Km)	Caudal (Lts/Seg)	Pendiente (m/Km)	Ø Calculado (mm)	Ø Comercial (mm)	Vel. Calcul. (m/seg)	Velocidad Real (m/seg)	Hf (m)	Alt. Piezom. (m)	Presión (m)	Cota Piezom. (msnm)
0 + 000	4286.900									4286.900		CAPTACION 1
0 + 060	4272.220	0.060	0.656	242.926	20.490	25.400	1.989	1.295	5.112	4281.788	9.568	CAMARA REUNION
0 + 000	4283.700									4283.700		CAPTACION 2
0 + 042	4272.220	0.042	0.545	273.920	18.644	25.400	1.996	1.076	2.515	4281.185	8.965	CAMARA REUNION
0 + 000	4272.220									4272.220		CAMARA REUNION
0 + 708	4220.000	0.708	1.201	73.757	32.821	38.100	1.420	1.053	25.476	4246.744	26.744	
0 + 708	4220.000									4220.000		CRP-1
1 + 761	4166.000	1.053	1.201	51.282	35.344	38.100	1.224	1.053	37.890	4182.110	16.110	
1 + 761	4166.000									4166.000		CRP-2
2 + 884	4112.000	1.123	1.201	48.107	35.807	38.100	1.193	1.053	40.390	4125.610	13.610	
2 + 884	4112.000									4112.000		CRP-3
3 + 477	4058.000	0.594	1.201	90.986	31.446	38.100	1.546	1.053	21.356	4090.644	32.644	
3 + 477	4058.000									4058.000		CRP-4
3 + 834	4004.000	0.357	1.201	151.091	28.359	38.100	1.901	1.053	12.860	4045.140	41.140	
3 + 834	4004.000									4004.000		CRP-5
4 + 613	3990.000	0.779	1.201	17.981	43.758	50.800	0.799	0.593	6.901	3997.099	7.099	RESERVORIO
									PRESION DE ENTREGA (m) :	7.10		



**CALCULO ESTRUCTURAL DEL RESERVORIO**

CARACTERISTICAS GEOMETRICAS		
VOLUMEN RESERVORIO	=	10.00 m <sup>3</sup>
ALTURA UTIL RESERV+25cm VL	=	1.35 m
LADO UTIL RESERVORIO	=	2.75 m
RELACION DE b/h	=	2.04
ESPECIFICACIONES		
CONCRETO f <sub>c</sub>	=	210 Kg/m <sup>2</sup> 175
SOBRECARGA EN LOSA	=	150 Kg/m <sup>2</sup> 210
ACERO f <sub>y</sub>	=	4,200 Kg/cm <sup>2</sup> 245
RESISTENCIA DEL SUELO	=	1.00 Kg/cm <sup>2</sup> 280
COEF. SISMICO	=	0.12 315
RECUBRIMIENTO ( r )	=	5.00 Cm
f <sub>s</sub>	=	1400 Kg/cm <sup>2</sup>
f <sub>c</sub>	=	79 Kg/cm <sup>2</sup>

ACERO MUROS			
<b>ACERO VERTICAL</b>	=	<b>3/8</b>	<b>Pulg.</b>
DIAMETRO	=	0.953	Cms.
AREA	=	0.713	Cms <sup>2</sup> .
PESO	=	0.580	Kg/ml
<b>ACERO HORIZONTAL</b>	=	<b>3/8</b>	<b>Pulg.</b>
DIAMETRO	=	0.953	Cms.
AREA	=	0.713	Cms <sup>2</sup> .
PESO	=	0.580	Kg/ml

ACERO LOSA DE TECHO			
<b>ACERO HORIZONTAL</b>	=	<b>3/8</b>	<b>Pulg.</b>
DIAMETRO	=	0.953	Cms.
AREA	=	0.713	Cms <sup>2</sup> .
PESO	=	0.580	Kg/ml

ACERO LOSA DE FONDO			
<b>ACERO HORIZONTAL</b>	=	<b>3/8</b>	<b>Pulg.</b>
DIAMETRO	=	0.953	Cms.
AREA	=	0.713	Cms <sup>2</sup> .
PESO	=	0.580	Kg/ml

**COEFICIENTE ( K ) PARA CALCULOS DE LAS PAREDES DE RESERVORIOS LIBRES TAPA LIBRE Y FONDO EMPOTRADO**

B/H	X/H	Y = 0		Y = B/4		Y = B/2	
		MX	MY	MX	MY	MX	MY
2.04	0	0.0000	0.0270	0.0000	0.0130	0.0000	-0.0740
2.04	1/4	0.0120	0.0220	0.0070	0.0130	-0.0130	-0.0660
2.04	1/2	0.0110	0.0140	0.0080	0.0100	0.0110	-0.0530
2.04	3/4	-0.0210	-0.0010	-0.0010	0.0010	-0.0050	-0.0270
2.04	1	-0.1080	-0.0220	-0.0770	-0.0150	0.0000	0.0000

DETERMINACION DE MOMENTOS

M = 1000*h <sup>3</sup>	1.4	=	2460.4
M*0	1.4	=	0.0
M*1/4	1.4	=	0.3
M*1/2	1.4	=	0.7
M*1	1.4	=	1.0
M*1	1.4	=	1.4

**CALCULO DE LAS PAREDES Y ESPESOR DE LA PARED DEL RESERVORIO APOYADO**

MOMENTOS Kg-m DEBIDO AL EMPUJE DEL AGUA	
---	--

EL CALCULO DE LOS MOMENTOS EN " Y " ES SIMILAR AL QUE SE UTILIZA PARA EL CALCULO DE LOS MOMENTOS EN " X " VEA EL CUADRO DE RESUMEN DE CALCULO

B/H	X/H	Y = 0		Y = B/4		Y = B/2	
		MX	MY	MX	MY	MX	MY
	0	0.0	66.4	0.0	32.0	0.0	-182.1
	1/4	29.5	54.1	17.2	32.0	-32.0	-162.4
	1/2	27.1	34.4	19.7	24.6	27.1	-130.4
	3/4	-51.7	-2.5	-2.5	2.5	-12.3	-66.4
	1	-265.7	-54.1	-189.4	0.0	0.0	0.0

1.4 1 1 1.4 1.4 1.35

1.4 1 1 1.4 1.4 1.4  
1.4 1 1 1.4 1.4 1.4  
1.4 1 1 1.4 1.4 1.4  
1.4 1 1 1.4 1.4

DEL CUADRO EL MAXIMO MOMENTO ABSOLUTO ES  
M max = 265.72 kg-m  
EL ESPESOR DE LA PARED ORIGINADO POR EL MOMENTO " M " EN CUALQUIER PUNTO ES:  
e = ( 6M / (fc\*100) ) = 7.59 cm  
Predimensionamiento para verificacion  
Se Asume Un Espesor De Pared = 0.15 m

EN RESUMEN SE TIENE M max Absoluto Vertical 182.07 kg-m  
M max Absoluto Horizontal 265.72 kg-m

**CALCULO DE LA ARMADURA DE LAS PAREDES DEL RESERVORIO**

Segun RNE la Cuantia no sera menor de As = 0,0015 \* b \* e = As = 2.3 cm<sup>2</sup>  
Para cual se recomienda Usar Fierro de Ø de 3/8" @ 0,25 m por cada metro "=>" As = 2.9 cm<sup>2</sup>  
Para El Diseño Se Utiliza Segun RNE fs = 900.00 kg /cm<sup>2</sup>  
n = 9.00

**Momento Maximo Negativo ( Armadura Vertical )**

M ( - ) = 265.72 kg-m

El Acero Requerido es = As "=>" 4.63 cm<sup>2</sup> 8 Ø 3/8' @  
Espaciamiento = 0.15 cm 8 Ø 3/8' @ 0.15 m

Asumiendo para Proceso Constructivo 8 Ø 3/8' @ 0.15 m

**Momento Maximo Positivo** ( Armadura Horizontal )

$M (+) = 182.07 \text{ kg-m}$

El Acero Requerido es	=	As	">"	3.17 cm <sup>2</sup>	5 Ø 3/8' @
Espaciamiento	=	0.22	cm	5 Ø 3/8' @	0.22 m

**Asumiendo para Proceso Constructivo** 5 Ø 3/8' @ 0.22 m

**CHEQUEO POR ESFUERZO CORTANTE**

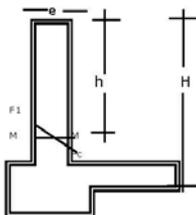
Fuerza Cortante Del Agua Sera	$v = 1000 \cdot h^2 / 2$	=	911.3 kg	El Esfuerzo Permisible Nominal en el Concreto para Muros no Excedera a :	$v \text{ max} = 0,02 \cdot f_c$
El Esfuerzo Cortante Nominal sera		=	1.39 kg/cm <sup>2</sup>	$v \text{ max} =$	4.20 kg/cm <sup>2</sup>
Comparando	$v = 1.39$	<	$v \text{ max} = 4.20$	<b>OK !!</b>	Satisfase las Condiciones de Diseño

**CHEQUEO POR ADHERENCIA**

Esfuerzo de Adherencia en Cualquier Punto	$u = v / (\# \cdot j \cdot d)$	=	5.24 kg/cm <sup>2</sup>		
Donde # =	27.30				
El Esfuerzo Permisible Por Adherencia en el Concreto para Muros es		$u \text{ max} = 0,05 \cdot f_c$	=	10.50 kg/cm <sup>2</sup>	
Comparando	$u = 5.24$	<	$u \text{ max} = 10.50$	<b>OK !!</b>	Satisfase las Condiciones de Diseño

**CALCULO DE LA LOSA DE CUBIERTA Y ESPESOR DE LA LOSA DE CUBIERTA**

La losa de cubierta sera considerada como una losa armada en dos sentidos y apoyada en cuatro lados



**Calculo del espesor de la losa**

Espesor de los Apoyos	=	0.15
Luz de Calculo	=	2.90
Espesor ( $e = L / 36$ )	=	0.08

Segun RNC para losas Macizas Armadas en dos Sentidos  
Los Momentos Flexionantes en las Fajas Centrales Son

$MA = MB = C \cdot W \cdot L^2$	C	=	0.036
Peso propio de la Losa		=	192
Sobre Carga o Carga Viva		=	150.0
<b>w</b>		=	<b>342.0 kg/m<sup>2</sup></b>

**El Momento Flexionante es** = **103.54 kg/m<sup>2</sup>**

$R = (1/2) \cdot f_s \cdot j \cdot k$  = 0.213

$j = 1 - (k/3)$  = 0.885

$k = 1 / (1 + f_s / (n \cdot f_c))$  = 0.344

$n = E_s / E_c = (2.1 \times 10^6) / (W^{1.5} \times 4200 \times (f_c)^{1/2})$  = 9.28

El Espesor Util Sera " d " = 4.86 m

Valor del Calculo de " R " = 0.213

Entonces, Asumir "d" el Valor de **0.10 m**

Para el Diseño Se Considera = 7.50 cm

Recubrimiento de = 2.50 cm

**CALCULO DE LA ARMADURA DE LA LOSA DE CUBIERTA DEL RESERVORIO**

Segun RNC la Cuantia minima  $As = 0,0017 \cdot b \cdot e$  =  $As = 1.36 \text{ cm}^2$

Para cual se recomienda Usar Fierro de Ø de 3/8" @ 0,25 m por cada metro ">"  $As = 2.85 \text{ cm}^2$

Para El Diseño Se Utiliza Segun RNC  $f_s = 1400.0 \text{ kg/cm}^2$

Momento Maximo en la Losa de Cubierta Sera

$M = 103.54 \text{ kg-m}$

El Acero Requerido es	=	As	">"	1.12 cm <sup>2</sup>	3 Ø 3/8' @
Espaciamiento	=	0.52	cm	3 Ø 3/8' @	0.52 m

**Asumiendo para Proceso Constructivo** 3 Ø 3/8' @ 0.52 m

**CHEQUEO POR ESFUERZO CORTANTE**

Fuerza Cortante Maxima Sera	$v = W^*S/3$	=	313.5 kg/m	El Esfuerzo Cortante Unitario en el Concreto	$v_{max} = 0,29 * (f_c)^{1/2}$
El Esfuerzo Cortante Sera		=	0.48 kg/cm <sup>2</sup>	$v_{max} =$	4.20 kg/cm <sup>2</sup>
Comparando	$v = 0.48$	<	$v_{max} = 4.20$	<b>OK !!</b>	Satisfase las Condiciones de Diseño

**CHEQUEO POR ADHERENCIA**

Esfuerzo de Adherencia en Cualquier Punto	$u = v / (\# * j * d)$	=	3.56 kg/cm <sup>2</sup>		
Donde # =	12.00				
El Esfuerzo Permissible Por Adherencia en el Concreto para Muros es		$u_{max} = 0,05 * F_c$	= 10.50 kg/cm <sup>2</sup>		
Comparando	$u = 3.56$	<	$u_{max} = 10.50$	<b>OK !!</b>	Satisfase las Condiciones de Diseño

**CALCULO DE LA LOSA DE FONDO Y ESPESOR DE LA LOSA DE FONDO**

La losa de fondo sera considerada y analizada como una placa flexible y no como una placa rigida

Peso Propio del Agua	=	1350.0	El Espesor Util Asumido Sera	=	0.15 m
Peso Propio del Concreto	=	360.00			
<b>W</b>	=	<b>1710.0 kg/m<sup>2</sup></b>			

Momento de Empotramiento en el los Extremos	$M = -W^*L^2 / 192$	=	-67.35 kg-m	Momento de Empotramiento en el Centro	$M = W^*L^2 / 384$	=	33.68 kg-m
---	---------------------	---	-------------	---------------------------------------	--------------------	---	------------

Para losas Armadas en Dos Sentidos **Timoshenko** recomienda que se debe afectar por los siguientes coeficientes

Para un momento en el centro	0.05135	=	1.73 kg-m
Para un momento de empotramiento	0.52950	=	-35.66 kg-m

Chequeo del espesor Asumido mediante el Metodo elastico sin agritamiento

$f_t = 0,85*(f_c)^{1/2}$	=	12.318	entonces	$e = (6*M / ft * b)^{1/2}$	=	7.31	Dicho Valor es Menor que el Asumido
Considerando con el Recubrimiento sera el Valor de			=	12.31	Asumiendo	=	12.00 cm

**CALCULO DE LA ARMADURA DE LA LOSA DE FONDO DEL RESERVORIO**

Segun RNC la Cuantia minima	$As = 0,00175 * b * e$	=	$As = 2.63 \text{ cm}^2$
Para cual se Recomienda Usar Acero Ø	de 3/8" @ 0,25 m por cada metro	"=>"	$As = 2.85 \text{ cm}^2$
Para El Diseño Se Utiliza Segun RNC	$f_s = 900.0 \text{ kg/cm}^2$		
	$n = 9.0$		
	$j = 0.85$		
Momentos Maximos ( - ) y ( + ) en la Losa de Fondo Sera		2.63	4 Ø 3/8' @
$M ( - ) = -35.66 \text{ kg-m}$	$M ( + ) = 1.73 \text{ kg-m}$	2.63	3 Ø 1/2' @
El Acero Requerido es	$As ( - ) "=>" 0.39 \text{ cm}^2$	Asumiendo	= 2.63 cm <sup>2</sup>
	$As ( + ) "=>" 0.02 \text{ cm}^2$	Asumiendo	= 2.63 cm <sup>2</sup>
Espaciamiento	= 0.25 cm	4 Ø 3/8' @	0.25 m

Asumiendo para Proceso Constructivo	4 Ø 3/8' @ 0.25 m
-------------------------------------	-------------------

**PAREDES DEL RESERVORIO**

Espesor = 0.15

**Armadura Vertical**

Acero Calculado 8 Ø 3/8" @ 0.15 m

Acero Asumido Ø 3/8" @ 0.20 m

**Armadura Horizontal**

Acero Calculado 5 Ø 3/8" @ 0.22 m

Acero Asumido Ø 3/8" @ 0.25 m

**LOSA DE CUBIERTA DEL RESERVORIO**

Espesor = 0.10

Acero Calculado 3 Ø 3/8" @ 0.52 m

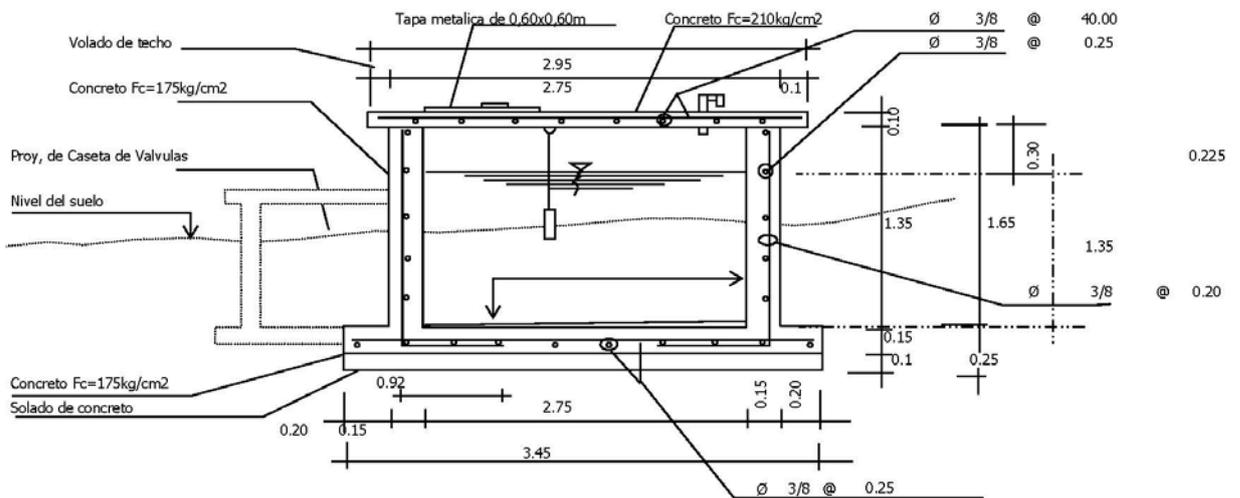
Acero Asumido Ø 3/8" @ 40.00 m

**LOSA DE FONDO DEL RESERVORIO**

Espesor = 0.15

Acero Calculado 4 Ø 3/8" @ 0.25 m

Acero Asumido Ø 3/8" @ 0.25 m



**ESTIMACION DE PRESUPUESTO PARA MANTENIMIENTO Y/O CUOTA  
FAMILIAR**

ACTIVIDADES QUE SE DESEA REALIZAR	UNIDAD DE MEDIDA	N° DE VECES AL AÑO	CANT	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Remuneración del pago del personal (pago de operador)	soles	12	0	0	0
Materia prima e insumos para la cloración	kg	12	10	14	1680
materia prima e insumos para la desinfección	kg	4	5	14	280
Suministros diversos de agua (compra de materiales y herramientas de operación y mantenimiento de SAP)	varios	1	1	100	100
Suministros diversos de agua (compra de materiales y herramientas de operación y mantenimiento del alcantarillado)	varios	1	1	80	80
Servicios de terceros vinculados a la prestación de los servicios de saneamiento	varios	1	1	600	600
Utiles de oficina (compra de materiales de administración)	varios	1	1	50	50
Gastos diversos relacionados con la administración de los SAS , educación sanitaria y promoción	soles	4	2	10	80
Actividades complementarias	soles	1	1	200	200
<b>TOTAL EN SOLES (S/.)</b>					<b>3070</b>

**Estimacion de cota familiar:**

Cota familiar (CF):

$$CF = \frac{PM}{N^{\circ} \text{ de asociados}}$$

Donde:

Presupuesto mensual ( PM) = 3070/12 = 255.833333 soles

Cota familiar (CF) = **2.5 soles mensuales**

## OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### **CAPTACION TIPO LADERA.**

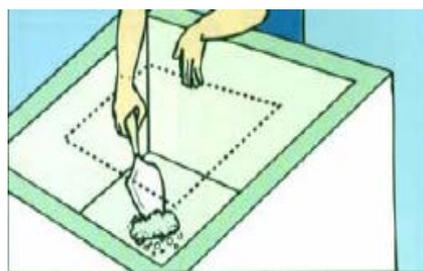
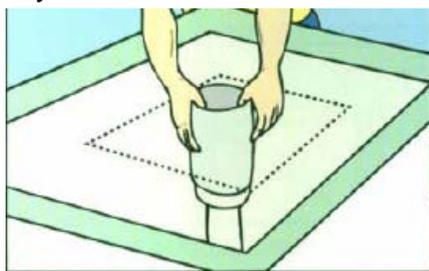
#### **Operación y mantenimiento**

- El filtro está compuesto por material granular como esta en los esquemas, encima tiene una losa de protección de concreto. Cuando el operador nota que el flujo disminuye o no es aproximadamente uniforme en los orificios de salida a la tanqueta de recolección, pueden existir varios motivos: disminución del aporte del agua subterránea por falta de recarga debido a escasez de lluvia, obstáculos al paso del flujo subterráneo para salir al manantial (raíces de árboles, derrumbes, etc.), obstrucción del filtro derivando la mayor parte del agua hacia los costados por fuera de la estructura o incrementando el área de la bolsa de recarga adyacente al manantial. Para disminuir los efectos de estos acontecimientos, es importante tener en cuenta lo siguiente: Sembrar árboles en el micro cuenca, retirados de la zona de afloramiento. Cortar la vegetación alta que comienza a crecer en la zona aledaña al manantial, como árboles o arbustos que produzcan raíces cuya profundidad o esparcimiento puedan desviar u obstruir los conductos que la naturaleza ha desarrollado para el flujo del agua subterránea y su entrega en los manantiales. Limpiar el filtro adyacente al manantial, para ello es necesario cortar el concreto a los costados formando ventanas, sacar el filtro obstruido, lavarlo con agua limpia y volverlo a reponer en su posición y volumen original, colocándolo uniformemente de tal manera que el material no se compacte, al usar mal las herramientas, esto estorbaría el flujo normal del agua hacia la tanqueta de recolección, luego volver a reponer el concreto del muro donde se abrieron las ventanas para que quede hermético. Esta operación se realiza cuando como se mencionó antes, el operador note que el flujo disminuye, hay fuga a los costados o no es aproximadamente uniforme en los orificios de salida a la tanqueta de recolección; si no advierten los síntomas descritos, el mantenimiento puede hacerse cada siete años.
- En la tanqueta de recolección del agua del manantial, es necesario desarrollar el lavado y desinfección interior de las paredes, el piso y el techo con agua clorada cada dos meses, para ello sacan el cono de rebose, con un badilejo remueven la tierra y piedrillas que se encuentran en el fondo llevándolas al exterior; para limpiar las paredes, piso, techo y accesorios interiores utilizan una escobilla o cepillo de cerda, baldean y dejan salir el agua por la tubería de limpieza para eliminar la suciedad, colocan el cono de rebose, limpian los accesorios (incluyendo el cono de rebose), el muro, piso y techo con solución de agua clorada para matar los microbios, esta solución la preparan echando 6 cucharadas de hipoclorito de calcio al 30% ó 3 al 70% de cloro libre, a un balde con 10 litros de agua, hasta disolverlo. Con la solución mojan un trapo limpio y frotan los accesorios, la tapa sanitaria, techo, paredes y piso; colocan

nuevamente el cono de rebose, cierran la válvula de compuerta que se encuentra en la caseta de válvulas, vierten a la tanqueta la solución sobrante, esperan que se llene de agua la tanqueta al nivel del rebose, abren la válvula de compuerta que controla el flujo a la tubería de conducción, sacan el cono de rebose, lo enjuagan y vuelven a colocarlo. Anualmente es conveniente pintar la tapa sanitaria, el techo y las paredes exteriores. Cuando alguna parte de la estructura que conduce o almacena agua esta averiada y aparece en las paredes de concreto humedad o filtraciones, tienen que repararla utilizando mezclas de concreto con aditivos como impermeabilizantes y epóxicos, si no compromete la estabilidad de la estructura, caso contrario es necesario conseguir el asesoramiento de un técnico.

- En la caseta de válvulas también cada año deben pintar las paredes exteriores e interiores si es el caso, la tapa sanitaria y mantener continuamente el piso seco para disminuir la humedad que puede afectar la válvula.
- La válvula de compuerta para su mantenimiento y operación debe seguir los lineamientos descritos en el punto específico a válvulas de compuerta.
- El medidor de caudal cuantifica la cantidad de agua que deriva el manantial, el operador anotara mensualmente la lectura, para compararla con lecturas aguas abajo. En caso que se des calibre el medidor o contador es necesario llevarlo a un banco de calibración, en Seda Juliaca o Emsa Puno; es recomendado que se calibre por lo menos cada cinco años, el primer año de lecturas da idea para determinar si se des calibro, por comparación aproximada entre años, pues debido a la recarga por la lluvia, van a existir variaciones que pueden ser importantes en años secos.
- Alrededor de la estructura hay un espacio libre dentro del cerco que se denomina patio de maniobras, este espacio lo conservaran libre de hierbas, barro u objetos que contaminen la zona, como botellas, papeles, etc. El cerco perimétrico deberá pintarse por lo menos cada dos años.

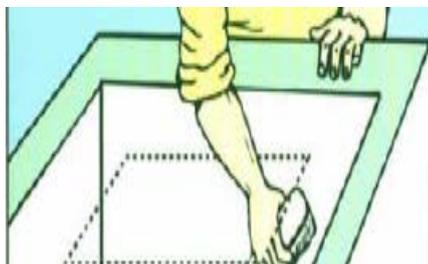
Los esquemas muestran la forma de desarrollar la limpieza y desinfección de las tanquetas de recolección; tener en cuenta que son dos conos de rebose. Han sido tomados de la cartilla: Guía del participante, versión adaptada por los proyectos niños. CARE PERU.



Abrir la tapa sanitaria de la tanqueta. Sacar el cono de rebose, para que el agua salga por la tubería de limpieza.

Con un badilejo remover la tierra y piedrillas del fondo, llevándolas al exterior.

Esquemas tomados de guía del participante. Agua potable en zonas rurales. Versión adoptada por proyecto niños. Care Perú



Limpiar las paredes interiores, piso, techo y accesorios con una escobilla de cerda.



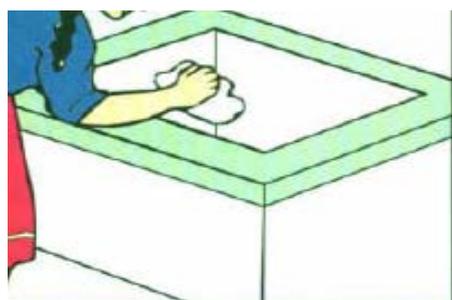
Baldear y dejar salir el agua por la tubería de limpieza para eliminar la suciedad



Preparar la solución de agua clorada con hipoclorito de calcio al 30 ó 70%, utilizando 6 ó 3 cucharadas según el caso.



Con un trapo humedecido con la solución de agua clorada, frotar los accesorios para desinfectarlos.

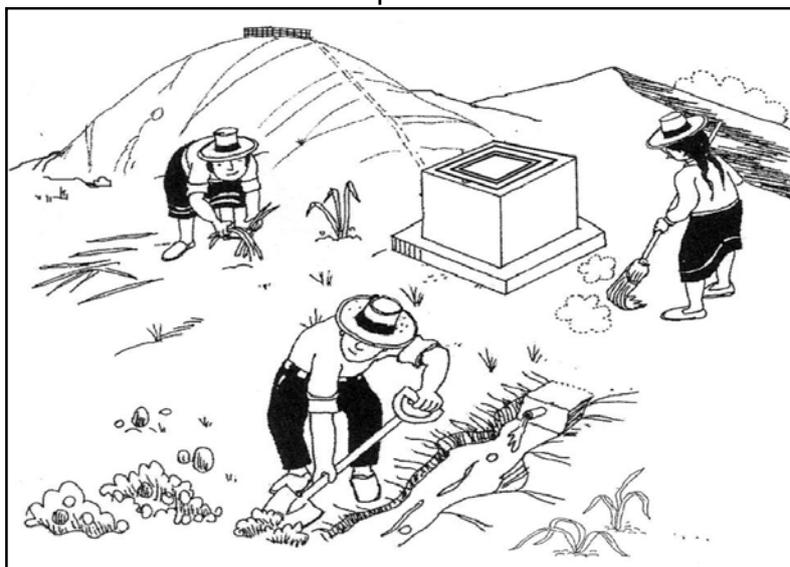


## CÁMARA ROMPRE PRESIÓN

### Limpieza externa

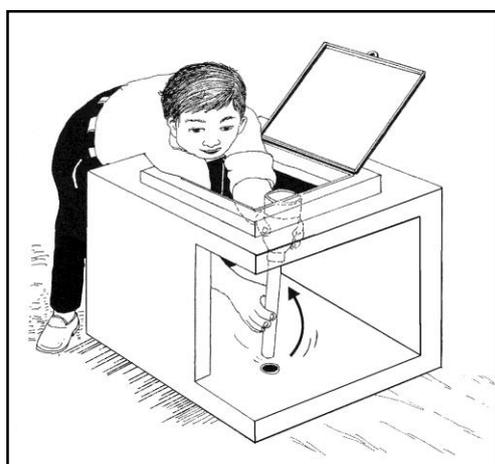
Si entre la Captación y el Reservorio es bastante el desnivel, entonces habrá Cámaras de Rompe Presión.

Se realiza la limpieza externa retirando piedras y maleza; se cierra la salida de agua de la Captación y se limpia una a una las Cámaras Rompe Presión, empezando por la más cercana a la Captación.

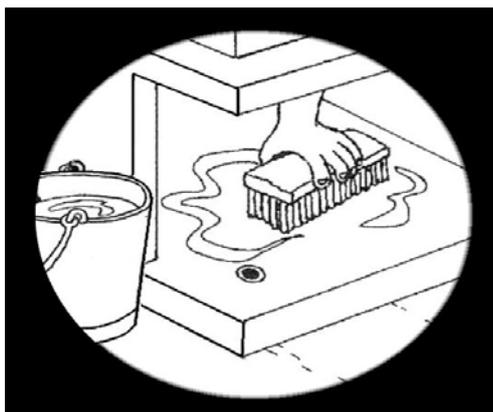


**Limpieza interna**

Quitar el Cono de Rebose para que salga el agua por la Tubería de Desagüe.



SACAR



Utilizando la escobilla frotar paredes y piso, luego Enjuagar

## ROMPE PRESIÓN

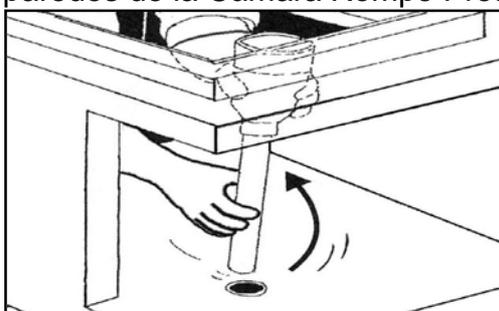
### Preparación



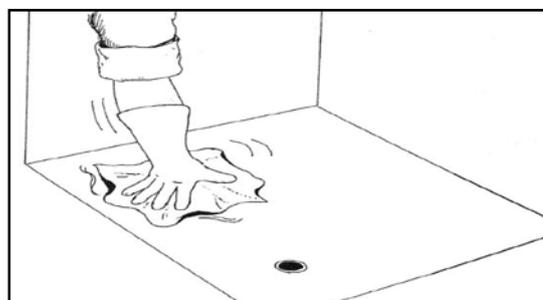
Con el mandil, los anteojos y la mascarilla puestos dejar pasar el agua clorada retenida en la Tubería de la Línea de Conducción, de ser necesario se prepara nuevamente la mezcla de agua con el Hipoclorito al 70% (según anexo), mantener el agua clorada en la Cámara Rompe Presión por aproximadamente 2 horas.

### Desinfección

Pasadas las dos horas, con un poco de ésta solución y a ayuda de un trapo, esponja o escobilla proceder a la desinfección del Cono de Rebose, el piso y las paredes de la Cámara Rompe Presión

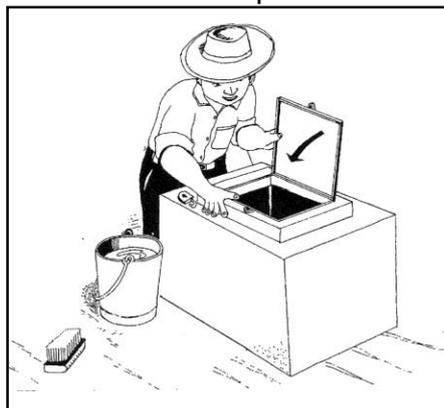


Colocar una vez más el Tubo de Rebose

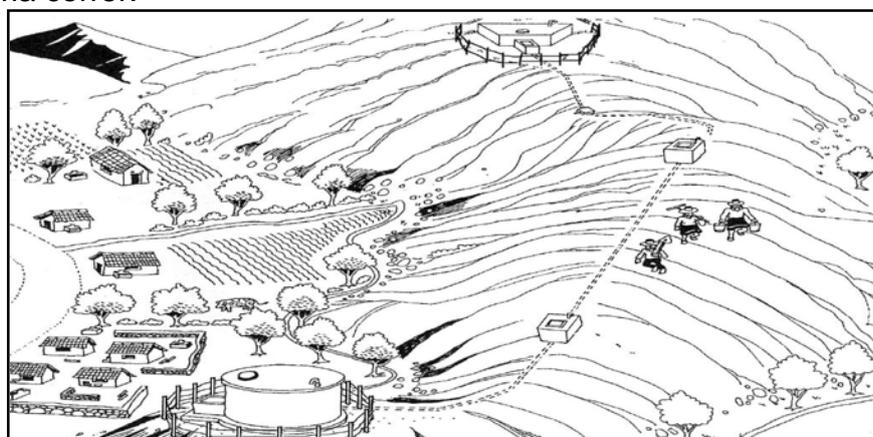




Y bajar la tapa metálica de la Cámara Rompe Presión

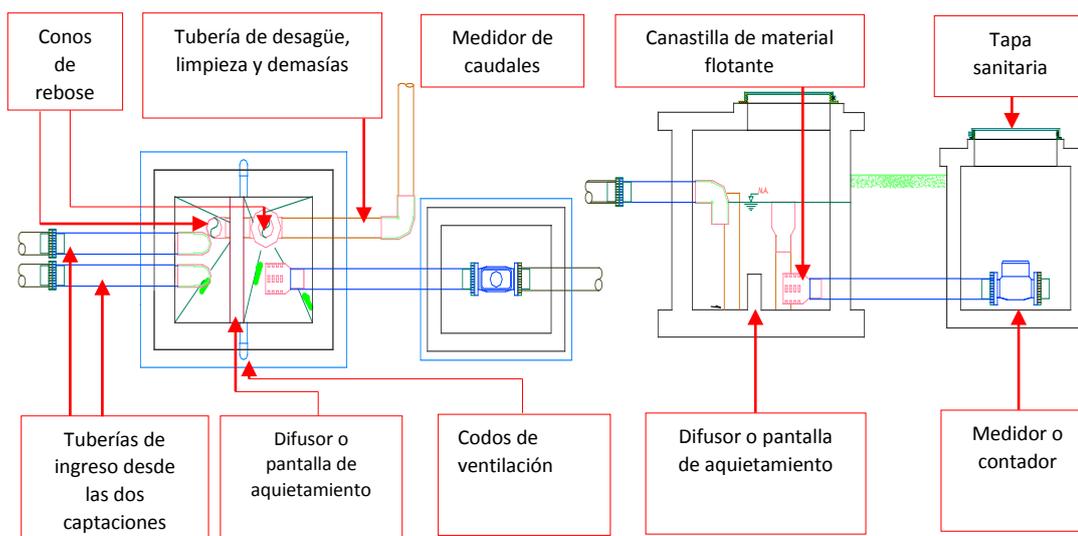


Evitando que el agua clorada se desperdicie esperamos alrededor de dos horas para hacerla correr.



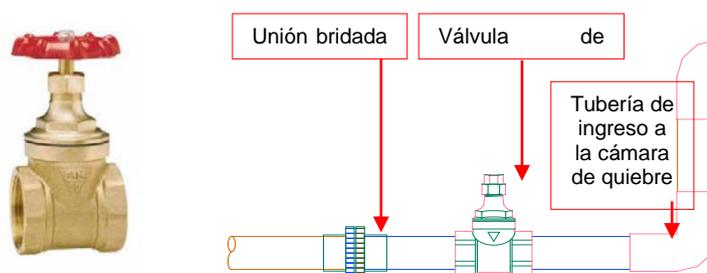
Estas operaciones, tanto la de limpieza y desinfección se repiten en todas la Cámaras Rompe Presión que hubiesen, empezando por la más cercana a la Captación y terminando al llegar al Reservorio

### CÁMARA DE REUNIÓN



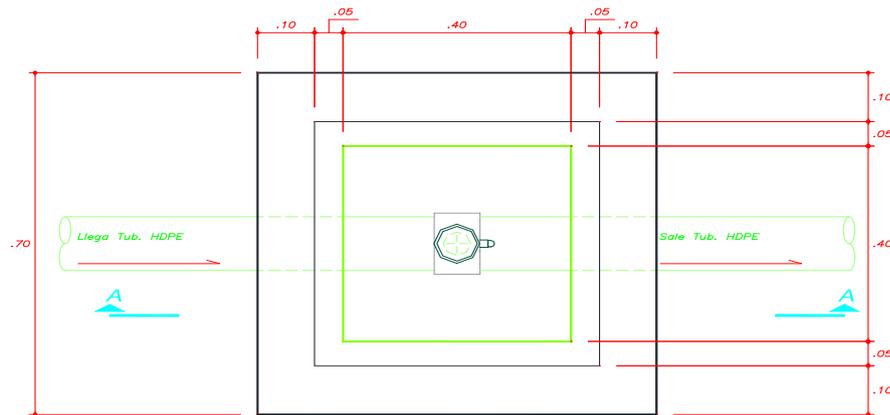
En la cámara de reunión desagua el agua procedente de las dos captaciones, ahí se reúne, para continuar por la tubería de conducción. Es una estructura sencilla donde se destacan la pantalla del difusor que aquieta el agua descargada por cada tubería, los dos conos de rebose, uno a cada lado del difusor, la canastilla o tamiz de material flotante y el medidor de caudales, conectado a la tanqueta de reunión por un tramo de tubería corta. La tanqueta y la caja de protección del medidor, cuentan con tapa sanitaria de inspección y seguridad.

### VÁLVULAS DE CONTROL.



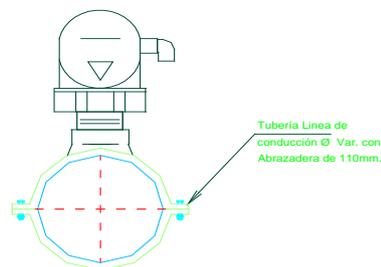
Las válvulas de control o de compuerta, fueron colocadas antes de las cámaras rompe presión, como muestra el esquema de la línea de conducción, al cerrarlas podemos aislar tramos para mantenimiento o limpieza de las estructuras en seco.

### VÁLVULAS DE AIRE



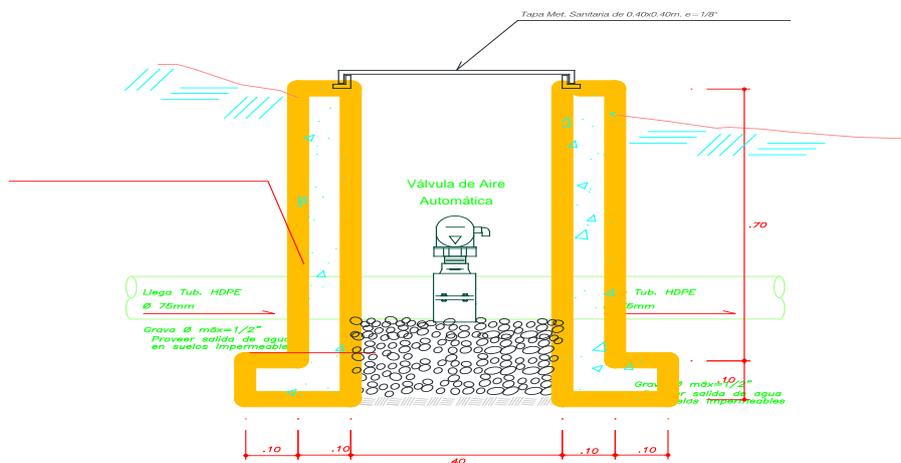
**PLANTA VALVULA DE AIRE**

Esc. 1:10



**DETALLE VALVULA DE AIRE AUTOMÁTICA**

Esc. 1:10



**VALVULA DE AIRE CORTE A-A**

Válvulas de ventosa para extracción de aire
Fabricada en nilón, reforzada con fibra de vidrio, junta con cierre de caucho y flotador de poliestireno
Funciona continuo, entre 0.2 y 16 bares, automática



**Extracción de 45 m<sup>3</sup>/hora**  
 Bocas de salida de evacuación de aire con rosca loca de 1/8" y 3/4" hembra. Rejilla de protección para evitar ingreso de insectos a la válvula y por tanto evitar el bloqueo del flotador.



Las válvulas de aire o ventosas se usan para purgar o expulsar el aire que se acumula en las tuberías, sobre todo en las partes altas, reduciendo la sección en el tubo para el paso de agua o taponándolo, o incorporar el aire a ellas cuando están vacías, evitando el aplastamiento. Además evita que se originen compresiones y dilataciones alternadas por la elasticidad de las burbujas de aire causando sobre presiones. El desplazamiento brusco de las masas de aire puede provocar golpes de ariete.

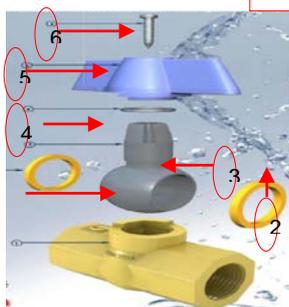
Cuando se llena la tubería, el aire que está dentro de ella es expulsado a la atmosfera. Cuando el aire sale, ingresa el agua y el flotador obstruye el orificio.

El orificio esta normalmente cerrado por la fuerza del flotador y con presión del agua, evitando la entrada del aire.

El aire ocupa la cámara de la válvula y reemplaza el agua mientras la línea está siendo desocupada.

**VÁLVULAS DE PURGA.**

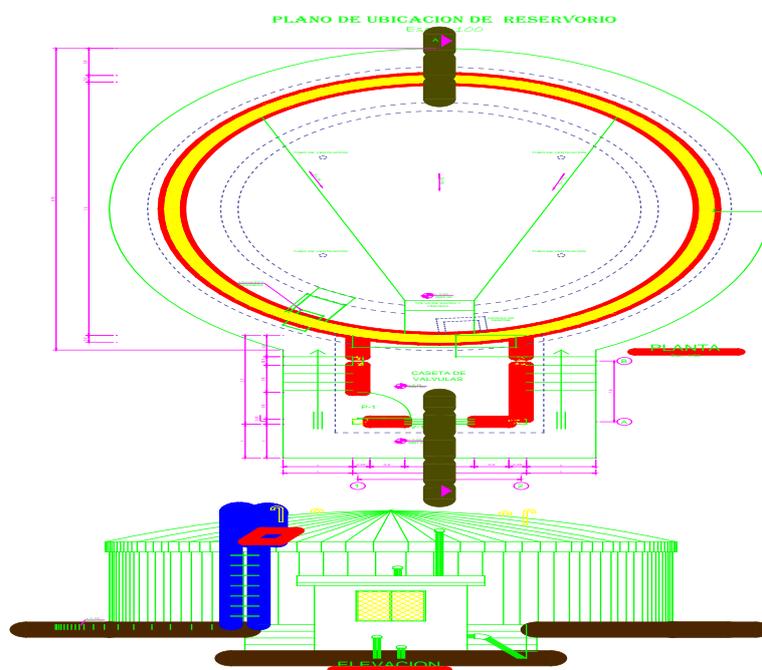
Válvula de purga de sedimentos



1	Cuerpo de válvula
2	Esfera Vástago
3	Asientos
4	O-ring Vástago
5	Manija
6	Tornillo Triple inc.

## RESERVORIO

Con el fin de abastecer de agua potable a la localidad en horas de máxima demanda, el sistema cuenta con un reservorio de determinada capacidad, ubicado al final de la línea de conducción que transporta agua a una determinada velocidad. En el techo del reservorio, está el tanque de mezcla de hipoclorito de calcio, para clorar el agua que será enviada a las viviendas, a través de la red de distribución. Antes del ingreso al reservorio fue colocado un medidor o contador de caudal para medir la cantidad de agua que llega a él desde la cámara de reunión. De igual modo a la salida del reservorio fue colocado un medidor o contador de caudal para medir la cantidad de agua clorada que es enviada a las viviendas y un filtro para evitar que partículas muy pequeñas lleguen a la red de distribución de agua potable.



## Operación y mantenimiento

El operador en el reservorio, evalúa los principios de operación y mantenimiento que están escritos a continuación:

- Estanqueidad en la cuba y estado de las estructuras de aquietamiento.
- Comportamiento satisfactorio de las válvulas
- Control de demasías sin obstrucciones.
- Control de lecturas de los medidores o contadores de caudal al ingreso y salida del reservorio.
- Accesorios dentro y afuera de la cuba, la caseta de válvulas (canastillas de tubería de descarga, tapas sanitarias, etc.), cajas de válvulas exteriores, medidores y filtro.

- Tanque de mezcla de hipoclorito de calcio y accesorios.
- Protección adecuada de la descarga de la tubería de demasías y de limpieza.
- Filtro exterior tipo disco, sin obstrucciones.
- Protección del filtro de la parte exterior.
- Muro de contención de la parte posterior del patio de maniobras.
- Patio de maniobras y cerco perimétrico

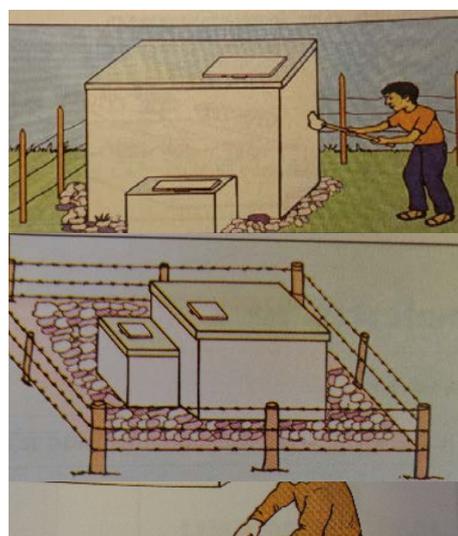
Para mantener en buen estado el reservorio es conveniente, limpiar el exterior, lavar y desinfectar el interior de la cuba (paredes, piso y techo) con agua clorada cada seis meses, con esta operación también se desinfecta la red de distribución. Para desarrollar este procedimiento, abren la válvula de compuerta del sistema de limpieza hasta que el agua de la cuba se vacíe, con un badilejo remueven la tierra y piedrillas que se encuentran en el fondo llevándolas al exterior; en la limpieza de las paredes, piso, techo y accesorios interiores utilizan una escalera para acceder a las partes altas, escobilla o cepillo de cerda para refregar, baldes para transportar agua y lavar las paredes, eliminando la suciedad, el agua sucia saldrá por la tubería de limpieza. Después de esta operación, cierran la válvula de compuerta, limpian los accesorios (incluyendo la canastilla de la tubería de descarga), el muro, piso y techo con solución de agua clorada para matar los microbios, esta solución la preparan echando 4 cucharadas de hipoclorito de calcio al 30% ó 2 al 70% de cloro libre, por cada balde con 20 litros de agua hasta disolverlo. Con la solución mojan un trapo limpio y frotan los accesorios, la tapa sanitaria, techo, paredes y piso; cierran la válvula de compuerta de la caseta de válvulas, que permite el paso del agua a la red de distribución, abren la válvula de entrada del agua que viene de la captación para llenar el reservorio, preparan una solución clorada en función al volumen de las redes, teniendo en cuenta además el volumen del reservorio, de acuerdo al cuadro siguiente:

El total del compuesto clorado para la desinfección del reservorio será el volumen de las redes por el factor de la solución. Este compuesto sirve también para desinfectar las redes de distribución.



Operación y mantenimiento	Frecuencia	Tiempo aproximado	Materiales, equipos y herramientas
Limpieza y desinfección del reservorio y las redes de distribución	Seis meses	12 horas, con cuatro ayudantes	Equipo de seguridad, Herramientas, materiales.
Pintura exterior del reservorio, tapas sanitarias, cerco, puerta, cabezas de válvulas con diferentes colores.	Anual	24 horas 2 personas	Equipo de seguridad, herramientas, materiales como pintura.
Lectura de los medidores del reservorio.	Mensual	15 minutos	Herramientas y equipo de seguridad elemental.
Limpieza del patio de maniobras, cajas de válvulas, medidores, filtro.	Quince días	60 minutos	Guantes, mameluco, mascara y equipo de seguridad, herramientas de aseo.
Revisión de Filtro de disco.	Mensual	30 minutos	Equipo de seguridad, , herramientas
Revisión muro de contención, reservorio, cajas	Anual	Seis horas	Equipo de seguridad, herramientas.

Alrededor del reservorio hay un espacio libre dentro del cerco que se denomina patio de maniobras, este espacio lo conservaran libre de hierbas, barro u objetos que contaminen la zona, como botellas, papeles, etc. Las columnas del cerco, los marcos, las paredes y la puerta deberán pintarse por lo menos cada dos años.



**Sistemas de cloración.**

En el reservorio desarrollaran la cloración, para eso en la parte superior fue colocado un tanque de mezcla e instalada tubería que permite llevar la mezcla a la masa de agua y cuantificar a través de la toma de muestras utilizando un aparato sencillo la concentración de cloro en ella. A este sistema de cloración lo podemos llamar bajo presión atmosférica.

Es conveniente que el cloro residual en las piletas sea igual o un poco mayor a 0.5 mg/ltr., ó 0.5 ppm, para un período de contacto de 30 minutos.

La evaluación del sistema de cloración comprende:

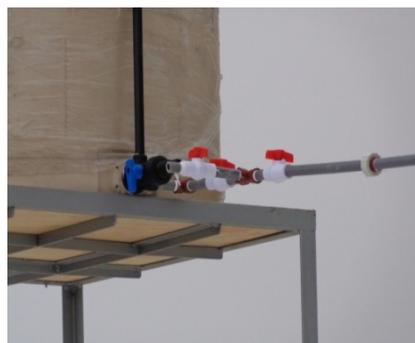
- Limpieza y revisión del tanque de mezcla de cloro.
- Tuberías de aprovisionamiento de agua, de descarga del tanque al reservorio y de concentración de cloro en la mezcla.
- Válvulas y accesorios.
- Estructura de sostenimiento del tanque.
- Equipos de seguridad personal para manipular el cloro.
- Almacenaje del Stock de hipoclorito de calcio al 70%.
- Materiales en reserva.
- Muestreador.

Para el buen funcionamiento del sistema de cloración, es imprescindible que los equipos estén completamente operativos, dando seguridad al proceso y a las personas u operadores que lo ejecutan. Son importantes las revisiones mensuales de cada parte de la estructura, para darle el mantenimiento oportuno; además el orden y el aseo evitaren accidentes, contaminación e incidentes que afecten la seguridad, cortes del sistema, deterioro de materiales, etc. Las instalaciones estarán adaptadas para facilitar el manejo del cloro, la mezcla de soluciones y el ajuste de la dosificación. Por eso es indispensable tener un pequeño depósito en el patio de maniobras del reservorio para guardar el hipoclorito de calcio, y los elementos que usen.

El cloro destruye rápidamente el aluminio, acero, cobre, o acero inoxidable, por tanto es forzoso evitar el uso de equipos compuestos por esos materiales; más bien disponer equipos plásticos para el manipuleo.

La operación es sencilla, la preparación de la mezcla debe hacerse con mucho cuidado, para evitar inconvenientes provenientes de altas concentraciones, o de concentraciones que no surtan los efectos deseados. La concentración de solución estará entre 1% y 3% de cloro disponible para impedir la formación excesiva de depósitos y sedimentos de calcio. Es menester que el orificio sumergido se mantenga limpio, la dosificación sea adecuada, no se agote la solución del tanque o se debilite, no haya cambio de caudal, por ello se deberá limpiar periódicamente y utilizar si fuera necesario un filtro para retener material particulado. El operador debe revisar los equipos y dosificaciones por lo menos dos veces al día.

La dosis de cloro depende de las pruebas y ajustes que se hagan, teniendo en cuenta que el residual en cualquier punto deberá ser mayor o igual a 0.5 mg/l después de un periodo de contacto de 30 minutos. Para ello puede comenzar la prueba con cantidades de 1%, para un caudal equivalente al transportado según el diseño por la tubería de conducción. Este porcentaje va incrementándose hasta que en la pileta tengamos el residual señalado. En función a este resultado se hace la mezcla en el tanque que está ubicado encima del reservorio y calibran la válvula de descarga.



Cuando tengan definida la concentración final a emplearse por el dosificador, con la siguiente ecuación pueden obtener el volumen de agua de disolución:

$$V_d = \frac{\% \times P}{C_f}$$

$V_d$  = Volumen de agua de disolución

$\%$  = Porcentaje de cloro activo en el producto

$P$  = Peso del sólido de hipoclorito de calcio en Kilogramos.

$C_f$  = Concentración esperada en la solución diluida en gramos/ litro.

Nota: Esta ecuación ha sido presentada por los ingenieros Felipe Solsona y Juan Pablo Méndez

Ejemplo: ¿Cuánta agua necesitamos para mezclar dos kilogramos de hipoclorito de calcio al 70%, para obtener una solución para dosificar con concentraciones de 2%. ¿

$$\text{Volumen de agua de disolución } V_d = \frac{\% \times P}{C_f}$$

$$V_d = \frac{0.7 \times 2}{0.02}$$

$$V_d = 70 \text{ litros de agua}$$

El cuadro siguiente muestra los volúmenes de agua de disolución, tabulados para diferentes cantidades de concentración esperada en la solución diluida en gramos por litro, de hipoclorito de calcio de porcentaje de cloro activo al 70% .

Peso o Cantidad de hipoclorito de calcio	Cantidad de agua en litros, para diluir el hipoclorito de calcio, o volumen de agua de disolución		
	Concentración esperada en la solución diluida en gramos/ litro		
	1%	2%	3%
1	70	35	23.3
2	140	70	46.6
3	210	105	70.0
4	280	140	93.3
5	350	175	116.6
6	420	210	140.0
7	490	245	163.3
8	560	280	186.6
9	630	315	210.0
10	700	350	233.3
11	770	385	256.6
12	840	420	280.0

Capacidad del tanque de mezcla de hipoclorito de calcio.

El diseño considero que la oferta de agua a la población debería ser de 13.04 l/seg., ó 0.01304 m<sup>3</sup>/seg. Para una proyección de crecimiento de la población a 20 años.

Tomando en consideración esta oferta, la producción diaria es de 1126.36 m<sup>3</sup>/día.

$$Capacidad = \frac{Q \times C}{1000}$$

Q= Flujo de la planta en m<sup>3</sup>/día

C= Dosis de cloro promedio en mg/l

Si con los ensayos determinamos por ejemplo que la dosis promedio de cloro es de 1.2 mg/l., los equipos deben conseguirse para el doble de esa dosificación, entonces en este caso sería de 2.4 mg/l.

Aplicando la ecuación expuesta anteriormente:

$$Capacidad = \frac{1126 \times 2.4}{1000} = 2.7 \text{ kg/día}$$

El tanque de mezcla de hipoclorito de calcio para el ejemplo, tendría una capacidad de:

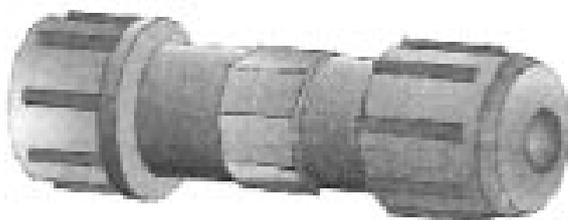
$$Volumen \text{ del tanque} = \frac{0.7 \times 2.7}{0.012} = 157.5 \text{ litros}$$

- 0.7 = Hipoclorito de calcio al 70%
- 2.7 = Capacidad de dosificación de los equipos
- 0.012 = Dosis promedio 1.2 mg/l.

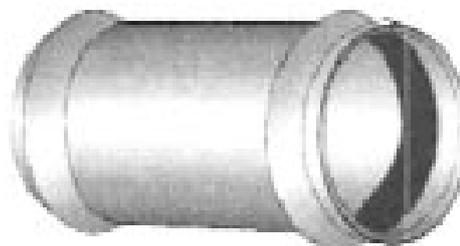
**RED DE DISTRIBUCION.**

La red de distribución de agua potable, la conforman todas las tuberías, válvulas y accesorios que derivan agua a través de las conexiones domiciliarias a las viviendas. La red de distribución está compuesta por tuberías de diferentes diámetros, válvulas de control, de purga de sedimentos, de compuerta, reductoras de presión, hidrantes y todos los accesorios para formar la red.

**Operación y mantenimiento**



Unión de compresión



Unión de

La instalación adecuada de las tuberías de PVC y las buenas prácticas de operación son las mejores medidas de prevención de daños. Sin embargo, si se presenta la necesidad de efectuar reparaciones, se recomienda el uso de las uniones de compresión o las de reparación que se muestran.

Esquemas tomados de guía del participante. Agua potable en zonas rurales. Versión adoptada por proyecto niños. Care Perú

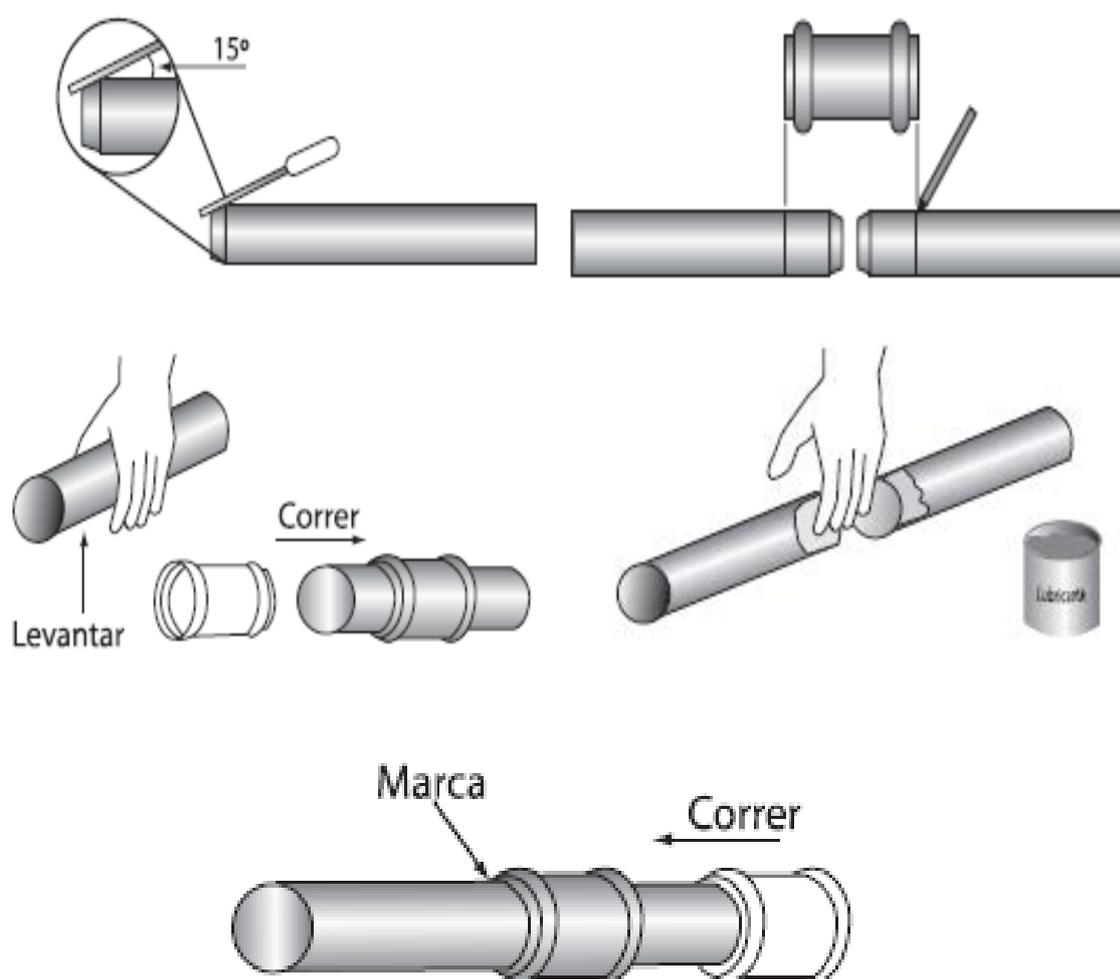


Para reparar las roturas de las tuberías proceden de la siguiente forma:

- Excavan la zanja en la zona que se presume está rota la tubería, hasta llegar a ella.
- Cierran la válvula de compuerta que controla el flujo de agua del tramo.
- Cortan la parte del tubo dañado.

Si el desperfecto o daño es menor de cinco centímetros se usa una sola unión de reparación, que se coloca de la siguiente forma:

Esquemas tomados de Amanco – Manual



Si el tramo de tubería dañado es mayor de cinco centímetros, se utilizan dos uniones y una sección de tubo de longitud apropiada, con las mismas características del tubo dañado (clase, diámetro, etc), para efectuar dos juntas de acuerdo con las ilustraciones de la figura anterior. Se deja una separación de 4 a 6 mm entre los extremos de los tubos acoplados, con el objeto de absorber posibles dilataciones del sistema.

Como la red de distribución esta tendida en el área urbana, es conveniente implementar medidas adicionales de seguridad, para evitar anegamientos, contaminación del agua que puede pasar a otros sectores, o accidentes por la apertura de la zanja en la zona de la avería. Las reparaciones son ocasionales y están en función a los desperfectos o roturas que se vayan presentando. El operador deberá estar atento a los reclamos o información de los usuarios, recorrer por lo menos cada ocho días las redes para comprobar el estado y tener materiales en depósito para proceder a las reparaciones. Cada válvula existente en el sistema tendrá una tarjeta, para consignar la ubicación, el número de vueltas, sentido de rotación, estado en que se encuentra, fecha de las reparaciones, presión de calibración, etc. Son prácticas convenientes en las válvulas de compuerta, abrir o cerrar totalmente cada válvula varias veces con el fin de eliminar depósitos acumulados en el asiento; en las válvulas que presentan fugas por la contratuerca superior, observar si la fuga de agua se debe a que se ha aflojado la contratuerca para ajustarla o se debe al desgaste de la estopa para cambiarla, si la fuga continua apretando la prensa estopa, hay que verificar la empaquetadura para reemplazarla si fuera necesario. Además es conveniente verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretadas, poner aceite de baja viscosidad (basados en silicona) entre el vástago y la contratuerca superior, pintar con anticorrosivo las válvulas y accesorios que estén a la vista en la red de distribución, inspeccionar las cajas de las válvulas para detectar filtraciones, destrucciones externas, o empozamiento alrededor de ellas, tierra acumulada sobre las cajas, etc. Por lo menos una vez al mes limpiar y revisar las cajas de válvulas con el fin de detectar anomalías.

La desinfección de la red de distribución se hará con la desinfección del reservorio, utilizando el compuesto clorado de la tabla consignada en el ítem de reservorios y tomando las precauciones expuestas en él.

### **CONEXIÓN A DOMICILIO Y INTRA DOMICILIARIA DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE.**

La conexión a domicilio es la parte del agua potable y desagüe, comprendida entre las cajas de registro, según sea el caso, colocadas en las veredas de la calle, hasta la conexión con las tuberías de la red de agua potable y la red colectora de desagüe.

La caja de registro o inspección facilita las labores de mantenimiento. En el agua potable resguarda al medidor y a la válvula de control que permite detener el flujo hacia la vivienda cuando es necesario desarrollar reparaciones o ampliaciones; en el desagüe da acceso a la tubería que conecta el desagüe de cada vivienda con la tubería de la red colectora; por eso no deben colocar materiales encima de las cajas de registro, de agua potable y desagüe para tener fácil acceso.

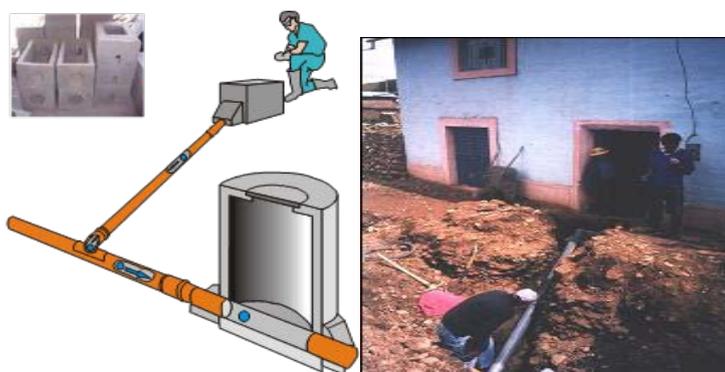
Considerando que la red de agua potable tiene sistema de micro medición en las viviendas y establecimientos públicos, es necesario lecturar los medidores mensualmente para cuantificar el agua que gasta cada familia utilizando la ficha que se expone, además calibrar los medidores cuando presenten lecturas poco congruentes

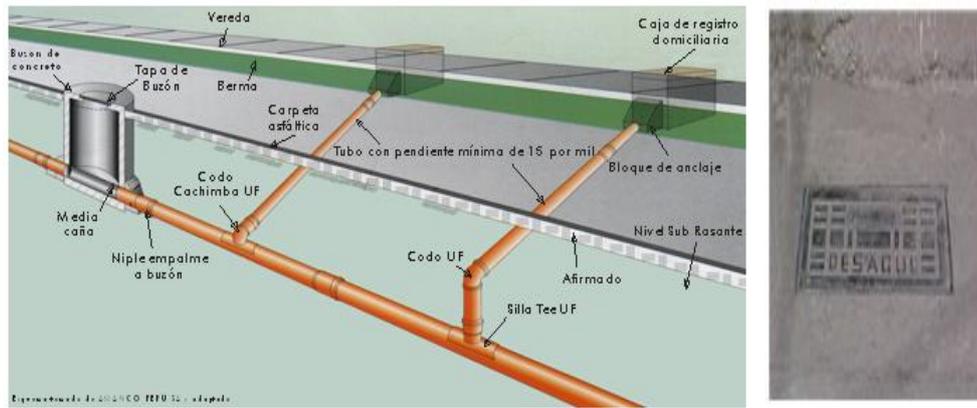


FICHA DE CONTROL DE CONSUMO DE AGUA EN LAS VIVIENDAS							
Sistema de Agua Potable y Saneamiento del Área Urbana del Distrito							
Nombre del Usuario							
Dirección					Barrio		
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Fecha de lectura actual	Lectura actual en M3	Fecha de la lectura anterior	Lectura anterior en M3	C2 – C4 Consumo o gasto en M3	Dotación de diseño mensual en M3	C6 – C5 Diferencia entre dotación mensual y consumo en M3	Observaciones
FICHA DE CONTROL DEL CAUDAL DE AGUA EN LAS							
Sistema de Agua Potable y Saneamiento del Área Urbana del Distrito							
Nombre de la Estructura				Estructura anterior con medidor			
Localización en coordenadas UTM			NORTE			ESTE	
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8

Fecha de lectura actual	Lectura actual en M3	Fecha de la lectura anterior	Lectura anterior en M3	C2 – C4 Caudal medido M3	Caudal M3, medido en estructura anterior	C6 – C2 Diferencia entre caudal enviado y caudal medido M3	Observaciones
-------------------------	----------------------	------------------------------	------------------------	--------------------------	--	--	---------------

- En la conexión del desagüe, cada año debemos vaciar por lo menos diez baldes de agua de cinco litros cada uno por la caja de registro para comprobar si hay atoros entre el tramo de la conexión domiciliaria con la tubería de la red colectora; si el agua pasa normalmente es un indicador de que no hay atoros, también podemos comprobarlo insertando la guaya por la caja de registro hasta el tubo de la red colectora. En caso de que existiera atoro, procedemos con la guaya, como en el ítem de instalaciones interiores.





- Par comprobar que la cachimba o silla TEE está en su posición, o se despegó de la tubería de la red colector; y la tubería de la conexión a domicilio esta desplazada del hueco de entrega, medimos la longitud aproximada de la tubería entre la caja de registro y la tubería de la red colectora (no olvidar que la tubería esta inclinada y por consiguiente tiene mayor longitud), insertamos la guaya para comprobar el alineamiento, girándola a través del diámetro de la tubería , en caso de que no pase o notemos una irregularidad, excavamos un hoyo encima de la cachimba para colocarla o reemplazarla , después de colocada tapamos nuevamente el hoyo excavado, compactando adecuadamente el material. También puede efectuarse la prueba de la bola, para determinar si llega al buzón más cercano aguas abajo y no se ha desplazado; la bola debe ser de material suave y compacto.
- Cuando realizan obras de pavimentación en la calle, el paso de la maquinaria pesada puede ocasionar la rotura de la tubería si es de mala calidad; antes de que se tienda la carpeta o pavimento es importante comprobar el estado de la tubería, insertando una guaya hasta la tubería de la red colectora, girando la guaya de los bordes al centro y viceversa. En caso de detectarse alguna rotura, excavar la zanja encima de la tubería y proceder a repararla.



### INSTALACIONES INTRA DOMICILIARIAS.

Las instalaciones interiores de agua potable y desagüe, comprenden el conjunto de tuberías, accesorios, aparatos sanitarios, e instalaciones sanitarias

especiales, dispuestas al interior de la vivienda, que entregan el agua potable a los usuarios en los aparatos instalados, decepcionan y llevan los sólidos con las aguas residuales hasta la caja de registro instalada por lo general en la vereda.

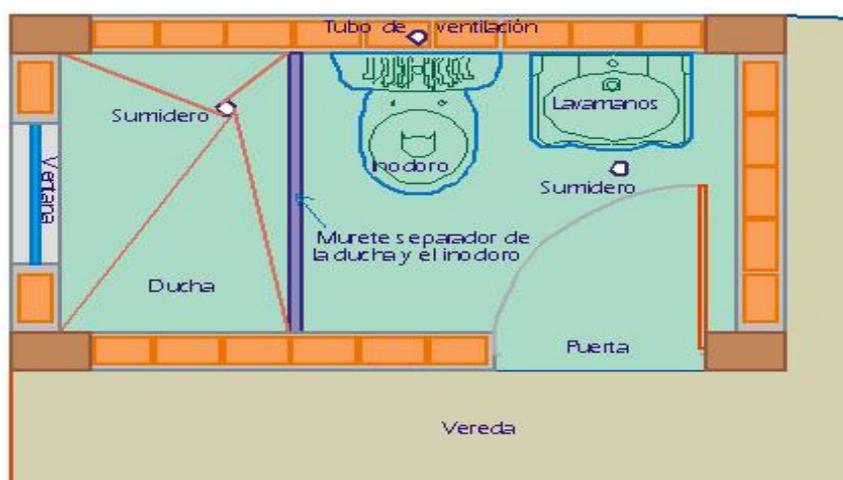


Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, con amplia iluminación y ventilación, considerando los espacios mínimos para su uso, limpieza, reparación, e inspección. En los servicios sanitarios para uso público, los inodoros deberán instalarse en espacios independientes de carácter privado. En las edificaciones de uso público se deben considerar servicios sanitarios para discapacitados.

Todo núcleo básico de vivienda unifamiliar deberá estar dotado, por lo menos: de un inodoro, una ducha y un lavadero.

Las casas habitación o unidad de vivienda, deberán estar dotadas por lo menos de un servicio sanitario que cuente con un inodoro, un lavatorio y una ducha. La cocina con un lavadero.

- En los locales comerciales con un área de hasta 60 metros cuadrados se dispondrá por lo menos de un servicio sanitario dotado de inodoro y lavatorio.



**RECOMENDACIONES PARA EL USO ADECUADO DE LOS SERVICIOS SANITARIOS**

La instalación de agua potable deberá estar dotada de suficientes válvulas de control para controlar el flujo en caso de averías. La instalación de desagüe dentro de la vivienda, deberá estar dotada de suficiente número de elementos de registro, a fin de facilitar su limpieza y mantenimiento.

Todo punto de contacto entre el sistema de desagüe y los ambientes (sanitario, lavamanos, lavador de cocina, etc.) deberá estar protegido por un sello de agua con una altura no inferior de 5 centímetros, ni mayor de 10 centímetros, contenido en un dispositivo apropiado (trampa o sifón)

### Uso

En la vivienda no debe desperdiciarse el agua potable, se consume el agua suficiente para satisfacer las necesidades de cada usuario, el desperdicio del agua en la vivienda, origina desabastecimiento en otras. Por ello deben repararse las averías sobre todo en los grifos y en las tuberías, cerrar los grifos cuando no requieran agua y revisar los tanques de almacenamiento.

- El agua potable en la vivienda sirve para beber, preparar alimentos, lavar la ropa, bañarnos, lavar las manos, regar plantas en maceteros con un balde, dar de beber a pequeños animales domesticos y asear la vivienda. Por eso el usuario tiene una serie de responsabilidades en el uso como no dejar el grifo conectado a una manguera porque se desperdicia y contamina, cerrar el caño despues de usarlo, no regar áreas de cultivo, etc.
- Para proteger los aparatos sanitarios, no orine por fuera de la taza, tampoco debe subirse a ella para realizar las necesidades corporales.



- Coloque el papel higiénico usado en el depósito de basura.
- Descargue el tanque del inodoro cada vez que se deposita orina o excretas.
- Si se afeita recoja los pelos en un papel y colóquelos en el depósito de basura.
- Utilice la crema dental sobre el cepillo de dientes, no la derrame en el lavatorio, si fuera el caso dilúyala con un poco de agua para que no se pegue. Para enjuagarse la boca utilice un vaso con agua.
- No derrame agua sobre el piso, cuando se lave parcialmente, puede ocasionar un accidente.
- Mantenga la ducha cerrada cuando no se utilice.

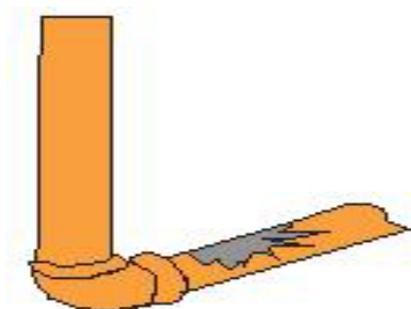
- Cuando se bañe, no deje fluir el agua en la ducha si no es necesario. Seque el piso húmedo cuando termine de bañarse, para evitar la proliferación de hongos.
- En el baño, mantenga una toalla limpia. Antes de salir, lávese las manos con agua y jabón.
- Por el lavador de cocina no eche residuos de comida al desagüe, lave los insumos para preparar los alimentos utilizando un cernidor.

### **Mantenimiento**

- Los grifos son los accesorios que presentan mayor inconveniente en las instalaciones interiores de agua potable, tienden a gotear o por desperfectos en la empaquetadura a dejar pasar el agua sin control, por eso es recomendado verificar cada dos meses su estado para realizar las correcciones necesarias. Es importante tener en cuenta que un grifo abierto las 24 horas consume aproximadamente 10,000lts de agua potable. De igual manera el tanque del inodoro ocasiona desperdicio por desperfectos en los accesorios como se menciona más adelante.
- Siempre que sea necesario utilice el destaponador (bombín) y el erizo para limpiar el inodoro y evitar olores desagradables en él.
- Lave el inodoro frecuentemente escobillando con detergente y desinfectando con lejía.
- Limpie con cepillo circular (erizo) el interior del inodoro para evitar la formación de sarro.
- Por dentro de la taza, puede utilizar productos químicos. Use guantes.
- Retire los cabellos que se puedan juntar en los sumideros, no eche sachets, papel, condones, etc.; y limpie las ventanas.
- Frote el lavatorio con detergente y un trapo húmedo.
- Cuando el depósito de basura se llene, recoja los papeles en una bolsa, cierre la bolsa y deposítela en un lugar adecuado para su eliminación
- Mantenga limpio los servicios higiénicos. Lave piso y paredes con agua y detergente, escobille, desinfecte con lejía y séquelo con un trapo.
- Repare las averías en los grifos y en las tuberías que conducen agua potable.

## **DESPERFECTOS Y SOLUCIONES EN LAS INSTALACIONES INTERIORES SANITARIAS DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE**

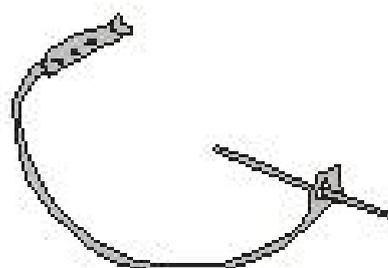
### **Tuberías**



Tubería rota



La tubería se obstruye debido al ingreso de sólidos, por el mal uso de los aparatos e instalaciones sanitarias. Para movilizar los sólidos en la tubería y permitir el paso de las aguas residuales, se utiliza una guaya. El operador mete la guaya por un extremo de la tubería hasta encontrar la obstrucción, luego la gira en sentido horario y tira hacia afuera, repitiendo el procedimiento hasta que destapone el tubo, para permitir el paso de las aguas residuales.

Guaya para  
destaponar tubería

Cuando se rompe la tubería, es probable que el terreno este asentándose, que reciba un golpe exterior, o que no esté colocada adecuadamente. La reparación es mejor que la haga el operador capacitado. Algunas veces aparece humedad en el piso, paredes, techo o patios, producto de filtraciones por rotura de la tubería. Estas filtraciones son difíciles de localizar, debido a que el agua va buscando la parte más débil por donde fluir y a veces no aparece en el punto donde comienza la fuga; en patios es probable que se infiltre y aparezca la humedad cuando el suelo este saturado de agua residual. Para solucionar el problema es necesario detectar el lugar de la fuga en base a experiencia, porque para corregirlo, es preciso en pisos y paredes interiores, romper la mayólica, el concreto o el ladrillo, y en los techos las losas. La reparación debe hacerla el operador capacitado.

### Grifos o caños

El mercado produce diferente tipo de grifos o caños, en todo caso las averías que se producen en ellos son causa común de desperdicio de agua potable. En las zonas altas como, es común por las bajas temperaturas que colapsen, porque el agua se congela en ellos aumentando de volumen, para ello es conveniente cerrar las válvulas de paso y dejar el grifo abierto con el fin de desocupar el agua de él o cubrirlo suficientemente para mantener la temperatura.

En el grifo que muestra la foto es común el desgaste de la empaquetadura de asiento, produciendo goteo de agua por la dificultad de cerrar la llave herméticamente. Siendo conveniente cambiarla tan pronto detecten el problema, tal como lo expresa las fotos que a continuación se exponen.

Esquemas copiados de la guía del participante, versión adaptada por el proyecto niño Care Perú.



### Ventilación del desagüe



La ventilación tiene por finalidad preservar los sellos hidráulicos en cada una de las unidades del sistema y mantener la presión atmosférica. Para la ventilación individual de aparatos sanitarios, el diámetro de la tubería de ventilación será igual a la mitad del diámetro del conducto de desagüe al cual ventila y no menor de dos pulgadas. El tubo de ventilación debe llevarse hasta un lugar ventilado, como el techo, ahí se tapa con un sombrero de ventilación para que no ingrese agua en época de lluvia y las personas no introduzcan fácilmente elementos extraños por la parte superior que podrían obstruir la tubería de desagüe y ventilación. La obstrucción de la tubería de ventilación se produce generalmente al introducir objetos sólidos por la parte superior, por la rotura de la tubería que se eleva por encima del techo, o no tiene sombrero de ventilación. En edificaciones pequeñas pueden desatorar la tubería, metiendo un gancho que permita extraer el objeto por la parte superior o localizarlo, para romper el muro o

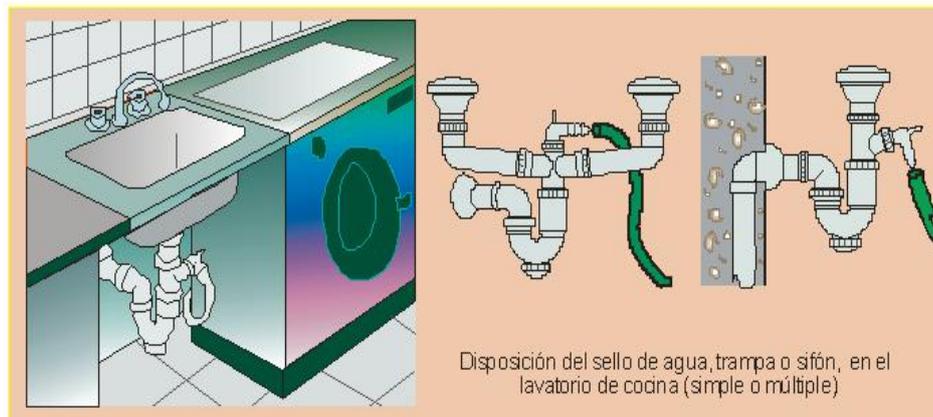
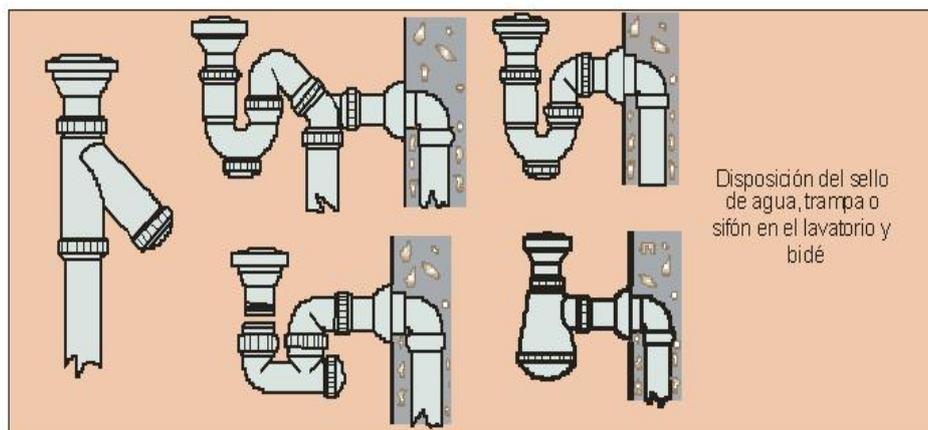
la parte de la estructura donde está el taponamiento. La reparación consiste en cortar el tubo, sacar el objeto, nuevamente unir el tubo y reparar la estructura.

### CAJAS DE REGISTRO Y TANQUETAS COLECTORAS

Estas pequeñas estructuras son de fácil mantenimiento. Sirven para desatorar las tuberías, juntar dos o más ramales y facilitar la inspección. Ocasionalmente pueden escapar malos olores por la junta entre la tapa y la caja o tanqueta, en este caso es necesario sellar con un empaque o asfalto, la unión entre la tapa y la caja o tanqueta.

Si presenta afluencia de sedimentos es posible que la tubería colectora de aguas de lluvia esté conectada al sistema de desagüe o que ingresen sedimentos por una caja de registro colocada en un patio sin pavimento. Determinado el problema se corrige, separando los colectores de agua de lluvia, o sellando adecuadamente la tapa. Asfalto, la unión entre la tapa y la caja.





Accesorios de uso común en instalaciones interiores de desagüe



Registro rosado



Sumidero



Ducha y llaves



Tee



Tee Doble



Trampa P



Trampa P con registro



Trampa S



Unión



Codo ventilación



Tubo de ventilación

**Inodoro de tanque**

Está compuesto por dos elementos, la taza y el tanque. En el tanque se instalan accesorios como el surtidor y la válvula de descarga, para controlar el ingreso, almacenar y descargar el agua hacia la taza, con el fin de evacuar los residuos corporales de los usuarios. El surtidor permite el llenado del tanque y funciona generalmente accionado mediante una válvula flotadora con boya.



Tanque lleno de agua. La boya horizontal cierra el paso del agua.



Tanque después de la descarga, con la boya inclinada, lo que permite el ingreso del agua.

Si el tanque no se llena, es conveniente revisar los accesorios que permiten el libre desplazamiento del brazo del surtidor. Cuando se malogra, es preciso cambiar el surtidor, con el fin de mantener el agua necesaria para descargarla a la taza siempre que se use el inodoro. Para cambiar el surtidor debe cortar el agua cerrando la llave de paso que da al aparato sanitario, luego desconectar la tuerca que fija la canilla o chicote de suministro al surtidor, sacar el surtidor y colocar uno nuevo. La tuerca fija nuevamente la canilla o chicote de suministro, y vuelve a fluir el agua abriendo la llave de paso.

Es necesario evitar el desperdicio de agua que se produce cuando la boya no funciona adecuadamente porque se traba y no cierra el surtidor. Debe revisar la boya y en general la válvula flotador; sustituir la boya en caso de detectar agua en su interior, o doblar ligeramente el brazo que la sujeta, para que no sea obstaculizado por ningún elemento cuando baja en el momento de la descarga del agua, o sube en el momento de llenado del tanque. En caso de que la boya esté libre, es indispensable desmontarla para cambiar el empaque, lubricar el surtidor o cambiar la válvula.



Inodoro, unión del tanque con la taza



Canilla o chicote que conecta el tanque del inodoro con la red de



Ocasionalmente la válvula de descarga no cierra porque el tapón no sella la salida del flujo de agua. Para solucionar el desperfecto es preciso revisar el estado del tapón y sustituirlo según el caso. Si es de plástico con empaquetadura de caucho es mejor cambiarlo. Si la válvula es de bronce se revisan las guías para ver si están desalineadas, y se acomodan.

Cuando el tanque pierde agua por la base del surtidor ajustamos las tuercas que sujetan el tanque con la taza, o colocamos otra empaquetadura.

Periódicamente revisamos el nivel del agua en el tanque para que la descarga sea apropiada con el fin de que la taza limpie bien. Si el nivel del agua no se mantiene en el tanque hay que destapar la pieza presionando repetidas veces sobre el fondo con un bombín; o cuando el tanque no descarga destapar la pieza succionándola mediante el bombín.

### Sifones, trampas o sellos hidráulicos



Los aparatos sanitarios deben tener un sifón o trampa, integrado o colocado como un accesorio. En los inodoros por lo general está incorporado a la taza. En los lavamanos y otros aparatos sanitarios se coloca como un accesorio.

El sifón o trampa evita que los malos olores generados dentro de las tuberías pasen a los espacios interiores de la vivienda contaminándolos. La función del sifón o trampa, es retener una cantidad de agua para que actúe como sello. En los sifones o trampas, cuando el aparato sanitario no tiene uso, o su uso es limitado, el agua del sello de la trampa tiende a perderse por evaporación por lo que es conveniente colocar kerosene en vez de agua, hasta que vuelva el aparato sanitario al uso normal.

Cuando el sifón o trampa comienza a taparse, el agua desaparece lentamente, en este caso es necesario limpiar el sifón o trampa con una guaya o desmontarlo para retirar el material sólido.

Si ocurre pérdida de sello de agua por aspiración o succión, a de reponerse el sello vertiendo agua frecuentemente en el sifón.

Si el sifón o trampa gotea por la tapa inferior, es preciso enroscarla y asegurarla poniendo cinta teflón y un formador de empaquetadura, o cambiándola en caso de que los hilos de la rosca estén malogrados.

### **Lavandería o lavador de ropa**

Debe tener un sumidero a la salida de la descarga del agua residual, con el fin de que no pasen a la tubería de desagüe elementos extraños que pudieran encontrarse en la ropa. La persona que usa la lavandería debe revisar la ropa, antes de proceder a utilizar el lavador. En caso de atoros puede proceder de la misma forma que para el lavamanos.

### **Lavamanos**

Cuando el lavamanos no descarga el agua residual y ésta empoza, podemos utilizar el bombín o chupón de goma colocándolo encima del orificio del sumidero, presionando contra él varias veces, hasta que comience a fluir el agua normalmente por la tubería de descarga. Esta operación la puede realizar con el uso de productos químicos recomendados, aplicándolos en el orificio y protegiendo las manos con guantes de caucho o un elemento plástico.



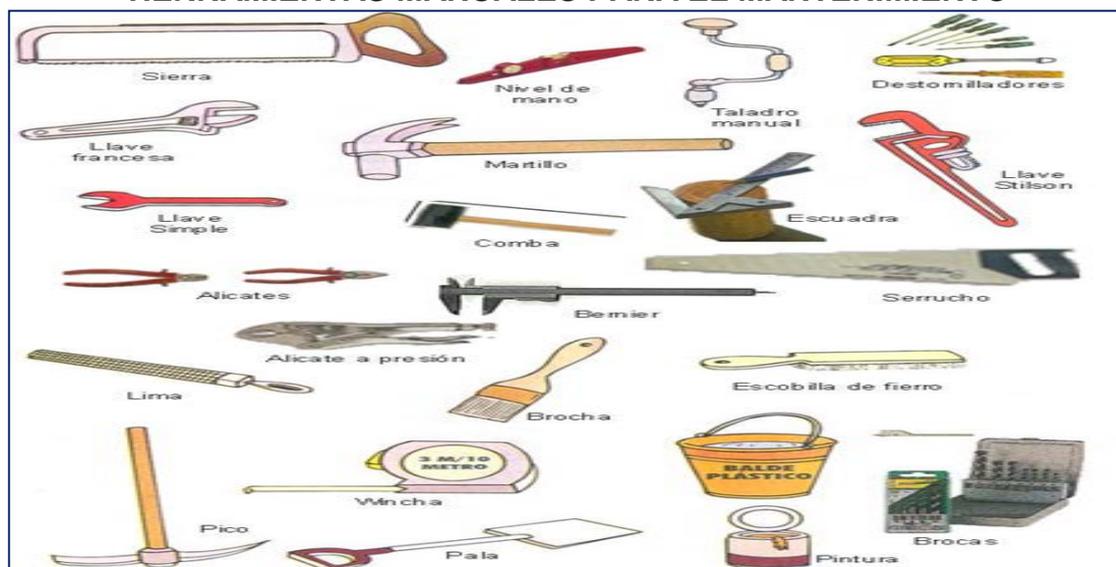
Si el chupón (bombín) o el producto químico no surte efecto, se utiliza la guaya flexible con el procedimiento empleado para desatorar tuberías; también

puede abrir la tapa de la parte inferior del sifón si la tiene; o desmontar el sifón o trampa.

**LAVADOR DE COCINA**

- El lavador de cocina no descarga el agua residual generalmente por el ingreso de materias grasas como aceite cuando no tiene trampa de grasa, o de residuos sólidos, o partes de comida por la tubería de desagüe. Por eso es conveniente que se coloque en la parte baja del lavador un sumidero, y que el usuario tenga cuidado al momento del lavado de los utensilios de cocina y de los productos que utiliza para la elaboración de alimentos. Para desatorar la tubería de desagüe pueden utilizar los procedimientos empleados en el lavamanos, cuidando de que si utilizan productos químicos, éstos no sean tóxicos, los apliquen exclusivamente en el orificio de salida del agua residual, y laven el lavador con agua suficiente y detergente para desaparecer cualquier efecto nocivo.

**HERRAMIENTAS MANUALES PARA EL MANTENIMIENTO**



**TARJETA DE MONITOREO E INCIDENCIAS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.**

Tarjeta de inspección					
Día		Mes		Año	
Operador					
<b>Obras de captación</b>					
Parte de la obra	Tipo de inspección				
	Operación Programada	Mantenimient	Inspecci	Reparaci	Lectura
Captación uno					
Captación dos					

Patio de maniobras					
Puente peatonal					
Caja porta medidores y de válvulas.					
Comentarios					
<b>Línea de Conducción</b>					
Cámara de reunión					
Válvula de purga de aire					
Válvula de purga de sedimentos					
Cruce de río, estructura metálica					
Cámara rompe presión					
Válvula de control					
Cruce del río Sifón					
Tubería					
Comentarios					
<b>Reservorio y Sistema de Cloración</b>					
Reservorio					
Patio de maniobras					
Medidores					
Filtro de disco					
Caja porta medidores y de válvulas					
Protección de tuberías y accesorios					
Patio de maniobras y					

cerco perimétrico					
Muro de contención de la parte posterior del patio.					
Tanque de mezcla de hipoclorito de calcio.					
Tuberías: Abastecimiento de agua al tanque de mezcla. Descarga de mezcla al reservorio. Toma de muestras					
Válvulas y accesorios del tanque de mezcla					
Estructura de sostenimiento del tanque					
Equipos de seguridad personal para manipular hipoclorito de calcio					
Almacenamiento del Stock de hipoclorito de calcio.					
Materiales y herramientas en reserva					

Medición de porcentaje de cloro.					
Comentarios					
<b>Red de distribución de agua Potable</b>					
Tuberías de distribución					
Válvulas de purga de sedimentos					
Válvulas de control					
Válvulas reguladoras de presión					
Hidrantes					
Medición de cloro residual por muestreo, en conexiones públicas y privadas, con apoyo del Minsa.					
Comentarios					
<b>Conexión domiciliaria de agua potable</b>					
Tubería de conexión domiciliaria					
Caja de protección del medidor y la válvula					
Lectura de medidores					
Nuevas conexiones					
Comentarios					
<b>Conexión domiciliaria de Eliminación de Excretas</b>					

Caja de registro					
Tubería de conexión a la red colectora					
Nuevas conexiones					
Comentario					

Estas tarjetas pueden manejarlas por separado para cada unidad: Captaciones - Línea de conducción - Reservorio y sistema de cloración- Tubería de distribución – Conexión domiciliaria de agua potable – Conexión domiciliaria de desagüe – Red colectora.

### ELABORACIÓN DEL PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La administración del Sistema de agua y saneamiento y los operadores, deben reunirse con el apoyo de un técnico en el mes de noviembre, para establecer el plan de operación y mantenimiento del año siguiente.

Este plan debe basarse en la información recogida durante el año, con las proyecciones para corregir las deficiencias y dar el servicio en cantidad y calidad suficiente.

Las acciones principales a desarrollar son:

- Evaluación de cada una de las obras del sistema.
- Evaluación de operadores.
- Estado de almacén: Saldos de materiales, básicos en almacén, estado de conservación y fecha de vencimiento de insumos, Herramientas, Equipos y Equipos de seguridad.
- Evaluación de equipos instalados en el sistema: Medidores de caudal, Válvulas reguladoras de presión, Manómetros, Válvulas de purga, Válvulas de aire, Filtro de disco, Equipo de ensayo de cloro, Válvulas de control y Rejas.
- Presupuesto para compra de insumos, repuestos, herramientas, reposición de equipos y equipos de seguridad personal, Presupuesto para el pago de operadores y Presupuesto para el pago de personal adicional para mantenimiento si está programado.
- Programación de Operación de las obras.
- Programación del mantenimiento de las obras.
- Confeccionar el tablero de operación y mantenimiento.

La reunión debe ser ágil, práctica, con información pre organizada y presupuestos compatibles con la zona: las cuotas familiares y/o el aporte del municipio.

**Unidades de conversión**

<b>Volumen</b>		
Metros cúbicos	Pies cúbicos	35.31467
Pies cúbicos	Metros cúbicos	0.028316845
Centímetros cúbicos	Pulgadas cúbicas	0.061102374
Pie cúbico	Litros	28.316
Pulgadas cubicas	Centímetros cúbicos	16.38704
Galón USA	Litros	3.7854
Litro	Galón USA	0.2642
Metros cúbicos	Litros	1000
Pint (1/8 de galo USA)	Litros	0.47317
Barril de petróleo	Galón	42
Barril de petróleo	Litros	158.98

<b>Longitud</b>		
<b>Para convertir</b>	<b>En</b>	<b>Multiplíquese</b>
Metros	Milímetros	1,000
Metros	Pies	3.280840
Centímetros	Pulgadas	0.3937008
Pulgadas	Centímetros	2.54
Milímetros	Pulgadas	0.03937008
<b>Temperatura</b>		
Grados	Grados Kelvin	Grados
Grados	Grados Fahrenheit	Grados
Grados Kelvin	Grados centígrados	Grados Kelvin

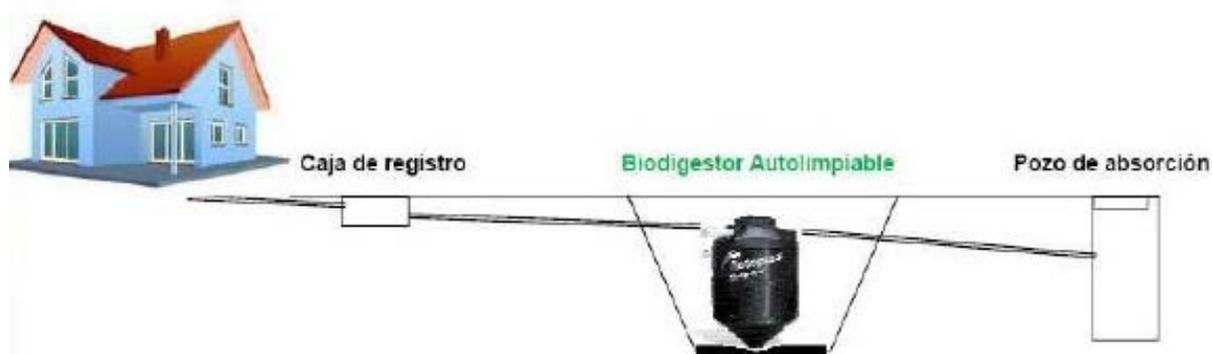
<b>Presión</b>			
<b>Para convertir</b>	<b>En</b>	<b>Multiplíquese por</b>	
Mega pascales	Bares	10	
	Kiloaramos	por	10.2
	Kilo pascales		1000
	Pascales		1000000

	Metros de columna de	101.97
	Atmosfera técnica	10.2
	Milímetros de	7500.64
	Libras por pulgada	145.04
Kilogramos por centímetro cuadrado	Bares	0.98
	Mega pascales	0.1
	Kilo pascales	98.07
	Pascales	98066.52
	Metros de columna de	10
	Atmosfera técnica	1
	Milímetros de	735.56
	Libras por pulgada	14.22
Bares	Kilogramos por	1.02
	Mega pascales	0.1
	Kilo pascales	100
	Pascales	100000
	Metros de columna de	10.2
	Atmosfera técnica	1.02
	Milímetros de	750.06
	Libras por pulgada	14.5

Estas conversiones son útiles dado que los manómetros tienen por lo general unidades de medida en Bares, libras por pulgadas de agua (PSI), metros de columna de agua, o Kilogramos por centímetro cuadrado.

Caudal		
Para convertir	En	Multiplíquese por
Metro cúbicos	Litros por segundo	1000
Litros por	Litros por día	86400
Galones por	Litros por segundo	3.7854
Potencia		
HP	Kilowatt	0.74570
	Wat	745.700
	Calorías por segundo	170.266
	Caballos de vapor	1.015

## GUIA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE BIODIGESTORES



Un sistema de biodigestores tiene como objetivo mejorar el tratamiento de las aguas negras. Sustituye de manera más eficiente los sistemas tradicionales como: fosas sépticas de concreto y letrinas, las cuales son focos de contaminación al agrietarse las paredes y saturarse. Este sistema de tratamiento es higiénico, seguro y económico en su mantenimiento, debido a que no necesita ningún equipo mecánico y eléctrico para su limpieza. El biodigestor no debe descargar directamente en algún cuerpo receptor como ríos, pozos de agua o alguna otra corriente; es necesario preparar un campo o bien un pozo de absorción.

### Partes que componen un sistema de biodigestores

#### 1. Retrete (Inodoro con estanque)

Se denomina retrete o inodoro al elemento sanitario utilizado para recoger y evacuar los excrementos humanos hacia la instalación de saneamiento (biodigestor) y que mediante un cierre de sifón de agua limpia impide la salida de los olores hacia los espacios habitados.

#### 2. Tuberías:

Son conductos de forma circular por donde se transporta el agua, en este caso proveniente del inodoro. La tubería utilizada en sistemas de biodigestores es de PVC.

#### 3. Caja de registro

Caja que permite la conexión del inodoro o retrete con el biodigestor. Son las cajas en el piso, en las cuales se unen diferentes tuberías. Son excelentes puntos para monitorear el funcionamiento del sistema, así como facilitar el acceso para tareas de limpieza.

#### 4. Biodigestor

Un biodigestor es un tanque de diseño especial y ecológico que aprovecha la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de las bacterias para transformar el excremento humano en biogás y fertilizante.

### **5. Caja de lodos**

Es la caja donde se ubica la válvula de lodos, la cual sirve para extraer los lodos depositados en el fondo del biodigestor.

### **6. Pozo de absorción**

El agua ya tratada en el biodigestor debe de ser descargada a un colector municipal; en su defecto, los pozos de absorción sirven para filtrar de nuevo el agua hacia el suelo. Los pozos deben tener una tapadera de chequeo en el brocal para verificar el nivel de absorción.

### **7. Campo de absorción**

Consiste en una excavación no muy profunda en forma de zanja, por donde se atraviesa tubería perforada que dirige el agua tratada para que se absorba en el terreno.

## **IMPORTANCIA DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE BIODIGESTORES**

El sistema de biodigestores es un bien de alto costo, pero a su vez de gran beneficio para el usuario. Un adecuado proceso de operación y mantenimiento nos permite:

- Mantener baños limpios.
- Contribuir a la duración de las instalaciones y artefactos sanitarios.
- Evitar filtraciones que pueden ocasionar daños a la infraestructura.

Si al sistema de biodigestores no se le da mantenimiento o se le da mantenimiento insuficiente tiene como consecuencia:

- El desaseo y desorden de instalaciones sanitarias.
- Mayores costos de mantención tanto por limpieza como por deterioro de las estructuras.
- Condiciones sanitarias insuficientes, incrementando la posibilidad de contraer enfermedades principalmente en los niños.
- Reducir la vida útil de instalaciones y artefactos sanitarios, significando un gran costo ya sea por reparación o reposición.

## PANEL FOTOGRAFICO



**En la imagen se observa la medición de la prueba N° 02 con los instrumentos de medición**



**En la imagen se observa el vaciado de agua y el registro del descenso de agua en el anillo simple.**





**En la imagen se observa la medición la altura libre del anillo simple**



**En la imagen se observa el anillo simple con agua y la regla para medir al altura de agua**



**En la imagen se observa el equipo instalado para el levantamiento en la zona de estudio**



**En la imagen se observa el equipo instalado para el levantamiento de la línea de conducción**



**En la imagen se observa la Captación N° 01**



**En la imagen se observa la Captación N° 02**



**En la imagen se observa una vista panorámica de la zona de estudio**



**En la imagen se observa una vista panorámica de la zona de estudio**

## RELACION DE PLANOS

- UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
- PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
- CONEXIONES DOMICILIARES
- MODELAMIENTO HIDRÁULICOS
- CAPTACIÓN TIPO LADERA
- RESERVORIO DE 9 M3
- UNIDAD BÁSICA DE SANEAMIENTO (UBS)



**LOCALIZACION NACIONAL**

**LOCALIZACION REGIONAL**

**PROYECTO DE TESIS:**  
"DISEÑO DE UN SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LA COMUNIDAD DE MIRAFLORES - CABANILLA - LAMPA - PUNO"

**UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO EN EL PERU**

**PLAN DE ACCESO A LA COMUNIDAD DE MIRAFLORES**

DESDE	A	TIPO DE VIA	MEDIO DE TRANSPORTE	K.M.	TIEMPO (min)
PUNO	JULIACA	ASFALTADA	VEH. MOTOR	45	60
JULIACA	CABANILLA	ASFALTADA	VEH. MOTOR	29	25
CABANILLA	MIRAFLORES	AFRmada	VEH. MOTOR	5.5	15

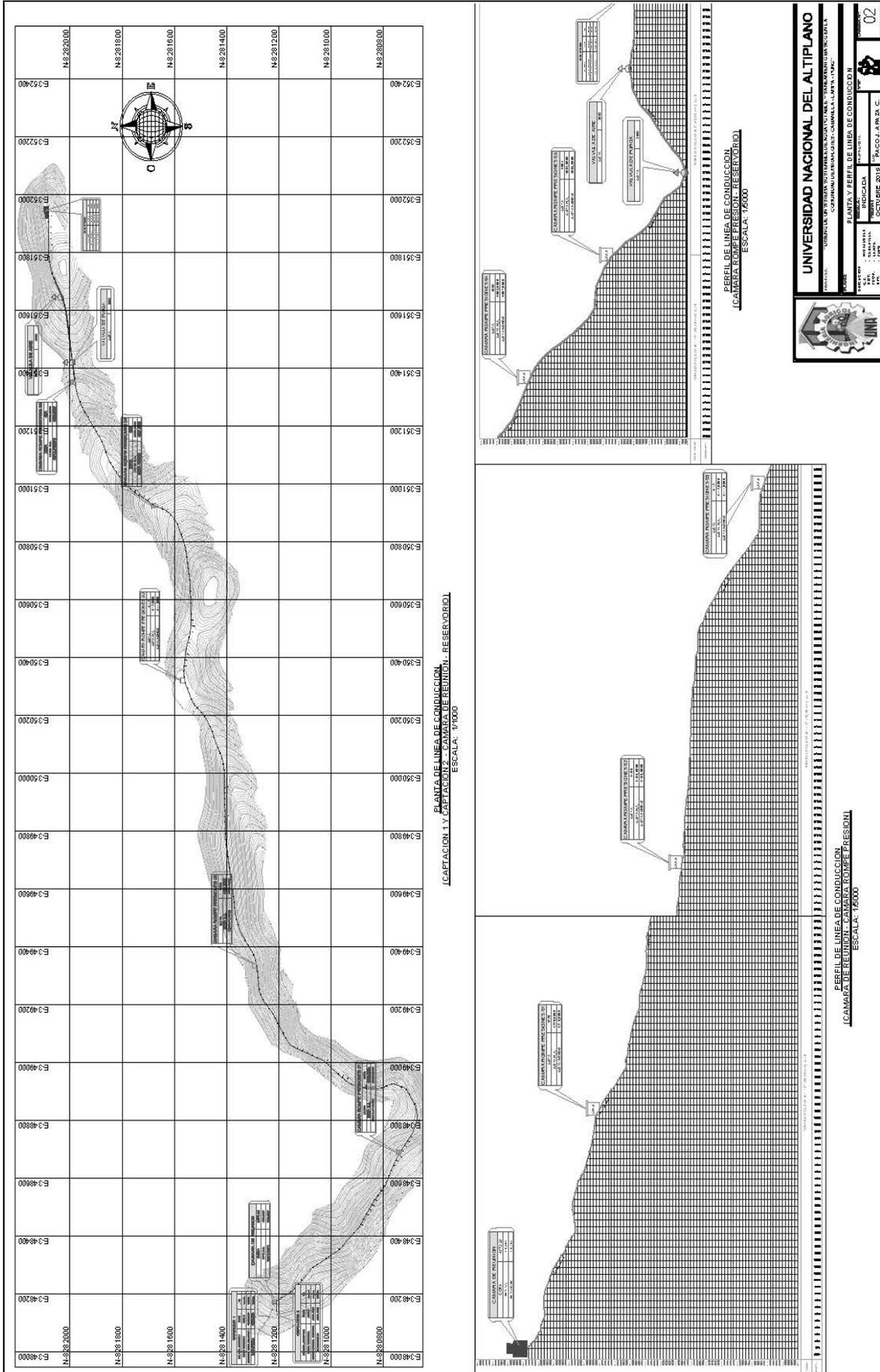
**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

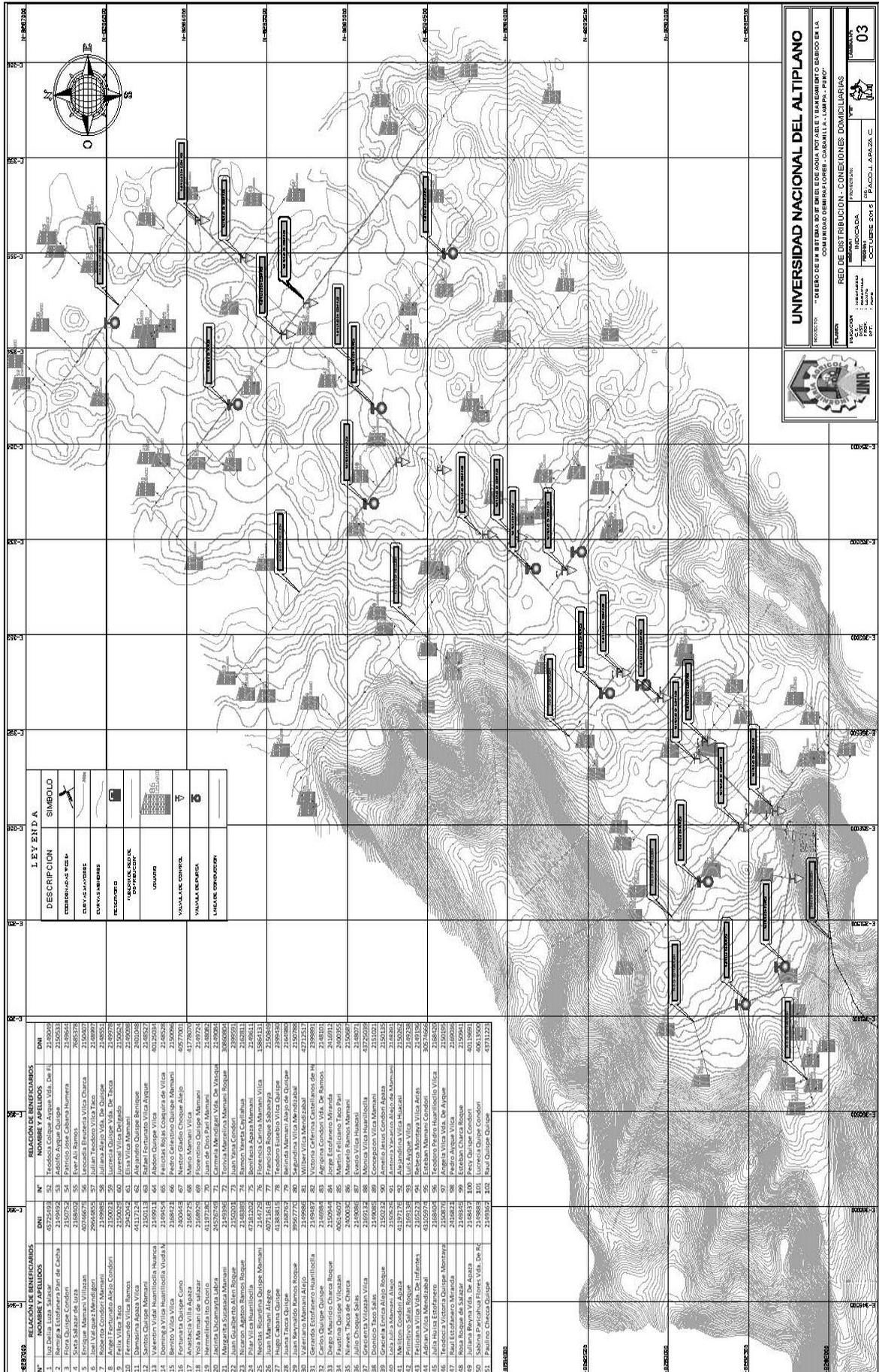
DISEÑO DE UN SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO EN LA COMUNIDAD DE MIRAFLORES - CABANILLA - LAMPA - PUNO

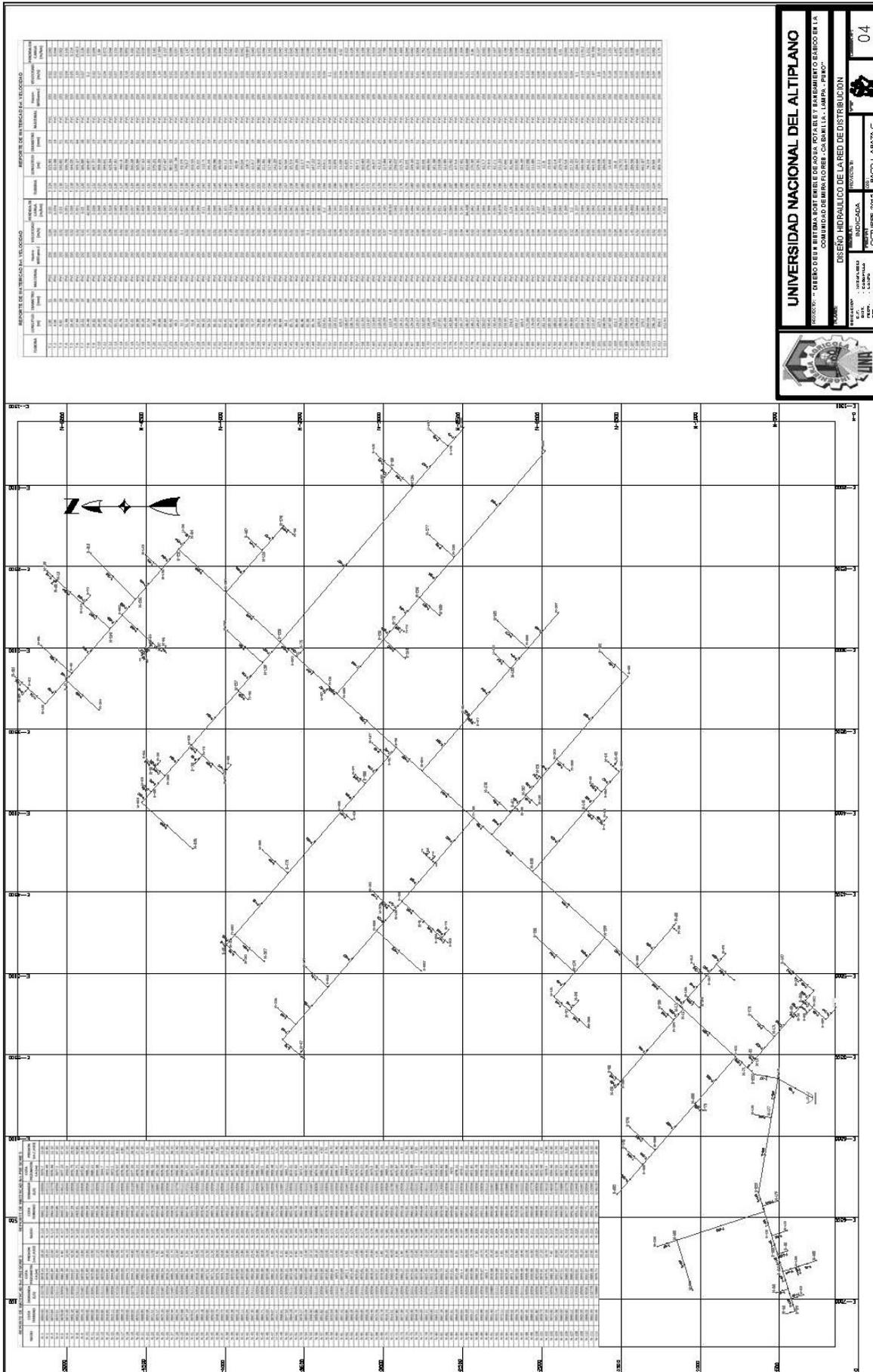
---

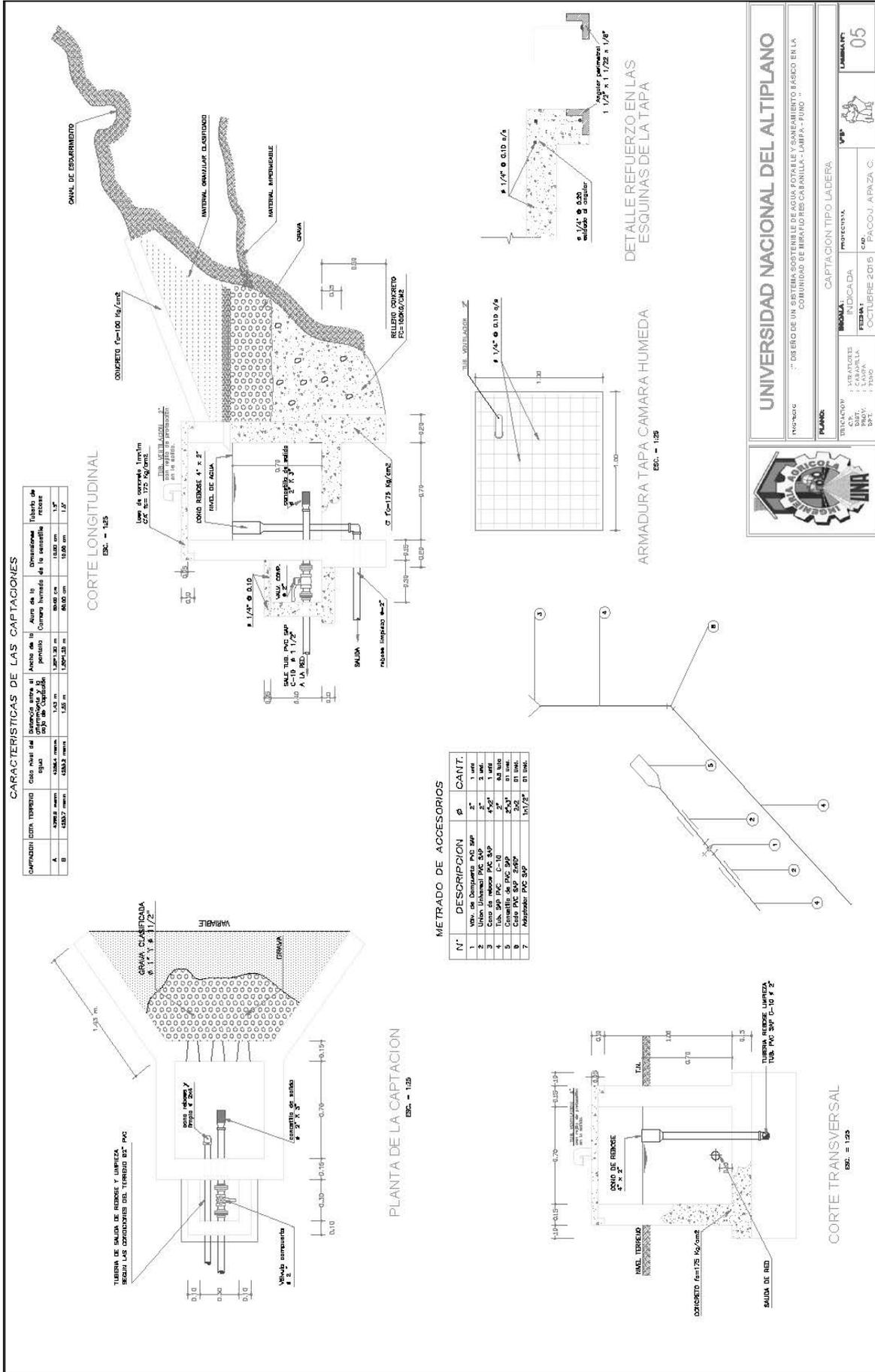
**PLANO DE UBICACION Y ZONIFICACION**

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO C.P.: PUNO TÍTULO: TESIS D.P.T.: 01		PLAN: 01
--	--	----------









**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

Nombre: ... DISEÑO DE UN SISTEMA SOSTENIBLE DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO EN LA COMUNIDAD DE MIRAFLORES CANALILLO - UMAPA - PUNO

PLANO: CAPTACION TIPO LADERA

UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA	INGENIERIA CIVIL
CARRERA	INGENIERIA CIVIL
FECHA	OCTUBRE 2015
DIST.	PACOSI - A. PAZ A. C.
PROFESOR	V.P.
ALUMNO	05



