



# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL, ARQUITECTURA  
Y DISEÑO**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE  
AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE PUCALOMA, DEL CANTÓN  
PAUTE, PROVINCIA DE AZUAY”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**CHRISTIAN GUILLERMO JIMÉNEZ MUÑOZ**

**DIRECTOR:**

**ING. EDMUNDO BARRERA**

**CUENCA - ECUADOR**

**2015**

## **DECLARACIÓN**

Yo, Christian Guillermo Jiménez Muñoz, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

CHRISTIAN GUILLERMO JIMÉNEZ MUÑOZ

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Christian Guillermo Jiménez Muñoz, bajo mi supervisión.

---

ING. EDMUNDO BARRERA

**DIRECTOR**

## DEDICATORIA

En primer lugar, a **DIOS TODOPODEROSO**, por haberme guiado, protegido, por darme la fuerza de voluntad ante las adversidades, la confianza, la determinación para seguir adelante y haber alcanzado uno de mis mayores propósitos en la vida.

A mis padres por su dedicación y sacrificio para darme todo lo que necesité en esta etapa de mi vida, todo lo que soy se los debo a ustedes y este logro es también suyo.

A mis abuelos y hermanos por el cariño que me han brindado y el apoyo que he obtenido de ellos. Los quiero mucho...

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por cuidarme y protegerme de las malas influencias y darme la oportunidad de haber logrado esta meta.

A mis padres **Guillermo Jiménez** y **Targelia Muñoz** , por inculcarme siempre buenos valores, haberme guiado cuando lo necesité, cuidarme como lo han hecho y darme todo su amor; sin el apoyo y la confianza de ustedes no creo que hubiese llegado hasta aquí, gracias por ser mis padres los quiero mucho.

A mis hermanos **Eugenio** y **Angélica**, que son mi motivación para seguir adelante, y que me enseñan a ser mejor todos los días.

A mis abuelos por quererme, aconsejarme como siempre lo hacen y haberme brindado su más sincero cariño y apoyo.

A todos mis tíos que siempre han compartido momentos especiales conmigo y me han servido de ejemplo.

A mis amigos y primos que están conmigo siempre dándome la fuerza para continuar.

A mi director el Ing. Edmundo Barrera por la oportunidad que me brindó guiándome, asesorándome y por su valiosa colaboración y aporte para lograr la culminación de este trabajo.

*Alguien dijo una vez... "El trabajo es el puente entre el sueño y la realidad". Así que ten cuidado: Si tú tienes grandes sueños estar listo para un montón de trabajo. -J*

MUCHAS GRACIAS A TODOS...

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
LISTA DE FIGURAS .....	VIII
LISTA DE ANEXOS .....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT .....	XII
<b>1 CAPITULO: EL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	1
1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO .....	1
1.1.2 ENTIDAD EJECUTORA.....	1
1.1.3 LOCALIZACIÓN .....	1
1.1.4 MONTO DEL PROYECTO.....	2
1.1.5 PLAZO DE EJECUCIÓN.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 CONTEXTUALIZACION.....	2
1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO.....	3
1.2.3 PROGNOSIS.....	3
1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.5 INTERROGANTES.....	4
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN .....	4
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>2 CAPITULO: MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
2.1 ANTECEDENTES .....	6
2.2 INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE EL ÁREA DEL PROYECTO .....	7
2.2.1 EXTENSIÓN Y LÍMITES .....	7

2.2.2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....	8
2.2.3	TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	8
2.2.4	VIALIDAD .....	9
2.2.5	CONDICIONES SOCIOECONOMICAS Y AMBIENTALES .....	9
2.2.6	LINEA BASE.....	10
2.2.7	INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE .....	13
2.2.8	INFORMACIÓN SOCIO-ECONOMICA DE LA COMUNIDAD DE PUCALOMA.....	14
2.3	ANALISIS DE LA OFERTA .....	19
2.3.1	EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	19
2.4	ANALISIS DE LA DEMANDA.....	34
2.4.1	ANALISIS POBLACIONAL.....	34
2.4.2	ANALISIS DE LA DEMANDA ACTUAL.....	34
2.4.3	ANALISIS DE LA DEMANDA FUTURA .....	34
2.4.4	ANALISIS DE ALTERNATIVAS .....	37
<b>3</b>	<b>CAPITULO: PARÁMETROS Y DISEÑOS HIDRÁULICOS DEL SISTEMA .....</b>	<b>38</b>
3.1	BASES DE DISEÑO.....	38
3.1.1	FUENTE DE ABASTECIMIENTO .....	38
3.1.2	PERIODO DE DISEÑO .....	39
3.1.3	POBLACION DE DISEÑO.....	40
3.1.4	POBLACION ACTUAL .....	40
3.1.5	POBLACION FUTURA .....	40
3.1.6	NIVEL DE SERVICIO .....	42
3.1.7	DOTACION.....	43
3.1.8	VARIACIONES DE CONSUMO .....	43
3.1.9	CAUDALES DE DISEÑO .....	46
3.1.10	PÉRDIDAS DE CARGA .....	47
3.2	DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA.....	48
3.2.1	CAPTACIÓN.....	48
3.2.2	LINEA DE CONDUCCION .....	48
3.2.3	CONEXIONES DOMICILIARIAS.....	55
3.2.4	REDES DE DISTRIBUCION .....	57
3.2.5	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA .....	67
<b>4</b>	<b>CAPITULO: IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>92</b>
4.1	FICHA AMBIENTAL .....	92
4.1.1	PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.....	92
4.1.2	ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	92
4.1.3	DATOS GENERALES.....	92

4.1.4	MARCO LEGAL.....	94
4.1.5	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.....	97
4.1.6	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	97
4.1.7	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN.....	98
4.1.8	PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.....	102
4.1.9	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).....	103
4.1.10	PROCESO DE PARTICIPACIÓN SOCIAL.....	110
4.1.11	CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO.....	110
4.1.12	Cronograma Valorado del Plan De Manejo ambiental (PMA).....	111
<b>5</b>	<b>CAPITULO: PRESUPUESTO.....</b>	<b>112</b>
<b>6</b>	<b>CAPITULO: CRONOGRAMA DE EJECICION DE OBRA.....</b>	<b>121</b>
<b>7</b>	<b>CAPITULO: EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA.....</b>	<b>122</b>
<b>8</b>	<b>CAPITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....</b>	<b>123</b>
8.1	GENERALIDADES.....	123
8.2	SEGURIDAD EN LA OBRA.....	123
8.3	NIVELES DE CONSTRUCCIÓN.....	126
8.4	PERIODO DE PRUEBA.....	127
8.5	ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN.....	127
8.6	ESPECIFICACIONES DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.....	143
8.7	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS.....	148
8.8	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES.....	156
8.9	VÁLVULAS.....	160
8.10	PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL FERROCEMENTO.....	161
<b>9</b>	<b>CAPITULO: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>163</b>
9.1	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	163
<b>10</b>	<b>CAPITULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>171</b>
10.1	CONCLUSIONES.....	171
10.2	RECOMENDACIONES.....	171
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>172</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la comunidad Pucaloma.....	pág.2
Figura 2. Parroquia Paute.....	pág.7
Figura 3.Topografía de la zona.....	pág.8
Figura 4. Vías de la comunidad de Pucaloma.....	pág.9
Figura 5. Reunión de Socialización con la Comunidad.....	pág.11
Figura 6. Escuela existente en Pucaloma, ubicada junto a la casa comunal.....	pág.12
Figura 7. Habitantes por vivienda.....	pág.14
Figura 8. Ocupación de los miembros de la familia.....	pág.15
Figura 9. Servicio de agua.....	pág.15
Figura 10. Problemas de agua en la comunidad.....	pág.16
Figura 11. Eliminación de excretas.....	pág.16
Figura 12. Gasto en medicina.....	pág.17
Figura 13. Población por edad.....	pág.18
Figura 14. Migración en la comunidad Pucaloma.....	pág.18
Figura 15. Captación Yanallpa.....	pág.20
Figura 16. Tanque de drenes de la captación Yanallpa.....	pág.21
Figura 17..Captación Cachiguzo.....	pág.22
Figura 18. Caja de válvulas de la captación de Cachiguzo.....	pág.23
Figura 19. Captación Guagrarrumi.....	pág.24
Figura 20. Drenes de la captación de Guagrarrumi.....	pág.24
Figura 21. Líneas de conducciones actuales.....	pág.26
Figura 22. Actual planta de tratamiento.....	pág.26
Figura 23. Pre filtro de la planta existente.....	pág.27
Figura 24. Actual caseta de cloración.....	pág.27
Figura 25. Tanque de almacenamiento de 20 m3.....	pág.28
Figura 26. Caja de válvulas.....	pág.28
Figura 27. Cerramiento de la planta de tratamiento.....	pág.29
Figura 28. Red de distribución existente.....	pág.29
Figura 29. Domiciliarias con tubería de politubo.....	pág.30
Figura 30. Tanques rompe presión de la red existente.....	pág.30
Figura 31. Línea de carga estática y piezométrica.....	pág.52
Figura 32. Conexión domiciliaria.....	pág.58
Figura 33. Interfaz del programa EPANET.....	pág.60

## LISTA DE CUADROS

Tabla I Coordenadas geográficas de la comunidad de Pucaloma.....	pág.1
Tabla II Población según área geográfica.....	pág.11
Tabla III Aforo de la vertiente Yanallpa.....	pág.21
Tabla IV Aforo de la vertiente Cachiguzo.....	pág.23
Tabla V Aforo en la vertiente Guagrarrumi.....	pág.25
Tabla VI Gastos de agua de la comunidad Pucaloma.....	pág.31
Tabla VII Presiones en la red existente.....	pág.32
Tabla VIII Parámetros de diseño.....	pág.36
Tabla IX Cuadro de poblaciones.....	pág.38
Tabla X Variaciones de consumo.....	pág.38
Tabla XI Calculo de caudales de diseño.....	pág.39
Tabla XII Aforos en las captaciones.....	pág.41
Tabla XIII Formulas para cálculo de población futura.....	pág.42
Tabla XIV Población futura.....	pág.44
Tabla XV Proyecciones Poblacionales según Método Geométrico, Aritmético y Logarítmico.....	pág.44
Tabla XVI Niveles de servicio.....	pág.45
Tabla XVII Dotación.....	pág.46
Tabla XVII Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de agua potable.....	pág.46
Tabla XIX Calculo del caudal medio.....	pág.47
Tabla XX Calculo del caudal máximo diario.....	pág.47
Tabla XXI Calculo del caudal máximo horario.....	pág.47
Tabla XXII Caudales de diseño para los elementos del sistema de agua potable.....	pág.48
Tabla XXIII Ubicación de las captaciones.....	pág.50
Tabla XXIV Cálculos hidráulicos de la conducción de la vertiente Guagrarrumi.....	pág.53
Tabla XXVI Cálculos hidráulicos de la conducción de la vertiente Cachiguzo.....	pág.55
Tabla XXVII Válvula de aire y purga.....	pág.57
Tabla XXVIII Ubicación de los tanques rompe presión.....	pág.57
Tabla XXIX Caudales en los nudos.....	pág.65
Tabla XXX Resultados de los cálculos de la red de distribución.....	pág.67
Tabla XXXI Resultados de los análisis fisicoquímico y bacteriológico de agua.....	pág.68
Tabla XXXII Niveles de riesgo en fuentes superficiales.....	pág.69
Tabla XXXIII Espesor del lecho filtrante.....	pág.73
Tabla XXXIV Datos para diseño de FGD.....	pág.74

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** Encuesta socio económica

**ANEXO B.** Calidad del agua

**ANEXO C.** Cálculos hidráulicos

**ANEXO D.** Ficha ambiental

**ANEXO E.** Presupuesto y cronograma

**ANEXO F.** Económico financiero ( VAN – TIR)

**ANEXO G.** Cantidades de obra

**ANEXO H.** Planos

## RESUMEN

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema.

El presente trabajo contiene en forma detallada el procedimiento con el cual se desarrolló el proyecto denominado: Evaluación y rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Pucaloma del Cantón Paute, que beneficiara y mejorara las condiciones de vida directamente a 147 familias con un total de 431 habitantes.

El mismo contiene la investigación de campo realizada, la cual generó la información monográfica del lugar de manera que cuenten con un sistema eficiente, técnicamente diseñado, confiable y que cumpla los parámetros ambientales necesarios. Además en el presente trabajo se analiza de manera técnica y de campo, sobre: el aspecto físico, socio económico, evaluación del sistema actual, estudios topográficos, parámetros y diseños hidráulicos, viabilidad y plan de sostenibilidad, ficha ambiental, presupuesto, especificaciones técnicas, manual de operación y mantenimiento y finalmente se realizará las conclusiones y recomendaciones.

Todos los diseños obtenidos han sido validados con el software computacional EPANET ideal para modelación hidráulica convirtiéndose éste en una herramienta fundamental en el desarrollo de este trabajo.

**Palabras clave:** Diseño Hidráulico, Topografía, Ficha Ambiental, EPANET.

## **ABSTRACT**

A system of water supply consists in a set of works needed for fetching, lead, treat, store and distribute water from natural sources, whether underground or surface to the houses of the people who be benefited by this system.

This paper contains in detail the process by which the referred project was developed: Evaluate and redesign the system of potable water of the community Pucaloma of Paute Canton which will benefit and improve directly the living conditions to 147 families totaling 431 people.

It contains the field research, which generated the monographic information of the location so that they have an efficient, technically design, reliable and meeting the required environmental parameters. Also in this paper we analyze technical and a field way for: physical appearance, socioeconomic, evaluation of the current system, surveying, parameters and hydraulic designs, feasibility and sustainability plan, environmental tab, budget, technical specifications, operation and maintenance manual and finally the conclusions and recommendations made.

All obtained designs have been validated with the EPANET computer software appropriate for hydraulic modeling making it an essential tool in the development of this paper.

**Keywords:** Hydraulic design, Topography, Environmental tab, EPANET.



# 1 CAPITULO: EL PROBLEMA

## 1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

### 1.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Evaluación y rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Pucaloma, del cantón Paute, provincia de Azuay.

### 1.1.2 ENTIDAD EJECUTORA

El Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Paute, a través del Departamento de Agua Potable y Alcantarillado será la encargada de la ejecución de este proyecto.

### 1.1.3 LOCALIZACIÓN

El proyecto correspondiente se ubica en la Comunidad de Pucaloma de la parroquia de Paute, perteneciente al Cantón Paute de la Provincia del Azuay.

El centro de la zona del proyecto se encuentra ubicada en las coordenadas del sistema UTM WGS84 E=745928.37; N=9690843.83; Z=2831.64 msnm, en la jurisdicción del Cantón Paute, cuenta con un sistema propio de agua potable, la población se abastece a través de las domiciliarias de agua potable de forma irregular debido a que no existe una continuidad y cantidad suficiente en el servicio brindado porque el sistema actual ha cumplido su vida útil.

Pucaloma está localizada a una distancia de 49.3 km, desde la ciudad de Cuenca; conectada por la vía Cuenca-Descanso –Paute.

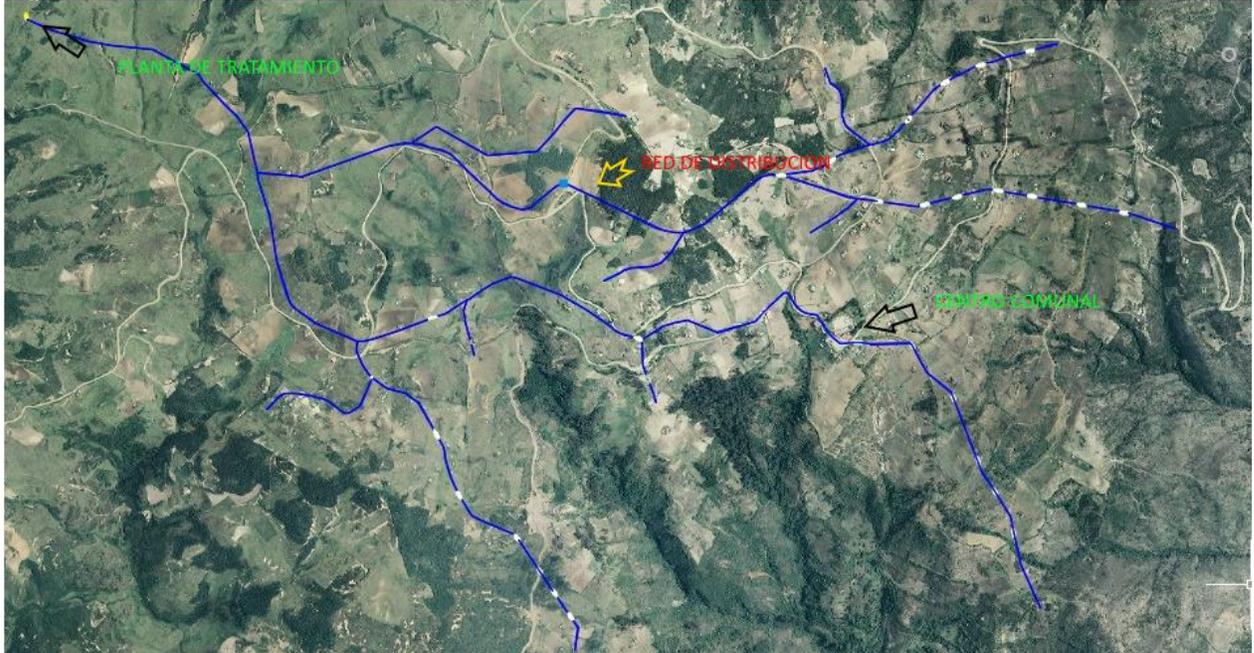
TABLA I Coordenadas geográficas de la comunidad de Pucaloma

UBICACIÓN GEOGRÁFICA				
PUNTO	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM WGS84		ALTITUD (msnm)
		ESTE	NORTE	
1	CENTRO COMUNAL	745928,37	9690843,83	2831,64
2	PLANTA DE TRATAMIENTO	743890,05	9691592,42	2995,32

Elaboro: Investigador



Fig.1 Ubicación de la comunidad Pucaloma



Fuente: Orto foto Paute

Elaboro: Investigador

#### 1.1.4 MONTO DEL PROYECTO

La inversión total del Proyecto es de **261471.49** dólares americanos, INCLUIDO I.V.A.

#### 1.1.5 PLAZO DE EJECUCIÓN

El tiempo de ejecución del proyecto será de 180 días.

### 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.2.1 CONTEXTUALIZACION

En el proyecto de trabajo de investigación se plantea una propuesta de solucionar el problema de la comunidad, el abastecimiento de agua potable.



El lugar a desarrollar dicha propuesta es en la comunidad de Pucaloma, ubicada en el cantón Paute, lugar en el cual la vida útil del sistema de agua potable ha concluido debido a que tiene más de 20 años ya que fue construido en el año de 1990 por el IEOS.

La comunidad de Pucaloma cuenta con un sistema de abastecimiento de agua entubada, que ya no cumple con las demandas exigidas por el consumo de la población, ocasionando que algunos de los pobladores solo cuenten con pocas horas de servicio durante el día

### **1.2.2 ANÁLISIS CRÍTICO**

El agua potable debe interesar a toda la humanidad porque podemos consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. Sin embargo cuando se vive en zonas rurales distantes a las áreas urbanas y no disponen de servicios básicos como es el caso de la comunidad de Pucaloma que no cuenta con este líquido en buena calidad y es ingerida por las personas comienza a evidenciarse enfermedades y debilitamiento de su salud.

Por esta razón, la investigación está desarrollada para solucionar los distintos problemas que presenta la comunidad ante un insuficiente sistema de distribución de agua potable, considerando que con el abastecimiento de Agua Potable los habitantes de la comunidad de Pucaloma tendrán una mejor calidad de vida, a través de la cantidad y calidad del servicio, contribuyendo así al desarrollo socio-económico en el sector, y cumpliendo con el deber que tienen las instituciones públicas y autoridades del sector de dotar de servicios básicos a los habitantes.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

Las características y condiciones actuales que presenta la población de Pucaloma amerita un estudio y diseño completo de suministro de agua potable, puesto que la comunidad al momento cuenta con un sistema ineficiente.

Si no se realiza la investigación para implementar el Sistema de Agua Potable actual de esta población, los habitantes no tendrán un buen desarrollo y se deterioraría su estilo de vida, debido a la poca cantidad agua potable servida y su regularidad.

Por esta razón amerita un trabajo en conjunto proyecto se haga realidad de manera urgente para garantizar la salud de sus habitantes.

### **1.2.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Un antiguo sistema de agua potable que no cumple con los parámetros y demandas, constituye un atentado a la salud y vida de los habitantes de la comunidad de Pucaloma del cantón paute, provincia del Azuay?

**Variable independiente:** Sistema de Agua Potable.



**Variable Dependiente:** Salud y calidad de vida de los habitantes

### 1.2.5 INTERROGANTES

¿Un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable, mejoraría la calidad de vida de una población?

¿Se puede brindar un agua de buena calidad y cantidad?

¿Qué estudios son necesarios para poder realizar el mejoramiento del sistema de agua potable?

### 1.2.6 DELIMITACIÓN DEL OBJETO DE INVESTIGACIÓN

**Delimitación del Contenido:** El presente trabajo de investigación corresponde a las siguientes áreas de investigación:

- Área hidráulica, para realizar los diseños de los componentes del sistema.
- Área estadística, para obtener la población actual y futura.

**Delimitación Espacial:** Para la investigación de este proyecto se realizarán estudios de campo aplicados en la comunidad de Pucaloma, parroquia Paute del cantón Paute, provincia del Azuay.

**Delimitación Temporal:** El trabajo concerniente al “Evaluación y rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Pucaloma, del cantón Paute, provincia de Azuay” se estudiará desde el punto técnico, legal y social.

## 1.3 JUSTIFICACIÓN

Los estudios de saneamiento ambiental realizados en esta investigación, son necesarios ya que permitirán que los miembros de la comunidad de Pucaloma conozcan cuál es su realidad y cuáles son los mecanismos más adecuados para mejorarla. Este trabajo está encaminado a concienciar y capacitar a la comunidad sobre la necesidad de implementar el servicio de saneamiento ambiental, y así mejorar la calidad de vida de sus familias y la comunidad en general, creando un ambiente sano, limpio y sin contaminación. Contribuyendo así también con el plan del Buen Vivir planteado por el Gobierno de la República del Ecuador.

La Constitución del Ecuador 2008 dice:

*Art. 12.-El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, y el*



*Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.*

*Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.*

Además con este trabajo de investigación la Universidad Católica de Cuenca, cumple con el compromiso de contribuir al desarrollo social y económico que tiene con la población.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar y rediseñar el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Pucaloma, del cantón paute, provincia de Azuay.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Recopilar información topográfica de la zona del proyecto.
- Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable existente.
- Diseñar los componentes del sistema de agua potable.
- Detallar las especificaciones técnicas, memoria descriptiva y presupuesto, requerida para la ejecución del proyecto de rediseño del sistema de agua potable.
- Socializar el manejo y uso del sistema de agua potable a la comunidad.



## 2 CAPITULO: MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES

La Universidad Católica de Cuenca y el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Paute, impulsando el desarrollo del área de saneamiento, prevé mejorar la calidad y la cobertura de los servicios paralelamente al crecimiento poblacional y consecuente demanda de los mismos.

En el presente proyecto de trabajo de investigación se plantea una propuesta de solucionar el problema de la comunidad, el abastecimiento de agua potable.

El lugar a desarrollar dicha propuesta es en la comunidad de Pucaloma, ubicada en la parroquia Paute perteneciente al Cantón Paute, lugar en el cual la vida útil del sistema de agua potable ha concluido debido a que tiene más de 20 años ya que fue construido en el año de 1990 por el ex IEOS. Razón por la cual ya no cumple con las demandas y presiones para el consumo de la población, ocasionando que algunos de los pobladores solo cuenten con pocas horas de servicio durante el día y además no es potabilizada.

A continuación se presentan los aspectos básicos del alcance, metodología criterios y parámetros observados en el desarrollo del estudio.

- Período de diseño. Se utiliza un periodo de diseño de 20 años, establecido hasta el año 2035, se enmarca en el límite superior del rango normalmente utilizado según las normativas de diseño para este tipo de proyectos.
- Estudios de proyección poblacional. En efecto, se considera la información censal oficial realizada en la comunidad, y las tasas de crecimiento determinadas por las normativas de la SENAGUA.
- Establecimiento de los parámetros de diseño básicos complementarios: dotaciones de agua, factores de mayoración de consumo, caudales y volúmenes de diseño de los distintos componentes del proyecto. Tales parámetros tienen el respaldo de la normativa ecuatoriana expedida por la SENAGUA.
- Desde el punto de vista hidrológico, se sustenta la existencia de los caudales mínimos necesarios en el sitio actual de captación para abastecer normalmente al sistema.
- Se expone los trabajos complementarios de ingeniería básica a ser desarrollados para llevar a cabo los diseños definitivos.



## 2.2 INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE EL ÁREA DEL PROYECTO

### 2.2.1 EXTENSIÓN Y LÍMITES

#### 2.2.1.1 A NIVEL CANTONAL

El cantón Paute se encuentra situado en la cuenca del Río Paute, tiene una extensión de 271 km<sup>2</sup>, considerando la población del último censo la densidad poblacional de 94.07 hab/Km<sup>2</sup>.

Tiene como límites al norte el cantón Azogues, al sur los cantones Gualaceo y Cuenca, al este los cantones Guachapala y Sevilla de Oro y al oeste el Cantón Azogues.

#### 2.2.1.2 A NIVEL PARROQUIAL

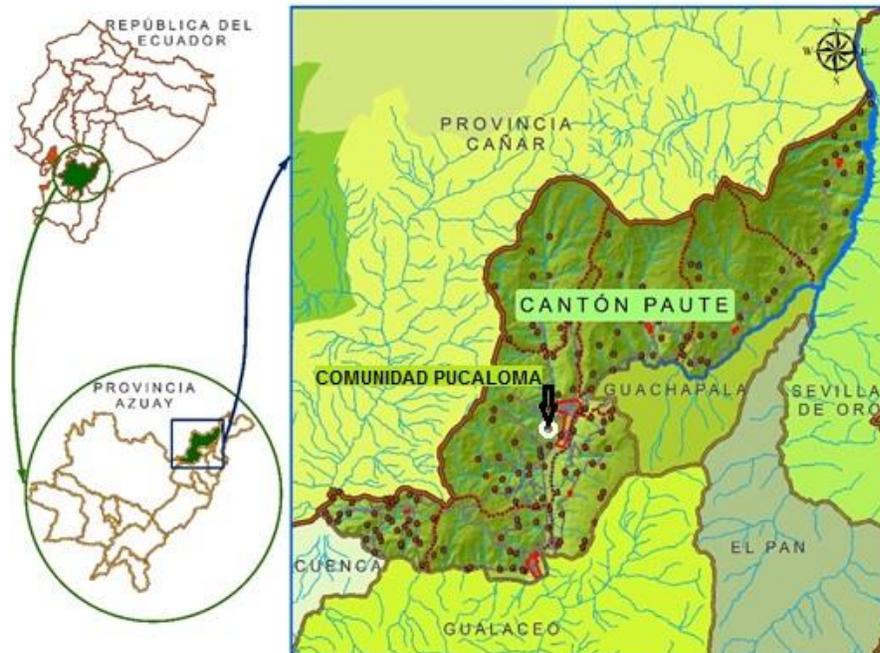
La parroquia Paute tiene una extensión de 49.80 Km<sup>2</sup> que representa el 18.37 por ciento del territorio cantonal. Localizada a una distancia de 42 km, desde la ciudad de Cuenca; conectada por la vía Cuenca-Descanso -Paute.

Limita al norte, con la parroquia Bulan; al sur, con la parroquia El Cabo; al este, con las parroquias Dug-Dug y Chican; y, por el oeste, con la parroquia San Miguel del cantón Azogues de la provincia Cañar.

#### 2.2.1.3 A NIVEL COMUNAL

El proyecto correspondiente se ubica en la Comunidad de Pucaloma, perteneciente a la parroquia Paute del Cantón Paute dentro de la jurisdicción de la Provincia de Azuay.

Fig.2 Parroquia Paute



Fuente: GAD de Paute

Elaboro: Investigador



## 2.2.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La comunidad de Pucaloma está ubicada en las coordenadas UTM WGS84 E=745928.37 ; N=9690843.83; Z=2831msnm en la jurisdicción del Cantón Paute

El área de influencia del proyecto no se encuentra dentro de un área que haya sido declarada como Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) o como Patrimonio Forestal del Estado.

## 2.2.3 TOPOGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Es una zona de montaña con rangos altitudinales que van desde los 3095.12 m.s.n.m en el sector de las vertientes, hasta 2615.23 m.s.n.m en viviendas del extremo de la comunidad, presenta fuertes pendientes alrededor del 32%, por lo que es notoria la erosión del suelo causada por la escorrentía en períodos lluviosos, cubre parte de la región sur oriental del austro, es una zona perteneciente a la cuenca del Río Paute por tanto su drenaje se dirige hacia este río.

Como parte de los planos del estudio se incluye la topografía general del área del proyecto, en el cual se puede identificar de manera general las áreas planas regulares y las más escarpadas e irregulares.

Fig.3 Topografía de la zona



Elaboro: Investigador

*El clima se define como Clima Ecuatorial Meso térmico Semi-Húmedo y Húmedo: Se localiza en la zona interandina (Valle de Paute) y zonas con alturas mayores a los 1.900 msnm - 3.200 msnm; las temperaturas medias anuales están entre los 12°y 20° C, en tanto que la temperatura máxima es de hasta 30°C y la mínima a veces bajo 0°C; las lluvias anuales fluctúan entre los 500 mm y los 2.000 mm; la humedad relativa varía de 65% a 85%; y la duración de la insolación está comprendida entre las 1.000 y 2.000 horas*



*anuales*. Pourrut, P (1995) **El Agua en el Ecuador; Clima, Precipitaciones y Escorrentía.**

## 2.2.4 VIALIDAD

Fig.4 Vías de la comunidad de Pucaloma



Elaboro: Investigador

Localizada a una distancia de 49.3 km, desde la ciudad de Cuenca; conectada por la vía Cuenca-Descanso –Paute-Pucaloma.

En general, el área del proyecto corresponde a área rural, actualmente cuenta con una densidad habitacional baja a media. Dadas estas condiciones, en su mayor porcentaje, el sistema vial interno de la zona mantiene las características generales de caminos vecinales o rurales con trazados sinuosos, carpeta de rodadura básica (lastrado) y sin veredas de circulación peatonal.

## 2.2.5 CONDICIONES SOCIOECONOMICAS Y AMBIENTALES

Desde el punto de vista socioeconómico, el objetivo básico del estudio consiste en caracterizar a la población beneficiaria actual y potencial futura que habite la zona, con miras a estimar su grado de aceptación y apoyo al proyecto, así como su capacidad y predisposición al pago del servicio.

De su parte, la caracterización ambiental y el análisis efectuado con motivo de los diseños definitivos, han permitido identificar los aspectos más relevantes de la situación ambiental del área del proyecto.

Estos temas son tratados en detalle en el capítulo de la ficha ambiental; siendo una síntesis de las condiciones actuales la siguiente:



- Las captaciones están dentro de un área de chaparros y otras en áreas de pastizales. El área comunal presenta densidad media de campos y casas, huertos cerca de las casas, algunos árboles nativos como eucalipto, pino y presencia de cultivo de maíz, fréjol, árboles de frutos (manzanas, durazno, tomate, etc.)
- El nivel de servicio sanitario de la población presenta deficiencias, destacando entre ellas la falta de mantenimiento del sistema de agua potable, igual situación acontece con la disposición de aguas servidas que se realizan mediante fosas sépticas y directamente al terreno.

## **2.2.6 LINEA BASE**

### **2.2.6.1 SOCIALIZACIÓN EN LA COMUNIDAD DE PUCALOMA**

#### **OBJETIVOS:**

- Socializar a la población sobre los objetivos para realizar los estudios técnicos y sociales del Sistema de Agua.
- Comprometer la participación de la población en el levantamiento de la información necesaria para elaborar los contenidos del estudio.
- Presentar a la comunidad el Proyecto y comprometer a la misma al trabajo comunitario para la construcción del mejoramiento del sistema de agua potable existente.

Para tal efecto, se recurrió a los siguientes instrumentos de investigación.

#### **INSTRUMENTOS:**

- Reuniones comunitarias.
- Análisis de objetivos y necesidades.
- Levantamientos de la información in situ (Encuesta)

#### **METODOLOGIA:**

Se realizan dos reuniones con la presencia de la comunidad, directivos de la junta de agua potable y el investigador.

#### **DESARROLLO**



El evento se inicia con las palabras de bienvenida del Sr. Manuel Torres Presidente del agua potable de la Comunidad de Pucaloma, quién da la bienvenida a los asistentes y posteriormente me presenta a los asistentes como el responsable de realizar los estudios para el proyecto de Agua Potable para la comunidad.

Luego se presenta los objetivos del estudio, los mismos que están orientados a mejorar las condiciones físicas del sistema para garantizar el consumo de agua de buena calidad y también la continuidad del servicio. Para lo cual se pide a la comunidad que se preste las facilidades para que se pueda realizar los trabajos tanto de levantamientos topográficos, como la colaboración también en las encuestas socio económico que se realicen a los miembros de la comunidad.

Los moradores de la comunidad se muestran su interés con los inicios de los estudios y se comprometen a acompañar en los respectivos recorridos de campo.

Fig.5 Reunión de Socialización con la Comunidad



Elaboro: Investigador

## 2.2.6.2 DIAGNOSTICO PARTICIPATIVO DE LINEA BASE

### Población según ubicación geográfica (urbana y rural)

El 73,36 % de la población del Cantón Paute se encuentra ubicada en el área urbana y el 26,64% en el área rural.

Tabla.II Población según área geográfica

Área	Habitantes	%
Urbana	7.226	73,36
Rural	2.624	26,64
TOTAL	9.850	100,00

Fuente: INEC, Censo de Población y Vivienda 2010

Elaboración: Investigador



### 2.2.6.3 POBLACIÓN DE LA COMUNIDAD

De acuerdo a la Encuesta Censal Socio Económica y Sanitaria realizada el día 28 de marzo del 2015 en la Comunidad de Pucaloma se desprende que cuenta en la actualidad con una población de 354 habitantes, existen alrededor de 116 familias.

### 2.2.6.4 EDUCACIÓN EN LA COMUNIDAD

La comunidad cuenta con la Escuela de educación básica RIO PAUTE, ubicada en el centro junto al santuario de la comunidad donde acuden sus niños y jóvenes para educarse dando un total de 34 alumnos. Mientras tanto al no existir colegio en la comunidad los jóvenes tienen que viajar al centro cantonal de Paute para poder estudiar.

Fig.6 Escuela existente en Pucaloma, ubicada junto a la casa comunal



Elaboro: Investigador

### 2.2.6.5 CONDICIONES DE SALUD DE LA COMUNIDAD DE PUCALOMA

En relación con las condiciones de salud de la población y la oferta de servicios, la situación de la comunidad de Pucaloma es común a los demás asentamientos del sector en donde no existe un centro médico de asistencia. Los pobladores se dirigen a un Dispensario Médico cercano o directamente al hospital cantonal de Paute, que es un centro médico público y en casos de estudios y tratamientos especializados remite a los pacientes al Hospital Regional de Cuenca o al Hospital Regional del Seguro Social, ya que algunos de los pobladores tienen acceso mediante la afiliación al Seguro Social Campesino.



## **2.2.6.6 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO**

### **Uso Actual de suelo**

La vegetación natural está compuesta en esta zona de: monte siempre verde, densa, con árboles con epifitas por la humedad alta; una gran parte de la zona está ocupada por un sistema agrícola con un maíz como cultivo principal. En las partes más altas los pastos aparecen, a veces, en combinación con maíz. También existen huertos frutales de manzanas y durazno.

### **Uso Potencial**

El mejor uso de estas tierras es la ganadería, con pastos y el desarrollo forestal; para las pendientes fuertes, papas en las partes más planas.

## **CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS**

### **2.2.7 INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE**

#### **2.2.7.1 AGUA POTABLE**

La comunidad de Pucaloma actualmente dispone de un servicio de agua entubada, existe redes de distribución de agua potable que trabajan en condiciones deficientes. Estas redes fueron instaladas hace aproximadamente 20 años al igual que todo el sistema.

La comunidad cuenta con tres captaciones denominadas Yanallpa y Chico Guagarumi y Cachiguzo que se encuentran a una distancia de 1607 m, 667 m y 183 m respectivamente desde la planta de tratamiento existente.

#### **2.2.7.2 AGUAS SERVIDAS**

No existe un sistema de tratamiento de las aguas servidas. Las casas solo disponen de letrinas y fosas sépticas.

#### **2.2.7.3 SISTEMA VÍAL**

Pucaloma está comunicada desde la ciudad de Paute a través de la vía Paute - Pucaloma a una distancia de 7.3 Km desde el cementerio (Colegio Técnico 26 de Febrero), desde esta se asciende 7.3 Km y se llega al centro de la comunidad. Las vías de ingreso son lastradas.

#### **2.2.7.4 ENERGÍA ELECTRICA Y TELEFONIA**



La comunidad si dispone de energía eléctrica suministrada por la empresa regional CENTROSUR., y la mayoría de personas disponen de telefonía móvil.

## 2.2.8 INFORMACIÓN SOCIO-ECONOMICA DE LA COMUNIDAD DE PUCALOMA

En el Anexo A, se presenta los resultados obtenidos de la Encuesta Socio-Económica del Proyecto, y su respaldo físico.

Las conclusiones de la encuesta indican:

Luego de la encuesta socioeconómica sanitaria hecha a la comunidad de Pucaloma, podemos concluir que:

- El 100% de encuestados está de acuerdo con la construcción del sistema de agua potable para la comunidad de Pucaloma, Cantón Paute.

### 2.2.8.1 DATOS DE LA FAMILIA Y LA VIVIENDA

- En la mayor parte de viviendas encuestadas, 63.16 % vive de 1-3 habitantes.

Fig.7 Habitantes por vivienda

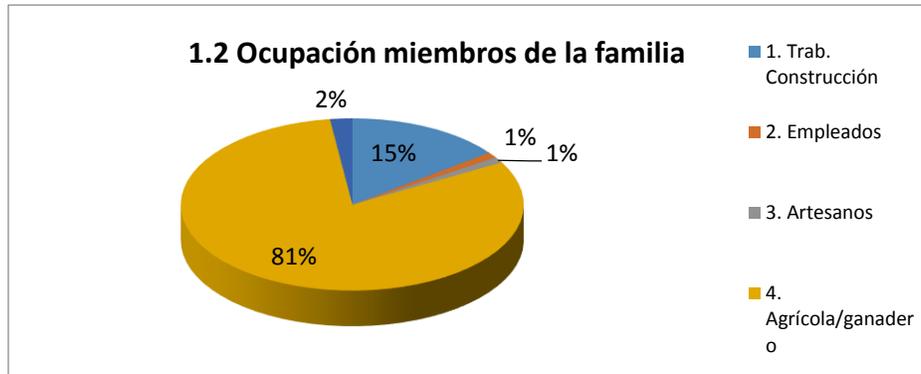


Elaboro: Investigador



- De los encuestados el 81.05% tiene como ocupación la actividad agrícola-ganadera.

Fig.8 Ocupación de los miembros de la familia



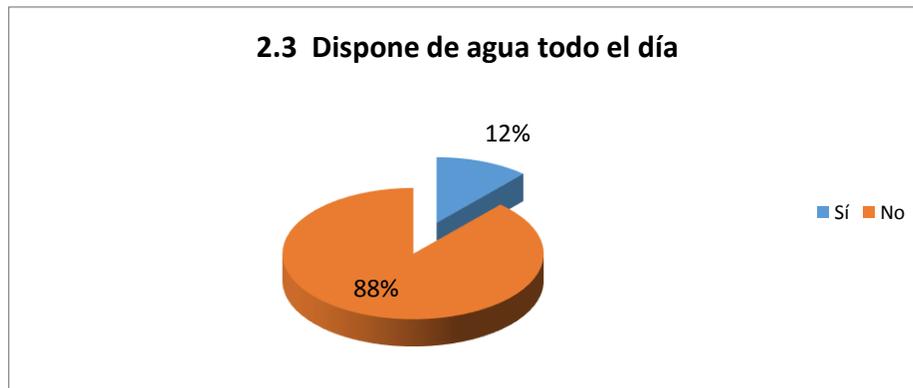
Elaboro: Investigador

- El uso del inmueble mayoritariamente es residencial 96.84%.
- La tenencia de la vivienda es propia en un porcentaje del 85.26%.
- El tipo de construcción mayoritario es de bahareque/adobe 48.42%.

**2.2.8.2 EVALUACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

- El 100% de encuestados disponen de red de agua.
- El 100% dispone de conexión domiciliaria de agua.
- El 100% de los encuestados cuenta con medidor.
- El 11.58% de las viviendas encuestadas tienen agua durante todo el día.

Fig.9 Servicio de agua

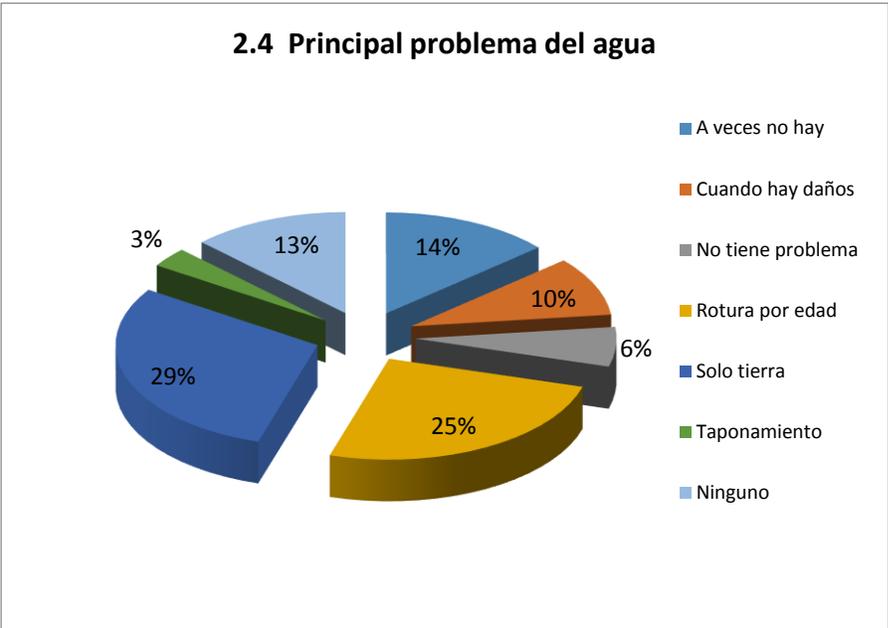


Elaboro: Investigador

- El 87.37% de la población que dijo tener problemas con el servicio de agua, señalan: poco caudal, cortes, impurezas, tuberías caducadas.



Fig.10 Problemas de agua en la comunidad

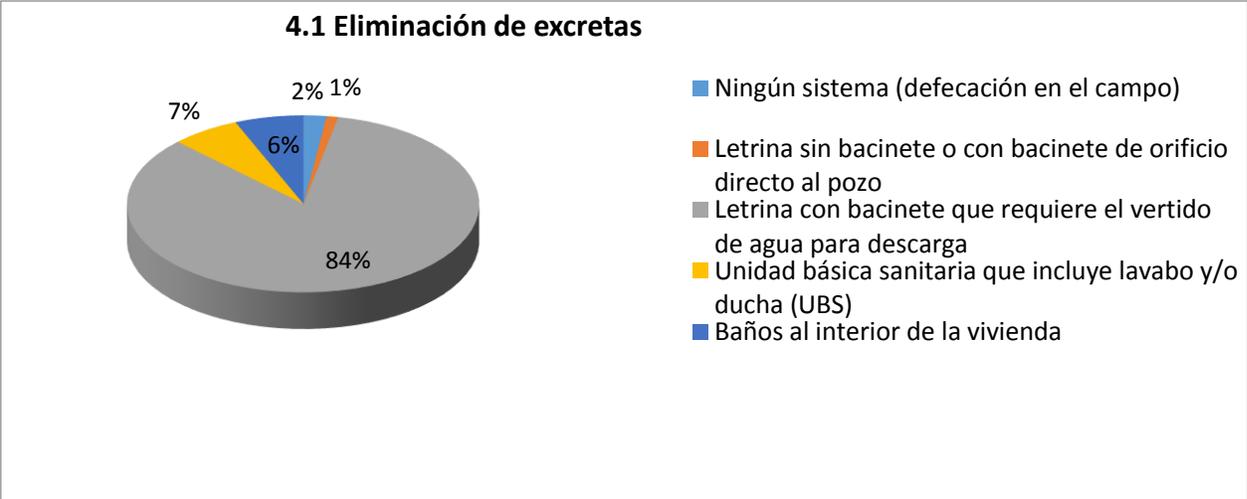


Elaboro: Investigador

- El 100% conoce que existe una Organización que maneja el agua.

### 2.2.8.3 EVALUACION DE LOS SISTEMAS INDIVIDUALES DE DISPOSICION DE EXCRETAS

Fig.11 Eliminación de excretas



Elaboro: Investigador

- El 84.21% de la población si dispone de un sistema de excretas.



- El 1.05% de la población dispone de letrina sin bacinete o con bacinete de orificio directo al pozo.
- El 6.32% tiene baños al interior de la vivienda
- El resto de la población indica que el principal problema es el rezume de aguas.

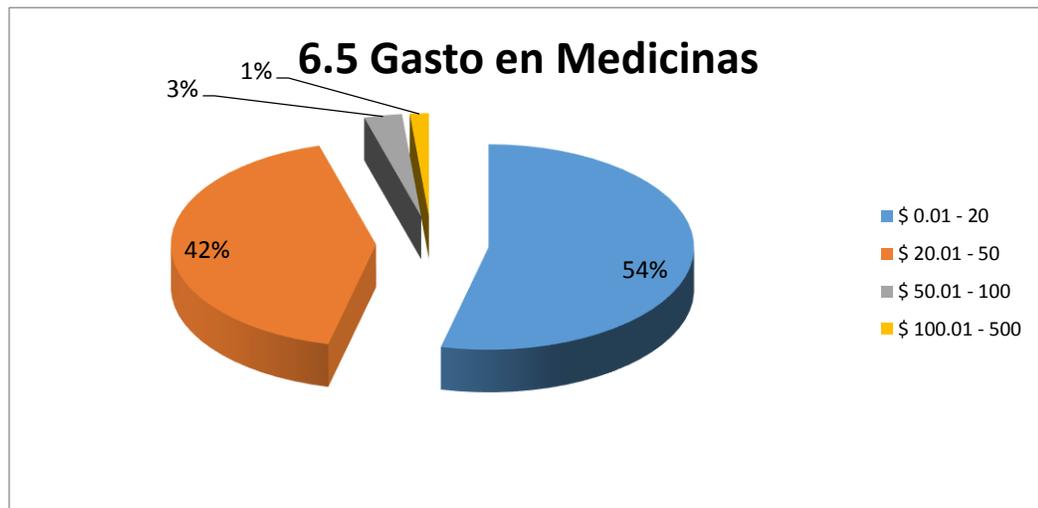
#### 2.2.8.4 CONDICIONES DE LA SALUD DE LA FAMILIA

- En cuanto a las condiciones de salud de la familia el 16.84% no sufre de enfermedades diarreicas y/o parásitos, el 33.68% no tiene enfermedades respiratorias y 41.05% no presenta alergias en la piel.

#### 2.2.8.5 GASTOS MENSUALES FAMILIARES EN SERVICIOS BASICOS

- De agua el 96.84% de población paga \$ 2.50 (base)
- El 37.89% de población paga de \$ 5-10 dólares por concepto de luz.
- El 77.89% de población no tiene servicio telefónico convencional.
- El 22.11% de población gasta de \$ 20-40 dólares por concepto de transporte.
- El 37.89% de población gasta de \$ 5-20 dólares por concepto de medicina.

Fig.12 Gasto en medicina



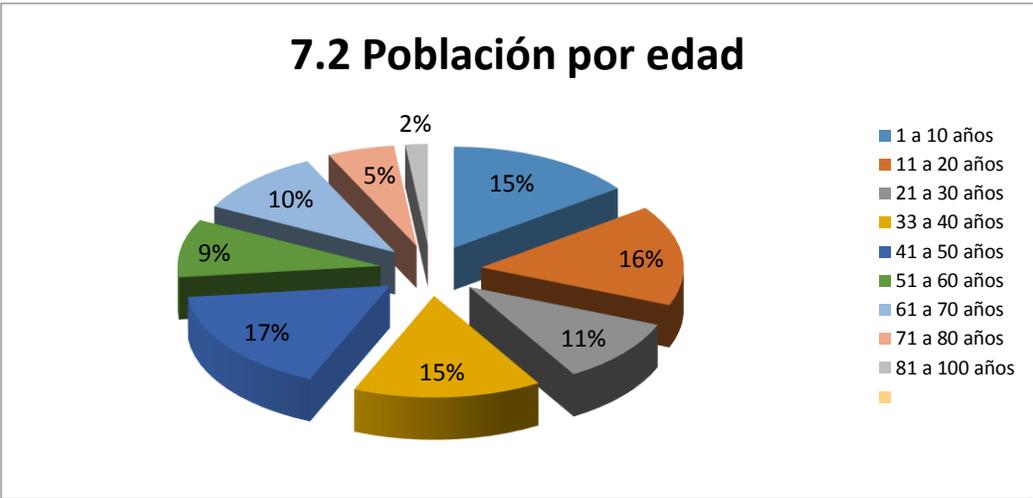
Elaboro: Investigador

#### 2.2.8.6 CARACTERISTICAS MIEMBROS DEL HOGAR

- El 16.79% de la población encuestada está entre una edad de 41 a 50 años.
- De las personas encuestadas el 48.93% son mujeres.



Fig.13 Poblacion por edad



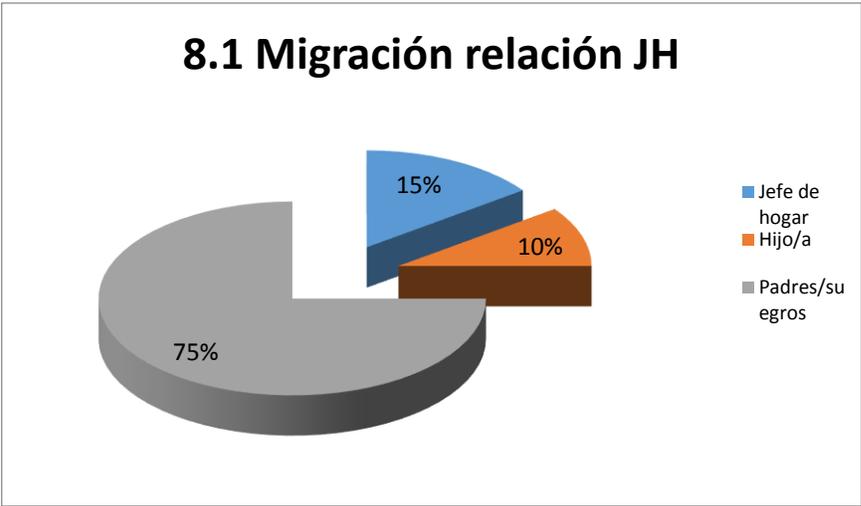
Elaboro: Investigador

- El 47.50% de la población sabe leer y escribir

**2.2.8.7 MIGRACION**

- Desde antes del año 2000 hasta el año 2011 migraron 20 personas de esta comunidad, 17 hacia EEUU y 3 hacia España por motivo de trabajo.

Fig.14 Migración en la comunidad Pucaloma



Elaboro: Investigador



## 2.3 ANALISIS DE LA OFERTA

### 2.3.1 EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Los principales problemas que se presentan en esta comunidad son el mal funcionamiento de la planta de tratamiento actual debido a la edad avanzada de las estructuras, además que la línea de conducción de la vertiente de Yanallpa no se encuentra en su totalidad entubada ya que el tramo inicial es de canal abierto sin revestimiento que atraviesa por pastizales y la presencia de ganado vacuno cercano al canal contamina las aguas, también las redes se encuentran en mal estado y la mayoría de domiciliarias son de politubo y los medidores se encuentran en malas condiciones.

El mal funcionamiento de las redes de distribución, tubería en mal estado, vejez avanzada de la tubería, taponamiento constantes y la falta de un operador para el continuo mantenimiento ocasionan graves inconvenientes a los usuarios en lo que respecta a la calidad y continuidad.

El sistema de abastecimiento actual se lo realiza mediante tuberías de PVC de 25mm y 32mm, además la red cuenta con tanques rompe presión que se están en malas condiciones.

La no existencia de sistemas de control para eventuales reparaciones, mediante válvulas de control y sectorización, obliga al corte de agua para toda la comunidad con frecuencia.

El Sr Manuel Torres, presidente de la Junta de Aguas de la comunidad de Pucaloma indica que el número de usuarios del sistema actual es de 117 usuarios que pagan una tarifa de 2,50 dólares por cada 10 m<sup>3</sup> de agua.

#### 2.3.1.1 DETALLE DEL SISTEMA

Luego del recorrido se propone que el sistema de agua potable estaría conformado por las siguientes unidades:

1. Captaciones
2. Conducción de agua cruda (Aducción)
3. Planta de Tratamiento
4. Red de distribución



### 2.3.1.2 CAPTACIONES

Según información de los usuarios estas fuentes varían en su caudal en épocas de verano.

En la parte superior de la zona de captación existen pastizales y se observa la presencia de ganado vacuno.

Condiciones actuales de las captaciones:

#### CAPTACIÓN YANALLPA

##### Ubicación:

Se encuentra en las coordenadas  $X = 743545.24$ ;  $Y = 9692211.27$ ;  $Z = 3028.95\text{msnm}$

Fig. 15 Captacion Yanallpa



Elaboro: Investigador

#### Elementos que forman la Captación

##### Drenes

Se pudo apreciar que los drenes están funcionando de manera ineficiente, los drenes son de tubería PVC de diámetro de 32mm.

##### Tanque de drenes

La estructura actual se encuentra en mal estado con paredes desgastadas.



Fig.16 Tanque de drenes de la captación Yanallpa



Elaboro: Investigador

### Tanque recolector

Es una estructura de hormigón, fue construida hace 20 años, se observó la presencia de sedimento.

### Caja de válvulas

Las válvulas se encuentran con oxido y deterioradas.

### Aforos

Se realizó los respectivos aforos obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla III Aforo de la vertiente Yanallpa

AFORO DE CAPTACION				
Fuente		Vertiente		
Ubicación		Yanallpa ,Comunidad Pucaloma, Parroquia Paute, Cantón Paute		
Método		Volumétrico		
Fecha		29/03/2015		
Aforador		Investigador		
Observaciones		No se registran precipitaciones el día anterior.		
CAUDAL				
# DE TOMA	LITROS	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)	CAUDAL PROM. (L/s)



1,00	6,00	13,30	0,45	0,45
2,00	6,00	13,40	0,45	
3,00	6,00	13,30	0,45	

Elaboro: Investigador

## CAPTACIÓN CACHIGUZO

### Ubicación:

Se encuentra en las coordenadas X = 743852.29; Y = 9691782.76; Z = 3006.36 msnm

Fig.17 Captación Cachiguzo



Elaboro: Investigador

## Elementos que forman la Captación

### Drenes

La captación es superficial de vertiente en la que se encuentran instalados tubos de PVC de 32mm los cuales recolectan el agua de diferentes puntos, el sitio está cubierto por árboles y delimitado por alambre de púas.

### Tanque recolector

Se encuentra a una distancia de 183 m de la planta, es una estructura de hormigón, fue construido hace 20 años, presenta deterioro, en su interior se observó la presencia de sedimentos.



## Caja de válvulas

Los accesorios se encuentran deteriorados.

Fig.18 Caja de válvulas de la captación de Cachiguzo



Elaboro: Investigador

## Aforos

Tabla IV Aforo de la vertiente Cachiguzo

AFORO DE CAPTACION				
Fuente	Vertiente			
Ubicación	Cachiguzo ,Comunidad Pucaloma, Parroquia Paute, Cantón Paute			
Método	Volumétrico			
Fecha	29/03/2015			
Aforador	Investigador			
Observaciones	No se registran precipitaciones el día anterior.			
CAUDAL				
# DE TOMA	LITROS	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)	CAUDAL PROM. (L/s)
1,00	6,00	73,40	0,08	0,08
2,00	6,00	73,30	0,08	
3,00	6,00	73,30	0,08	

Elaboro: Investigador



## CAPTACIÓN GUAGRARRUMI

**Ubicación:** Se encuentra en las coordenadas X = 744013.09; Y = 9692050.99  
; Z = 3024.05 msnm

Se encuentra rodeada de matorrales y existe presencia de materia vegetal en descomposición.

Fig.19 Captación Guagrarrumi



Elaboro: Investigador

## Elementos que forman la Captación

### Drenes

La captación es superficial de vertiente en la que se encuentran instalado un tubo de PVC de 32mm perforado el mismo que recolecta agua de diferentes puntos.

Fig.20 Drenes de la captación de Guagrarrumi



Elaboro: Investigador



## Tanque recolector

Es una estructura de hormigón que presenta deterioro, en su interior se observó la presencia de sedimentos.

## Caja de válvulas

Está en condiciones similares al tanque recolector se debe realizar una nueva estructura, además se debe colocar nuevos accesorios.

## Aforos

Tabla V Aforo en la vertiente Guagrarrumi

AFORO DE CAPTACION				
Fuente	Vertiente			
Ubicación	Chico Guagrarrumi - Pucaguzo ,Comunidad Pucaloma, Parroquia Paute, Cantón Paute			
Método	Volumétrico			
Fecha	29/03/2015			
Aforador	Investigador			
Observaciones	No se registran precipitaciones el día anterior.			
CAUDAL				
# DE TOMA	LITROS	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/s)	CAUDAL PROM. (L/s)
1,00	6,00	62,00	0,10	0,10
2,00	6,00	62,10	0,10	
3,00	6,00	62,10	0,10	

Elaboro: Investigador

### 2.3.1.3 CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA

El agua captada actualmente de las captaciones de Yanallpa, Cachiguzo y Guagrarrumi se la conduce por medio de una tubería de 32mm hasta la planta de tratamiento.



En el recorrido por la aducción actual no se observó la instalación de válvulas de aire ni de purga, por lo que se constató el efecto de intermitencias en el agua que llega a la planta de tratamiento.

Los taponamientos en la conducción son frecuentes, esto se debe a la presencia de sedimentos.

Fig.21 Líneas de conducciones actuales



Elaboro: Investigador

#### 2.3.1.4 PLANTA DE TRATAMIENTO

La planta de tratamiento actual se encuentra en las coordenadas X = 743890.05, Y = 9691592.40, Z = 2995.30 msnm, los elementos que la conforman son los siguientes:

- Pre filtro (rectangular)
- Caseta de cloración
- Tanque de distribución de 20m<sup>3</sup>

Fig.22 Actual planta de tratamiento



Elaboro: Investigador



## Pre filtro

Es una estructura de tipo rectangular de 2.00m x 2.50m en su interior y de 1.00m de profundidad.

Del diálogo mantenido con el presidente del sistema de agua de Pucaloma se obtuvo que la edad de la estructura es de más de 20 años, en la inspección se observó que está en condiciones aceptables, pero dependiendo de las estructuras que se deberán construir se optará por mantener o retirar la estructura existente.

Fig.23 Pre filtro de la planta existente



Elaboro: Investigador

## Caseta de Cloración

El área de la caseta de cloración es 1.3m x 1.8m se encuentra en malas condiciones, por lo que se demolerá.

Fig.24 Actual caseta de cloración



Elaboro: Investigador



## Reserva

Es de tipo circular de radio de 1.8m y una altura de 2.5m, es de ferrocemento de 20 m<sup>3</sup> de volumen de almacenamiento, se encuentra en condiciones aceptables.

Fig.25 Tanque de almacenamiento de 20 m<sup>3</sup>



Elaboro: Investigador

## Caja de válvulas

Fig.26 caja de válvulas



Elaboro: Investigador



**Accesorios** Los accesorios de la Planta de Tratamiento se cambiarán en su totalidad, porque se encuentran en mal estado.

**Cerramiento** Se observó que el muro del cerramiento, los tubos y la malla no se encuentra en buenas condiciones..

Fig.27 Cerramiento de la planta de tratamiento

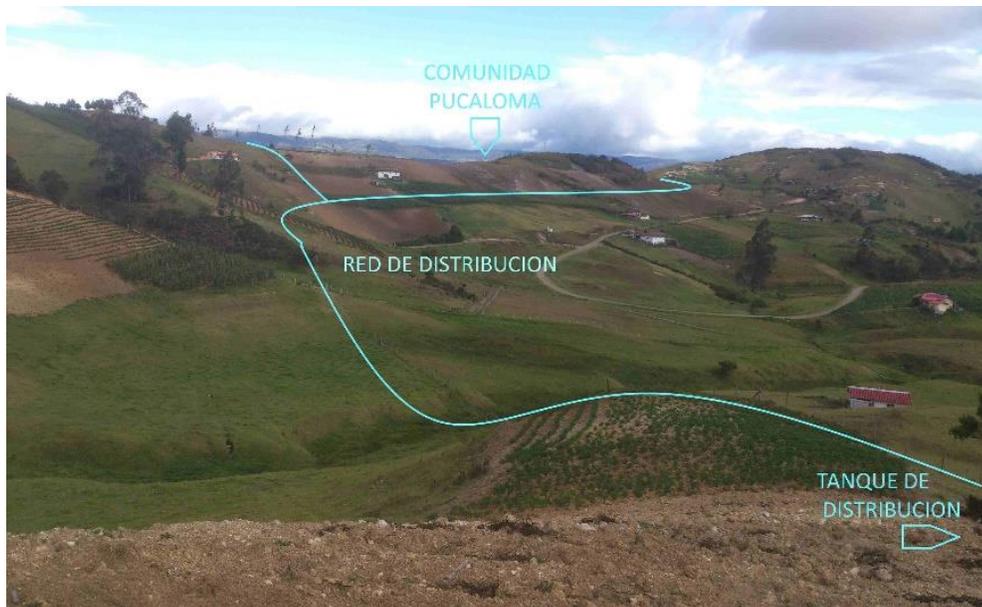


Elaboro: Investigador

### 2.3.1.5 RED DE DISTRIBUCION

La red de distribución actual se encuentra en malas condiciones, es frecuente las obstrucciones en las tuberías, las domiciliarias son de politubo en su mayoría, los medidores se encuentran en mal estado.

Fig.28 Red de distribución existente



Elaboro: Investigador



Fig.29 Domiciliarias con tubería de politubo



Elaboro: Investigador

### 2.3.1.5.1 TANQUES ROMPEPRESION

La mayoría de tanques se encuentran en muy mal estado al igual que las válvulas y accesorios.

Fig.30 Tanques rompe presión de la red existente



Elaboro: Investigador

### 2.3.1.6 CONSUMO DE AGUA ACTUAL DE LA COMUNIDAD

Se ha realizado un promedio de las lecturas tomadas de medidores de los usuarios durante los últimos 10 meses desde enero a octubre del 2015 obteniéndose los siguientes resultados:



Tabla VI Gastos de agua de la comunidad Pucaloma

MESES DE CONSUMO		GASTO DESDE ENERO A OCTUBRE (m3)	GASTO MEDIO MENSUAL (m3)	GASTO MEDIO DIARIO POR CASA (Litros)
LECTURA DEL MEDIDOR				
ENERO	OCTUBRE			
594	649	55	5,50	183,33
7	13	6	0,60	20,00
15	29	14	1,40	46,67
617	651	34	3,40	113,33
603	621	18	1,80	60,00
585	622	37	3,70	123,33
453	472	19	1,90	63,33
899	938	39	3,90	130,00
615	687	72	7,20	240,00
1263	1312	49	4,90	163,33
475	486	11	1,10	36,67
851	885	34	3,40	113,33
221	257	36	3,60	120,00
632	639	7	0,70	23,33
1090	1126	36	3,60	120,00
442	463	21	2,10	70,00
273	316	43	4,30	143,33
175	182	7	0,70	23,33
306	311	5	0,50	16,67
1206	1240	34	3,40	113,33
711	744	33	3,30	110,00
86	106	20	2,00	66,67
1373	1430	57	5,70	190,00
586	590	4	0,40	13,33
413	414	1	0,10	3,33
715	719	4	0,40	13,33
485	487	2	0,20	6,67



421	424	3	0,30	10,00
GASTO PROMEDIO POR CASA(L/Día)				83,5
GASTO PROMEDIO DIARIO POR HABITANTE (L/Hab/Día)				27,82

Elaboro: Investigador

### 2.3.1.7 PRESION EN CADA VIVIENDA DE LA RED ACTUAL

Se ha procedido a medir en los grifos de los usuarios actuales con un manómetro las presiones en m.c.a (metro columna de agua) obteniéndose los resultados que a continuación se indica en la tabla:

Tabla VII Presiones en la red existente

MEDICION DE PRESIONES		
COMUNIDAD PUCALOMA		
NO.	USUARIOS	PRESION (m.c.a)
1	ABAD MERCEDES	15,2
2	BARRIONUEVO LUIS	4,2
3	BARRIONUEVO BENJAMIN	21,3
4	BARRIONUEVO AMADEO	14,2
5	BARRIONUEVO MANUEL	13,3
6	BARRIONUEVO GLORIA	3,3
7	BARRIONUEVO DELIA	15,5
8	BARRIONUEVO CESARIO	2,1
9	BARRIONUEVO BERTA	4,2
10	BERMEO HECTOR	18,3
11	BERMEO OLGA	2,6
12	BERMEO HERMEL	3,2
13	CACERES ESTEBAN	15,2
14	CACERES MIGUEL	2,8
15	CACERES ROSA	3,6
16	CHICHAY CLAUDIO	15,4
17	CAJAS GLORIA	3,2
18	CAJAS JOSE	5,4
19	CAJAS MIGUEL	10,9
20	CAJAS NUBE	7,4
21	CARCHIPULLA LUIS	22,4
22	CARCHIPULLA JOSE	3,2
23	CARCHIPULLA FELIX	3,8
24	CARCHIPULLA ANGELITA	25,1
25	CHICHAY ALEJANDRO	21,4
26	CHICHAY MARIANA	19,6
27	CHICHAY EZEQUIEL	6,3
28	CHICHAY MARIA	2,4
29	CHICHAY JUAN	25,2
30	CHICHAY JOSE	5,7
31	CHICHAY MARIA	20,8
32	CHICHAY SOFIA	4,2
33	CHICHAY TERCITA	2,1
34	CHICHAY ENRIQUE	4,6
35	CHICHAY MERCEDES	18,5
36	CHICHAY CARMELINA	10,1
37	CHICHAY MARIA	6,3
38	CHICHAY JULIO	5,2
39	CHICHAY ROSALIA	10,4
40	CHIMBORAZO MARIA	1,5
41	FAJARDO LUIS	1,9
42	FERNANDEZ HERMELINDA	18,2



43	GOMEZ MARIANA	12,5
44	GOMEZ EDUARDO	15,4
45	GORDILLO MARIA	10,6
46	GUACHUN CELINDA	20,1
47	GUACHUN ROSA	8,1
48	GUACHUN JULIA	10,4
49	GUACHUN MARIA	3,1
50	GUACHUN ANTONIO	2,5
51	GUTIERREZ JOSE	4,2
52	LOJANO BLANCA	5,3
53	LOJANO DELIA	10,4
54	LOJANO ZOILA	6,8
55	LOJANO CELIA	12,2
56	CHICHAY CLAUDIO	1,2
57	TORRES OLIMPIA	16,5
58	LLIVISUPA MARIA	19,8
59	LLIVISUPA MERCEDES	13,3
60	LLIVISUPA MARGARITA	18,5
61	LLUVICURA ANGEL	6,5
62	MOLINA JOSE	2,4
63	MOLINA MARCO	22,3
64	MOLINA LAURA	10,5
65	MOLINA DANIEL	3,2
66	MOLINA MARIANA	1,4
67	ONCE VICENTE	25,3
68	ONCE ETELVINA	20,6
69	ORTIZ MANUEL	5,6
70	ORTIZ MARIA	6,2
71	ORTUÑO FREDDY	10,2
72	PASACA ELVIA	1,5
73	PIÑA TRANSITO	12,8
74	PIÑA ESTER	18,6

75	PESANTEZ MARIA	15,7
76	PICHU MARIA	20,1
77	QUINTUÑA RAUL	1,3
78	BLANCA MARTINEZ	3,2
79	QUINTUÑA ROSALIA	12,5
80	QUINTUÑA MARIA	2,8
81	QUINTUÑA MARIA	2,6
82	QUINTUÑA LUIS	12,4
83	QUINTUÑA ESTER	5,7
84	QUINTUÑA MANUEL	7,6
85	QUINTUÑA ROSA	2,5
86	QUINTUÑA MONICA	2,4
87	SACA NELSON	12,4
88	SACA WILSON	2,6
89	SACA LUIS	15,7
90	SUAREZ CARLOS	13,6
91	SUAREZ ROSALIA	2,4
92	ZUMBA ALEGRIA	4,5
93	SUQUINAGUA BLANCA	15,2
94	SUQUITANA ALFONSO	14,1
95	TAPIA ROSA	2,3
96	TENECORA LUIS	23,6
97	LOJANO YOLANDA	23,8
98	TENECORA DAVID	5,2
99	TENECORA PABLO	21,5
100	TENECORA MARIA	3,9
101	TENECORA JUSTO	20,5
102	TENECORA JULIO	10,2
103	TENECORA CARLOS	5,6
104	TENECORA ROSA	3,6
105	TENECORA MAURO	12,5
106	TENECORA DIGNA	11,4



107	TENECORA ROSA	17,5
108	TORRES MANUEL	10,2
109	TORRES POLIVIO	1,8
110	TORRES MANUEL	8,6
111	TORRES RODRIGO	1,2
112	YANZA ROSA	11,6

113	YANZA NATIVIDAD	10,5
114	YANZA MANUEL	24,6
115	ZHICAY TRANSITO	20,6
116	CORDERO JACINTO	13,5
117	MARIA TAZA	3,6

Elaboro: Investigador

## 2.4 ANALISIS DE LA DEMANDA

### 2.4.1 ANALISIS POBLACIONAL

De acuerdo a la información entregada por los directivos la comunidad cuenta actualmente con 116 usuarios, al informar a la comunidad que se realizarán los estudios para un nuevo sistema de agua potable, los dueños de 3 viviendas desean adicionarse al proyecto, en el levantamiento topográfico se encuentran registradas 119 viviendas las cuales serán consideradas para el proyecto. También en la Comunidad funciona la Escuela "Rio Paute" con una población estudiantil de 34 alumnos y tres profesores, población estudiantil que es considerada como influencia al total de la población de la Comunidad de Pucaloma en un 15%.

A partir del levantamiento topográfico y de las encuestas se ha llegado a determinar que existen propietarios que poseen predios tanto en el centro comunal como en las afueras de forma que se asumirá un promedio de 2.91 habitante/casa.

### 2.4.2 ANALISIS DE LA DEMANDA ACTUAL

Se realizó una medición in situ de los caudales de la captación actual dando como resultado un caudal promedio de 0.63 l/s. El gasto promedio según la medición realizada es de 27.82 l/hab/día. De acuerdo a las normas de la SENAGUA, la dotación requerida es de 75 l/hab/día.

### 2.4.3 ANALISIS DE LA DEMANDA FUTURA

Las proyecciones poblacionales se realizaron sobre la base de las normas de la SENAGUA para sector rural, que recomiendan que se haga la proyección poblacional por tres métodos.

La proyección poblacional se la realiza por tres métodos, el geométrico, el aritmético y el logarítmico, utilizando los siguientes parámetros.



Tabla VIII Parámetros de diseño

PARAMETROS DE DISEÑO	
Tasa de Crecimiento Anual r:	1,00% 1.035(Paute, INEC 2010)
Nivel de Servicio:	IIb Clima Frio
Periodo de Diseño n:	20 Años
Población Actual Po:	353 Hab.

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

Como no se tienen datos de censos de la comunidad de Pucaloma se adopta la tasa de crecimiento del censo 2001-2010: 1.00% .Con esta tasa se realiza la proyección mediante los métodos aritmético, geométrico y logarítmico.

#### Población Futura Método Aritmético Pf:

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r \cdot n}{100}\right) \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

**Pf**= Población final = 424 hab.

**Pa**= Población inicial = 353 hab.

**r**= tasa de crecimiento = 1%

**n**= número de años =20 años

#### Población Futura Método Geométrico Pf:

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

**Pf**= Población final = 431 hab.

**Pa**= Población inicial = 353 hab.

**r**= tasa de crecimiento = 1%

**n**= número de años =20 años

#### Población Futura Método Logarítmico Pf:

$$Pf = Pa * e^{\frac{rn}{100}} \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

**Pf**= Población final = 431 hab.

**Pa**= Población inicial = 353 hab.

**r**= tasa de crecimiento = 1%

**n**= número de años =20 años



Los resultados obtenidos al año 2035 fueron los siguientes:

### Cuadro resumen de cálculo de poblaciones

Tabla IX Cuadro de poblaciones

DESCRIPCION	NUMERO DE HABITANTES	
Población Actual $P_a$ :	353	Hab.
Población Futura Método Aritmético $P_f$ :	424	Hab.
Población Futura Método Geométrico $P_f$ :	431	Hab.
Población Futura Método Logarítmico $P_f$ :	431	Hab.
Población Futura Asumida $P_f$ :	431	Hab.

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

Se adoptaron los resultados obtenidos por el método geométrico, que es el que más se adapta a los crecimientos poblacionales.

Puesto que actualmente el consumo por habitante es de 27.82 l/hab/día; se ha adoptado las recomendaciones dadas por la SENAGUA, para Sistemas de Abastecimiento en el Área Rural y que indican una dotación de 75 l/hab./día para un nivel de servicio II b.

De acuerdo a las especificaciones dadas por la normas del SENAGUA, se recomienda considerar un factor de pérdidas de 20%, un coeficiente de mayoración para el caudal máximo diario de 1.25 y para el caudal máximo horario de 3. Estos parámetros han sido utilizados, obteniéndose los siguientes resultados al final del período de diseño:

Tabla X Variaciones de consumo

VARIACIONES DE CONSUMO	
CAUDAL MEDIO ( $Q_m$ ):	0,45 L/s
CAUDAL MAXIMO DIARIO ( $Q_{MD}$ ):	0,56 L/s
CAUDAL MAXIMO HORARIO( $Q_{MH}$ ):	1,35 L/s

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

Para el diseño de las diferentes unidades se utilizará el caudal máximo diario o máximo horario con su correspondiente factor de mayoración, a continuación se detallan los caudales de diseño:



Tabla XI Calculo de caudales de diseño

ELEMENTO	FORMULA	CAUDAL (L/s)
Captación de agua superficial	1,2 x QMD	0,67
Conducción de agua superficial	1,1 x QMD	0,62
Planta de potabilización	1,1 x QMD	0,62
Distribución	QMH	1,35

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

#### 2.4.4 ANALISIS DE ALTERNATIVAS

De acuerdo a la evaluación se puede decidir por la mejor alternativa realizando el siguiente análisis, tomando en cuenta los componentes del mismo como son la captación, aducción, tratamiento, tanque de reserva y distribución.

Las tuberías se consideran únicamente en PVC ya que las mismas garantizan disminución de perdidas, mayor vida útil, no transmiten olor ni sabor al agua que transportan, en fin brindan mejores condiciones de trabajo para las condiciones que se tienen que cualquier otro material.

El tanque de reserva de 20 m<sup>3</sup> será mejorado para los requerimientos proyectados durante la vida útil del sistema, técnica que resulta bastante económica y apropiada para el medio por lo que resulta óptima para este tipo de sistemas.

Planteamiento del tipo de tratamiento, éste se realizó basándose en la calidad del agua de acuerdo a los resultados de laboratorio obtenidos. El análisis determinó la necesidad de remoción de sólidos disueltos, sulfatos y color mediante el sistema de filtración en un medio de arena silícica. Mediante este sistema se reportan eficiencias de remoción de sólidos disueltos y sulfatos suficientes para obtener un efluente dentro de los parámetros recomendados. Posterior se procederá a la desinfección mediante hipoclorito de sodio.

También se presentó a la comunidad dos alternativas de diseños:

1. Red de distribución con tubería de 25 y 32 mm, en la cual hubo oposición de parte de los usuarios en la afección de sus terrenos
2. Red de distribución con tubería de 32mm, la mayoría de la comunidad opto por esta alternativa de diseño.

Por estas razones técnicas se plantea la construcción de un nuevo sistema integral de agua potable para la comunidad de Pucaloma, que garantice un servicio de calidad, con presiones y caudales necesarios para servir durante los próximos 20 años.



## **3 CAPITULO: PARÁMETROS Y DISEÑOS HIDRÁULICOS DEL SISTEMA**

### **3.1 BASES DE DISEÑO**

El contenido de esta sección incluye normas de diseño que en la actualidad están vigentes en el país.

Para el presente Estudio se han acogido las Normas para el Estudio y Diseño de “Sistemas de agua potable y disposición de excretas y residuos líquidos en el área Rural”, Norma CO 10.07 - 602, del “Código Ecuatoriano para el Diseño de la Construcción de Obras Sanitarias”, de la SENAGUA en los siguientes aspectos:

#### **3.1.1 FUENTE DE ABASTECIMIENTO**

##### **3.1.1.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA**

La actual planta de tratamiento que ya ha cumplido con su vida útil se encuentra ubicada al noroeste del centro poblado de la comunidad, el camino más cercano para llegar a la misma es ingresando por la vía Paute – Pucaloma –Bante de 7,3 km.

Es una zona donde se aprecia declinaciones del 20% al 30 %. Las captaciones proporcionan el caudal suficiente para satisfacer los requerimientos de la población de Pucaloma.

Se ha planteado la construcción de cerramientos para evitar el ingreso de personas extrañas o animales que puedan poner en riesgo las condiciones favorables de la fuente de abastecimiento.

##### **3.1.1.2 TRABAJOS TOPOGRÁFICOS**

Una vez definida la concepción del proyecto que implica servir al 100% de la población de Pucaloma, se procedió a efectuar los trabajos de levantamiento topográfico del área de las captaciones, nivelación del perfil de los diferentes tramos que conforman la aducción, de las franjas en las cuales se instalará las distribución, área para la implantación de la Planta de Tratamiento y la ubicación de las viviendas a ser servidas con el proyecto.

Los trabajos topográficos fueron efectuados utilizando una Estación Total Trimble M3 DR 5” y un equipo GPS Garmin.

En el proyecto se han marcado las estaciones y puntos de cambio, así también se han dejado 2 BMs georreferenciados con coordenadas y cotas respectivas, esto permitirá el replanteo en la etapa constructiva.



El levantamiento topográfico se inició desde las captaciones; se levantaron cada una de las unidades actuales del sistema, la aducción, redes de distribución, vías, caminos vecinales y viviendas de los usuarios actuales, además de puntos de interés necesarios para el diseño y generación de curvas de nivel.

### 3.1.1.3 AFOROS REALIZADOS EN LOS LUGARES DE CAPTACIÓN

De los aforos anteriormente realizados en las captaciones se tiene:

Tabla XII Aforos en las captaciones

AFOROS EN LAS CAPTACIONES	
CAPTACION	CAUDAL (L/s)
Yanallpa	0,45
Cachiguzo	0,08
Guagrarrumi	0,10
<b>CAUDAL TOTAL</b>	<b>0,63</b>

Elaboro: Investigador

Se garantiza el abastecimiento permanente de agua para la comunidad de Pucaloma, además se cuenta con el 10 % del caudal aforado que corresponde al caudal ecológico para cada captación.

### 3.1.2 PERIODO DE DISEÑO

Al definir el periodo de diseño se contempla factores relativos a la vida útil de las instalaciones y equipos, cuya vida útil será especificado por el fabricante; factibilidad de construcción y ampliación, tendencias de crecimiento poblacional y posibilidades de financiamiento.

Para sistemas de abastecimiento de agua potable con conexiones domiciliarias, las obras civiles a construir para los sistemas de abastecimiento, la norma fija un periodo de 20 años. Esto significa que una vez concluido el periodo de planeación y construcción, estimado en un año, la capacidad del sistema debe funcionar adecuadamente durante 19 años como mínimo.

Se adopta un periodo de diseño de 20 años para el Sistema de Agua Potable de Pucaloma, periodo en el cual se considerará que la población futura no sea mayor que 1,25 veces la población presente.



### 3.1.3 POBLACION DE DISEÑO

Es el número de habitantes servidos por el proyecto para el período de diseño, el cual debe ser establecido con base en la población inicial.

Para el cálculo de la población futura se harán las proyecciones de crecimiento utilizando por lo menos tres métodos conocidos (proyección aritmética, geométrica y logarítmica) que permitan establecer comparaciones que orienten el criterio del proyectista.

La población futura se escogerá finalmente tomando en consideración, aspectos económicos, geopolíticos y sociales que influyan en los movimientos demográficos

### 3.1.4 POBLACION ACTUAL

Del recuento poblacional actual, como resultado de la Encuesta Socioeconómica, se ha obtenido que habitan en cada vivienda un promedio de 2.91 personas, determinando en el sector la existencia de 119 viviendas habitadas, se ha estimado la población actual en habitantes más 6 habitantes como población estudiantil, obteniendo un total de 353 habitantes. Las viviendas se asientan de manera semidispersa dentro del área de influencia del proyecto, la misma que está distribuida en la comunidad de Pucaloma.

### 3.1.5 POBLACION FUTURA

Es necesario estimar la población futura de la comunidad con el objeto de determinar la cantidad de agua potable que requiere la comunidad.

Obteniendo una tasa de crecimiento poblacional referida a los habitantes del sector periférico al centro cantonal de 0.98%. Se adopta el valor del 1% según las recomendaciones de la Norma CO 10.7 – 602 del SENAGUA, para la región geográfica Sierra.

Se utiliza 3 métodos para proyectar la población, el Aritmético, Geométrico y Logarítmico, y se realiza la comparación de resultados.

Tabla XIII Formulas para cálculo de población futura

MÉTODO	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
Aritmético	$Pf = Pa \left(1 + \frac{r \cdot n}{100}\right)$	Donde : <b>Pf:</b> Población Futura [hab.] <b>Pa:</b> Población Inicial [hab.] <b>r:</b> Tasa de Crecimiento Poblacional [%] <b>n:</b> Periodo de Diseño [años]
Geométrico	$Pf = Pa \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$	
Exponencial	$Pf = Pa * e^{\frac{rn}{100}}$	

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador



Tabla XIV Población futura

POBLACION FUTURA					
AÑO INICIAL			2015		
PA= POBLACION ACTUAL (hab.)			353		
r= TASA DE CRECIMIENTO DE LA POBLACION (%)			1.00		
n= PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)			20		
No.	AÑO	METODO ARITMETICO	METODO GEOMETRICO	METODO LOGARITMICO	COBERTURA
	2015	353	353	353	100%
1	2016	357	357	357	100%
2	2017	360	360	360	100%
3	2018	364	364	364	100%
4	2019	367	367	367	100%
5	2020	371	371	371	100%
6	2021	374	375	375	100%
7	2022	378	378	379	100%
8	2023	381	382	382	100%
9	2024	385	386	386	100%
10	2025	388	390	390	100%
11	2026	392	394	394	100%
12	2027	395	398	398	100%
13	2028	399	402	402	100%
14	2029	402	406	406	100%
15	2030	406	410	410	100%
16	2031	409	414	414	100%
17	2032	413	418	418	100%
18	2033	417	422	423	100%
19	2034	420	426	427	100%
20	2035	424	431	431	100%

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador



Analizamos la población proyectada por los tres métodos y observamos una tendencia similar en los métodos geométrico y exponencial, por lo tanto elegimos el método geométrico para obtener la población futura, es decir para el año 2035 existirían 431 habitantes.

En resumen se tiene lo siguiente:

Tabla XV Proyecciones Poblacionales según Método Geométrico, Aritmético y Logarítmico

<b>Tasa de Crecimiento Anual r:</b>	1.00	%	0.98% (Paute, INEC 2001)
<b>Nivel de Servicio:</b>	II b		Clima Frío
<b>Período de Diseño n:</b>	20	años	
<b>Población Actual P<sub>a</sub>:</b>	353	hab	
<b>Población Futura Método Aritmético P<sub>f</sub>:</b>	424	Hab.	
<b>Población Futura Método Geométrico P<sub>f</sub>:</b>	431	Hab.	
<b>Población Futura Método Logarítmico P<sub>f</sub>:</b>	431	Hab.	
<b>Población Futura Asumida P<sub>f</sub>:</b>	431	Hab.	

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.1.6 NIVEL DE SERVICIO

Las condiciones socio económicas, culturales, aspectos técnicos e infraestructuras existente permiten identificar el nivel de servicio a proyectar. La consulta con la comunidad permite conocer el nivel de servicio deseado. Para el caso de la Comunidad de Pucaloma, se ha concertado un sistema de abastecimiento de agua potable a gravedad con servicio de conexiones domiciliarias en cada vivienda.

Tabla XVI Niveles de servicio

Nivel de Servicio	SISTEMA	DENOMINACION
I a	AP	Grifos públicos, o piletas multifamiliares *
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
I b		



	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño *
	DE	Letrinas sin arrastre de agua
II a	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por Casa
	DE	Letrinas con o sin arrastre de agua
	DRL	Alcantarillado sanitario de diámetro reducido
II b	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	DRL	Alcantarillado sanitario de diámetro reducido

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.1.7 DOTACION

Al haberse definido el nivel de servicio IIb, de acuerdo a lo establecido en las normas para clima frío se recomienda una dotación de 75 L/hab\*día.

Tabla XVII Dotación

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO L/hab*día	CLIMA CALIDO L/hab*día
la	25	30
lb	50	65
lia	60	85
lib	75	100

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.1.8 VARIACIONES DE CONSUMO

La dotación básica constituye un promedio del consumo diario de un año, haciéndose exclusión de las variaciones que naturalmente ocurren entre un mes y otro, un día y los anteriores o posteriores, y aún de las fluctuaciones que se producen dentro de un mismo



día por efecto de los hábitos de consumo de los usuarios, que demandan mayor cantidad de agua durante ciertas horas del día.

Para el cálculo de los diferentes caudales de diseño, se tomará en cuenta por concepto de fugas, los porcentajes indicados en la Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA:

Tabla XVII Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de agua potable

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
la y lb	10.00%
lia y lib	20.00%

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.1.8.1 CAUDAL MEDIO (QM)

$$Q_m = \frac{f \cdot P \cdot D}{86400}$$

(Ecuación 3.1)

Donde:

**Qm** = Caudal medio (l/s)

**f** = factor de fugas = 1.20

**P** = Población al final del período de diseño o Población Futura (hab.)

**D** = Dotación futura (l/hab.-día)

Tabla XIX Calculo del caudal medio

CAUDAL MEDIO		
Qm= f.(P.D)/86400		
f= Factor de fugas	20%	1,2
P= Población al final del diseño	431	
D= Dotación futura (l/habxdia)	75	
Qm=	0,45	L/s

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador



3.1.8.2 CAUDAL MÁXIMO DIARIO (QMD)

QMD = KMD · Qm

(Ecuación 3.2)

Donde:

Qm = Caudal medio (l/s)

KMD = factor de mayoración máximo diario

KMD = 1.25 para todos los niveles de servicio ((Norma CO 10.7 – 602) del SENAGUA)

Tabla XX Caculo del caudal máximo diario

CAUDAL MAXIMO DIARIO		
QMD= KMD. Qm		
Qm=Caudal Medio		
KMD= Factor de mayoración diario	KMD:1.25 para todos los niveles	
QMD=	0,56	L/s

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

3.1.8.3 CAUDAL MÁXIMO HORARIO (QMH)

QMH = KMH · Qm

(Ecuación 3.3)

Donde:

Qm = Caudal medio (l/s)

KMH = factor de mayoración máximo horario

KMH = 3 para todos los niveles de servicio ((Norma CO 10.7 – 602) del SENAGUA)

Tabla XXI Calculo del caudal máximo horario

CAUDAL MAXIMO HORARIO		
QMH= KMH. Qm		
Qm=Caudal Medio		
KMH= Factor de mayoración máximo horario	KMH :3 para todos los niveles de servicio	
QMH=	1,35	L/s

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador



### 3.1.9 CAUDALES DE DISEÑO

#### 3.1.9.1 CAUDAL DE CAPTACIÓN (QCAP)

$$Q_{cap} = 1.2 \cdot QMD \quad (\text{Ecuación 3.4})$$

#### 3.1.9.2 CAUDAL DE ADUCCIÓN (QCON)

$$Q_{con} = 1.1 \cdot QMD \quad (\text{Ecuación 3.5})$$

Tipo de aducción a flujo forzado y por gravedad.

#### 3.1.9.3 CAUDAL DE TRATAMIENTO (QTRAT)

$$Q_{trat} = 1.1 \cdot QMD \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

#### 3.1.9.4 CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN (QDIS)

$$Q_{dis} = QMH \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

Tabla XXII Caudales de diseño para los elementos del sistema de agua potable

CAUDALES DE DISEÑO PARA LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE			
ELEMENTO	FORMULA	CAUDAL (L/s)	
Captación de agua superficial ( <b>QCap</b> )	1,2 x QMD	0,67	
Conducción de agua superficial ( <b>QCon</b> )	1,1 x QMD	0,62	
Planta de potabilización ( <b>QTrat</b> )	1,1 x QMD	0,62	
Distribución ( <b>QDis</b> )	QMH	1,35	
ALMACENAMIENTO			
La capacidad del almacenamiento será el 50% del volumen medio diario futuro. En ningún caso, el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m3.			



$V = 0.5 \times QM \times 86400$
Volumen = 19,38 m <sup>3</sup>

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.1.10 PÉRDIDAS DE CARGA

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazen-Williams

$$h_f = \frac{10.666 \cdot L \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot D^{4.87}} \quad (\text{Ecuación 3.8})$$

Donde:

- hf** = Pérdida de carga (m)
- Q** = Caudal de transporte de la tubería (m<sup>3</sup>/seg)
- L** = Longitud de la tubería (m)
- D** = Diámetro interior de la tubería (mm)
- C** = Coeficiente de rugosidad de tubería

La carga disponible para la evaluación de la conducción viene representada por la diferencia de elevación entre dos estructuras existentes.

Un diseño ajustado a esta diferencia de carga, lograría aprovechar la energía con una combinación de diámetros D1 y D2 cuya suma de pérdidas de carga fuese equivalente a la carga disponible.

Las pérdidas de carga en tuberías se producen por diversos factores como: pérdidas por fricción, pérdidas por entrada y salida, pérdidas en accesorios como: válvulas, codos, tees, yees; o debido a reducciones o ensanchamientos de las tuberías.

Las pérdidas locales están determinadas en el lugar donde se encuentra el accesorio.

Cuando:  $L/D$  es mayor o igual a 1000 se considera despreciable las pérdidas locales,

En donde:



**L** = Longitud entre dos elementos o accesorios

**D** = Diámetro de la tubería

Las pérdidas locales se consideran despreciables, por lo tanto para el diseño de la conducción se utilizará la ecuación de Hazen-Williams, la misma que considera las pérdidas por fricción por la interacción entre las partículas del agua y la pared de la tubería. Esta ecuación está basada en muchas experiencias en tuberías usando como fluido agua.

## 3.2 DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA

### 3.2.1 CAPTACIÓN

Las fuentes actuales requieren un mejoramiento general puesto que se hallan deterioradas, se plantea lo siguiente:

Construir un nuevo cajón recolector con un pre filtro de grava y con sus respectivos accesorios, cajas de válvulas y tapas de tool.

Colocar tubos de PVC de 110 mm perforados en reemplazo de los existentes que se encuentran obstruidos y están provocando anegamiento en el área de captación.

Construcción de cerramientos (construcción de muros nuevos, cambio de postes metálicos, cambio de malla y puerta metálica).

Tabla XXIII Ubicación de las captaciones

CAPTACIONES			
DESCRIPCION	COORDENADAS UTM WGS84		ALTITUD (msnm)
	ESTE	NORTE	
YANALLPA	743545,24	9692211,27	3029,95
PUCAGUZO	743852,29	9691782,76	3006,36
GUAGRARRUMI	744013,09	9692050,99	3024,05

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.2.2 LINEA DE CONDUCCION

La línea de aducción es la parte del sistema que está compuesta por tuberías principales de diámetro diferente o igual, es el que se encarga de llevar el agua de la captación a la



planta de tratamiento. Las tuberías utilizadas en las conducciones pueden ser de diferentes materiales como: hierro galvanizado, asbesto-cemento, polietileno PVC.

Parte de la base de que todo diseño debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos, una línea de aducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, lo cual en la mayoría de los casos conduce a la selección del diámetro mínimo que satisfaga razones técnicas (Capacidad) permita presiones iguales o menores que las que la resistencia física del material soportaría. (Cueva, 2013, pág. 74)

### **3.2.2.1.1 PÉRDIDAS DE CARGA**

Se ha considerado dos tipos de pérdidas de carga, que son las siguientes:

- Pérdidas por fricción

Estas pérdidas de carga son producidas por la fricción del flujo con las paredes internas de la tubería y están en función de la longitud de la conducción, estas son calculadas con la ecuación 3.8.

- Pérdidas menores o secundarias

Las pérdidas menores son producidas por entrada, salida de tubería, cambio de diámetro, cambio de dirección, accesorios, etc. Generalmente estas pérdidas no son consideradas para el diseño, ya que sus valores son mínimos.

### **3.2.2.1.2 COEFICIENTE DE CAPACIDAD HIDRÁULICA**

Se recomienda usar los siguientes valores del coeficiente C para la determinación de la capacidad hidráulica, en las conducciones desde la captación a la planta de tratamiento y redes de distribución.

Para tubería de PVC: 140

### **3.2.2.1.3 PRESIONES EN LAS TUBERÍAS**

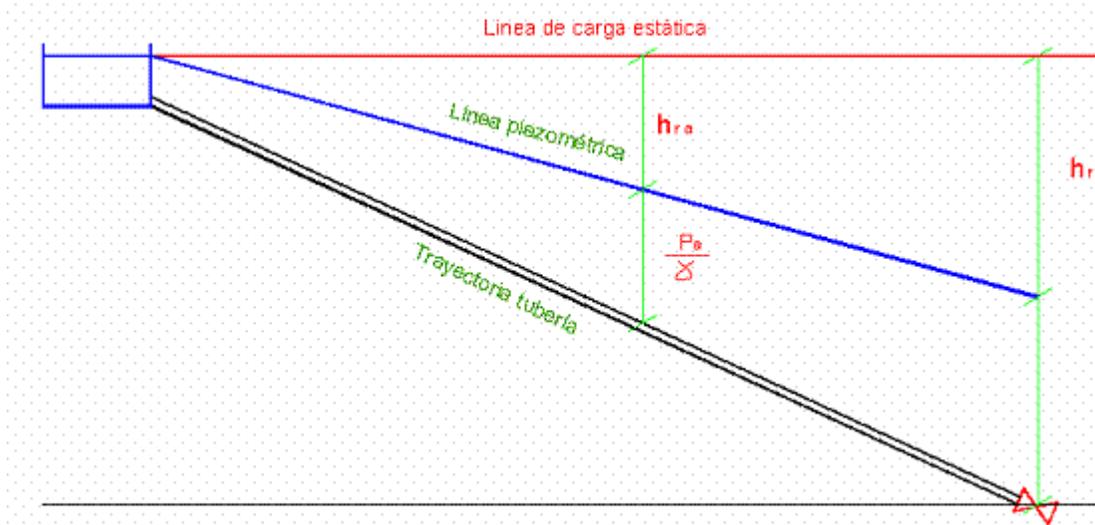
Las presiones mínimas de servicio en la red de distribución varían de 10 m.c.a. y 15 m.c.a. para las zonas rural y urbana, respectivamente.

El Ex - IEOS recomienda presiones mínimas no inferiores a 10 m.c.a., y presiones estáticas y dinámicas preferiblemente de 70 y 50 m.c.a., respectivamente.

### **3.2.2.1.4 DISEÑO**

La carga disponible para la evaluación de la conducción viene representada por la diferencia de elevación entre dos estructuras existentes.

Fig.31 Línea de carga estática y piezométrica



Fuente: Google

Elaboro: Investigador

Pérdidas por fricción de la ecuación 3.8

$$h_f = \frac{10.666 * 10 * 0.45^{1.852}}{140^{1.852} * 36.2^{4.87}}$$

Hf: 0.07 m

### Presión dinámica

$$P_d = P_e - h_f$$

(Ecuación 3.9)

Donde:

**Pd:** Presión dinámica

**Pe:** Presión estática

**hf=** Perdida por fricción

$$P_d = 3029.95 - 0.07$$

$$P_d = 3029.88 \text{ m}$$

### Presión final

$$P_f = P_d - C_p$$

(Ecuación 3.10)

Donde:

**Pf:** Presión final

**Pd:** Presión dinámica



Cp= Cota del proyecto

Pf=3029.8 -3027.84

Pf= 2.04m

Las líneas de conducción a construirse están diseñadas para un caudal de 0,45 lt/sg, 0,08 lt/sg y 0,10 lt/sg el material de la tubería es de PVC en diámetro equivalente a 40 y 32mm, debido a que la presión dinámica no excede, lo longitud de tubería de conducción es igual a 1607.12 m, 182.25 m y 676.12 m, de las tres captaciones. Los resultados de cálculo se presentan en el Anexo C, que se realizó en un cuadro de Excel

Tabla XXIV Cálculos hidráulicos de la conducción de la vertiente Guarrarumi

CALCULOS HIDRÁULICOS DE LA TUBERIA CONDUCCION DE LA VERTIENTE HASTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO																		
TR	ABSCISAS		COTAS		LONGITUD	DESNIVEL	CAUDAL		MATERIAL	PRESION		C	VELOCIDAD	PERDIDAS		PRESION ESTÁTICA	PRESION DINÁMICA	PRESION FINAL
	m	m	PROYECTO	TERRENO			m	m		Q [lt/seg]	ø exterior			Mpa	ø interior			
TR1	0.00	3024.05	3023.25	0.00	0.00	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.00	0.00	3024.05	3024.05	0.00	
	10.00	3023.99	3023.19	10.00	5.96	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	0.22	3024.05	3023.83	0.64	
	20.00	3021.47	3020.67	10.00	8.48	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	0.44	3024.05	3023.61	2.94	
	30.00	3019.25	3018.45	10.00	10.70	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	0.66	3024.05	3023.39	4.94	
	40.00	3018.60	3017.80	10.00	11.35	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	0.88	3024.05	3023.17	5.37	
	50.00	3018.15	3017.35	10.00	11.80	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	1.10	3024.05	3022.95	5.60	
	60.00	3018.89	3018.09	10.00	11.06	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	1.32	3024.05	3022.73	4.64	
	70.00	3018.42	3017.62	10.00	11.53	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	1.54	3024.05	3022.51	4.89	
	80.00	3017.73	3016.93	10.00	12.22	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	1.76	3024.05	3022.29	5.36	
	90.00	3017.86	3017.06	10.00	12.09	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	1.98	3024.05	3022.07	5.01	
	100.00	3017.44	3016.64	10.00	12.51	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	2.20	3024.05	3021.85	5.21	
	110.00	3015.60	3014.80	10.00	14.35	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	2.42	3024.05	3021.63	6.83	
	120.00	3014.93	3014.13	10.00	15.02	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	2.64	3024.05	3021.41	7.28	
	130.00	3014.26	3013.46	10.00	15.69	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	2.87	3024.05	3021.18	7.72	
	140.00	3013.59	3012.79	10.00	16.36	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	3.09	3024.05	3020.96	8.17	
	150.00	3012.92	3012.12	10.00	17.03	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	3.31	3024.05	3020.74	8.62	
	160.00	3012.25	3011.45	10.00	17.70	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	3.53	3024.05	3020.52	9.07	
	170.00	3010.67	3009.87	10.00	19.28	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	3.75	3024.05	3020.30	10.43	
	180.00	3007.91	3007.11	10.00	22.04	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	3.97	3024.05	3020.08	12.97	
	190.00	3005.24	3004.44	10.00	24.71	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	4.19	3024.05	3019.86	15.42	
	200.00	3003.17	3002.37	10.00	26.78	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	4.41	3024.05	3019.64	17.27	
	210.00	3001.10	3000.30	10.00	28.85	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	4.63	3024.05	3019.42	19.12	
	220.00	2998.85	2998.05	10.00	31.10	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	4.85	3024.05	3019.20	21.15	
	230.00	2996.93	2996.13	10.00	33.02	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	5.07	3024.05	3018.98	22.85	
	240.00	2995.91	2995.11	10.00	34.04	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	5.29	3024.05	3018.76	23.65	
	250.00	2994.43	2993.63	10.00	35.52	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	5.51	3024.05	3018.54	24.91	
	260.00	2992.94	2992.14	10.00	37.01	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	5.73	3024.05	3018.32	26.18	
	270.00	2991.46	2990.66	10.00	38.49	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	5.95	3024.05	3018.10	27.44	
	280.00	2990.81	2990.01	10.00	39.14	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	6.17	3024.05	3017.88	27.87	
	290.00	2990.73	2989.93	10.00	39.22	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	6.39	3024.05	3017.66	27.73	
	300.00	2990.64	2989.84	10.00	39.31	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	6.61	3024.05	3017.44	27.60	
	310.00	2990.75	2989.95	10.00	39.20	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	6.83	3024.05	3017.22	27.27	
	320.00	2990.97	2990.17	10.00	38.98	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	7.05	3024.05	3017.00	26.83	
	330.00	2991.19	2990.39	10.00	38.76	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	7.27	3024.05	3016.78	26.39	
	340.00	2991.41	2990.61	10.00	38.54	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	7.49	3024.05	3016.56	25.95	
	350.00	2991.62	2990.82	10.00	38.33	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	7.71	3024.05	3016.34	25.52	
	360.00	2991.78	2990.98	10.00	38.17	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	7.93	3024.05	3016.12	25.14	
	370.00	2991.89	2991.09	10.00	38.06	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	8.15	3024.05	3015.90	24.81	
	380.00	2991.93	2991.13	10.00	38.02	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	8.38	3024.05	3015.67	24.54	
	390.00	2991.97	2991.17	10.00	37.98	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	8.60	3024.05	3015.45	24.28	
	400.00	2992.01	2991.21	10.00	37.94	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	8.82	3024.05	3015.23	24.02	
	410.00	2991.53	2990.73	10.00	38.42	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	9.04	3024.05	3015.01	24.28	
	420.00	2994.28	2993.48	10.00	35.67	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	9.26	3024.05	3014.79	21.31	
	430.00	2995.47	2994.67	10.00	34.48	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	9.48	3024.05	3014.57	19.90	
	440.00	2994.95	2994.15	10.00	35.00	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	9.70	3024.05	3014.35	20.20	
	450.00	2994.68	2993.88	10.00	35.27	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	9.92	3024.05	3014.13	20.25	
	460.00	2995.46	2994.66	10.00	34.49	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	10.14	3024.05	3013.91	19.25	
	470.00	2994.74	2993.94	10.00	35.21	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	10.36	3024.05	3013.69	19.75	
	480.00	2995.32	2994.52	10.00	34.63	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	10.58	3024.05	3013.47	18.95	
	490.00	2995.63	2994.83	10.00	34.32	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	10.80	3024.05	3013.25	18.42	
	500.00	2995.68	2994.88	10.00	34.27	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	11.02	3024.05	3013.03	18.15	
	510.00	2995.82	2995.02	10.00	34.13	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	11.24	3024.05	3012.81	17.79	
	520.00	2996.05	2995.25	10.00	33.90	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	11.46	3024.05	3012.59	17.34	
	530.00	2996.30	2995.50	10.00	33.65	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	11.68	3024.05	3012.37	16.87	
	540.00	2996.55	2995.75	10.00	33.40	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	11.90	3024.05	3012.15	16.40	
	550.00	2996.79	2995.99	10.00	33.16	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	12.12	3024.05	3011.93	15.94	
	560.00	2997.04	2996.24	10.00	32.91	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	12.34	3024.05	3011.71	15.47	
	570.00	2997.29	2996.49	10.00	32.66	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	12.56	3024.05	3011.49	15.00	
	580.00	2997.53	2996.73	10.00	32.42	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	12.78	3024.05	3011.27	14.54	
	590.00	2997.78	2996.98	10.00	32.17	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	13.00	3024.05	3011.05	14.07	
	600.00	2998.02	2997.22	10.00	31.93	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	13.22	3024.05	3010.83	13.61	
	610.00	2998.57	2997.77	10.00	31.38	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	13.44	3024.05	3010.61	12.84	
	620.00	2999.19	2998.39	10.00	30.76	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	13.66	3024.05	3010.39	12.00	
	630.00	2998.99	2998.19	10.00	30.96	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	13.88	3024.05	3010.17	11.98	
	640.00	2998.28	2997.48	10.00	31.67	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	14.11	3024.05	3009.94	12.46	
	650.00	2997.33	2996.53	10.00	32.62	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	14.33	3024.05	3009.72	13.19	
	660.00	2996.88	2996.08	10.00	33.07	0.10	32	PVC	1.25	29	140	0.15	0.22	14.55	3024.05	3009.50	13.42	
	670.00	2997.17	2996.37	10.00	32.78	0.10	32	PVC										



CAPITULO 3 JUCACUE

CALCULOS HIDRÁULICOS DE LA TUBERIA CONDUCCION DE LA VERTIENTE YANALLPA HASTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO																
ABSCISAS m	COTAS			CAUDAL Q (l/seg)	D mm	MATERIAL	PRESION		C	VELOCIDAD m/seg	PERDIDAS		PRESION ESTÁTICA m	PRESION DINÁMICA m	PRESION FINAL m	
	TERRENO m	PROYECTO m	LONGITUD m				DESIVNEL m	NOMINAL Mpa			Interior mm	Hf m				SUM Hf m
TR1	0.00	3029.95	3029.15	0.00	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.95	0.00	
	10.00	3029.84	3027.84	10.00	1.31	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.86	2.04
	20.00	3027.74	3026.68	10.00	2.29	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.80	2.86
	30.00	3026.83	3026.03	10.00	3.12	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.73	3.70
	40.00	3025.93	3025.13	10.00	4.02	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.65	4.52
	50.00	3025.02	3024.22	10.00	4.88	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.56	5.36
	60.00	3024.12	3023.32	10.00	5.83	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.50	6.18
	70.00	3023.35	3022.55	10.00	6.80	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.43	6.88
	80.00	3022.58	3021.78	10.00	7.87	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.36	7.57
	90.00	3022.76	3021.96	10.00	7.19	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.28	7.32
	100.00	3022.81	3022.01	10.00	7.14	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.20	7.19
	110.00	3022.81	3022.01	10.00	7.14	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.13	7.12
	120.00	3022.80	3022.00	10.00	7.15	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.05	7.05
	130.00	3022.60	3021.80	10.00	7.35	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.96	7.18
	140.00	3021.29	3020.49	10.00	8.66	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.90	8.41
	150.00	3022.47	3021.67	10.00	7.48	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.83	7.16
	160.00	3022.11	3022.31	10.00	6.84	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.75	6.44
	170.00	3023.75	3023.75	10.00	6.20	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.67	5.73
	180.00	3023.47	3022.67	10.00	6.48	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.60	5.93
	190.00	3022.53	3021.73	10.00	7.42	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.53	6.80
	200.00	3021.30	3020.50	10.00	8.85	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.45	7.58
	210.00	3020.27	3019.47	10.00	9.88	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.38	8.91
	220.00	3019.18	3018.38	10.00	10.77	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.30	9.92
	230.00	3018.06	3017.27	10.00	11.88	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.23	10.94
	240.00	3016.99	3016.19	10.00	12.96	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.15	11.96
	250.00	3015.88	3015.08	10.00	14.07	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.08	13.00
	260.00	3015.18	3014.38	10.00	14.71	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3029.00	14.04
	270.00	3014.89	3014.09	10.00	15.08	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.93	13.84
	280.00	3014.70	3013.90	10.00	15.25	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.85	13.95
	290.00	3014.54	3013.74	10.00	15.41	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.77	14.04
	300.00	3014.37	3013.57	10.00	15.58	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.70	14.13
	310.00	3014.18	3013.38	10.00	15.77	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.63	14.25
	320.00	3013.96	3013.16	10.00	15.93	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.55	14.39
	330.00	3013.78	3012.98	10.00	16.17	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.48	14.50
	340.00	3013.71	3012.91	10.00	16.24	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.41	14.50
	350.00	3013.62	3012.82	10.00	16.33	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.33	14.51
	360.00	3013.52	3012.72	10.00	16.43	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.26	14.54
	370.00	3013.39	3012.59	10.00	16.66	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.18	14.59
	380.00	3013.31	3012.51	10.00	16.84	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.11	14.60
	390.00	3013.29	3012.49	10.00	16.68	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.03	14.54
	400.00	3013.93	3013.13	10.00	16.02	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.96	13.83
	410.00	3013.73	3012.93	10.00	17.22	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.88	13.95
	420.00	3009.95	3009.15	10.00	19.99	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.81	17.65
	430.00	3010.71	3009.91	10.00	19.24	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.73	16.82
	440.00	3011.90	3011.10	10.00	18.05	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.65	15.56
	450.00	3011.41	3010.61	10.00	18.54	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.58	15.97
	460.00	3010.58	3009.78	10.00	19.37	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.51	16.73
	470.00	3009.74	3008.94	10.00	20.21	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.43	17.49
	480.00	3009.90	3009.10	10.00	21.05	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.36	18.26
	490.00	3007.87	3007.07	10.00	22.08	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.28	19.21
	500.00	3007.87	3007.07	10.00	22.08	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.21	19.14
	510.00	3007.65	3006.85	10.00	22.30	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.13	19.28
	520.00	3007.30	3006.50	10.00	22.65	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3028.06	19.56
	530.00	3006.62	3005.82	10.00	23.33	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.98	20.16
	540.00	3005.74	3004.94	10.00	24.21	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.91	20.97
	550.00	3004.70	3003.90	10.00	25.25	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.83	21.93
	560.00	3003.70	3002.90	10.00	26.43	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.76	22.86
	570.00	3003.38	3002.58	10.00	23.57	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.68	20.10
	580.00	3007.07	3006.27	10.00	22.88	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.61	19.34
	590.00	3007.84	3007.04	10.00	22.11	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.53	14.49
	600.00	3007.79	3006.99	10.00	22.16	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.46	18.47
	610.00	3007.94	3007.14	10.00	22.01	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.38	18.24
	620.00	3008.10	3007.30	10.00	21.85	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.31	19.01
	630.00	3008.25	3007.45	10.00	21.70	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.23	17.78
	640.00	3008.41	3007.61	10.00	21.54	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.15	17.55
	650.00	3008.56	3007.76	10.00	21.39	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.08	17.33
	660.00	3008.87	3008.07	10.00	21.08	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3027.01	16.94
	670.00	3009.01	3008.21	10.00	20.84	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3026.94	16.73
	680.00	3009.08	3008.28	10.00	20.69	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3026.86	15.58
	690.00	3009.16	3008.36	10.00	20.79	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3026.79	16.43
	700.00	3009.23	3008.43	10.00	20.72	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3026.71	16.28
	710.00	3009.28	3008.48	10.00	20.68	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3026.64	16.18
	720.00	3009.26	3008.46	10.00	20.69	0.45	40	PVC	1.25	36.2	140	0.44	0.07	3029.95	3026.56	16.1



Tabla XXVI Cálculos hidráulicos de la conducción de la vertiente Cachiguzo

CALCULOS HIDRÁULICOS DE LA TUBERIA CONDUCCION DE LA VERTIENTE HASTA LA PLANTA DE TRATAMIENTO																	
	ABSCISAS	COTAS			CAUDAL				PRESION			PERDIDAS			PRESION	PRESION	PRESION
	m	TERRENO	PROYECTO	LONGITUD	DESNIVEL	Q [lt/seg]	Ø exterior	MATERIAL	NOMINAL	Ø interior	C	VELOCIDAD	HF	SUM HF	ESTATICA	DINAMICA	FINAL
	m	m	m	m	m		mm		Mpa	mm		m/seg	m	m	m	m	m
TR1	0,00	3006,50	3005,70	0,00	0,00	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,00	0,00	3006,50	3006,50	0,00
	10,00	3006,67	3005,87	10,00	23,28	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,07	3006,50	3006,43	0,56
	20,00	3005,90	3005,10	10,00	24,05	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,15	3006,50	3006,35	1,25
	30,00	3005,15	3004,35	10,00	24,80	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,22	3006,50	3006,28	1,93
	40,00	3004,66	3003,86	10,00	25,29	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,30	3006,50	3006,20	2,34
	50,00	3004,21	3003,41	10,00	25,74	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,37	3006,50	3006,13	2,72
	60,00	3003,97	3003,17	10,00	25,98	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,45	3006,50	3006,05	2,88
	70,00	3002,56	3001,76	10,00	27,39	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,52	3006,50	3005,98	4,22
	80,00	3001,72	3000,92	10,00	28,23	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,60	3006,50	3005,90	4,98
	90,00	3000,85	3000,05	10,00	29,10	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,67	3006,50	3005,83	5,78
	100,00	3000,16	2999,36	10,00	29,79	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,75	3006,50	3005,75	6,39
	110,00	2999,54	2998,74	10,00	30,41	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,82	3006,50	3005,68	6,94
	120,00	2999,50	2998,70	10,00	30,45	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,90	3006,50	3005,60	6,90
	130,00	2999,15	2998,35	10,00	30,80	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	0,97	3006,50	3005,53	7,18
	140,00	2998,78	2997,98	10,00	31,17	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	1,05	3006,50	3005,45	7,47
	150,00	2998,42	2997,62	10,00	31,53	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	1,12	3006,50	3005,38	7,76
	160,00	2998,05	2997,25	10,00	31,90	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	1,20	3006,50	3005,30	8,05
	170,00	2997,73	2996,93	10,00	32,22	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	1,27	3006,50	3005,23	8,30
	180,00	2997,54	2996,74	10,00	32,41	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,07	1,35	3006,50	3005,15	8,41
	182,83	2997,53	2996,73	2,83	32,42	0,08	40	PVC	1,25	36,2	140	0,08	0,02	1,37	3006,50	3005,13	8,40

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.2.2.2 VÁLVULAS DE AIRE:

Las líneas de conducción tienden a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas el aire se disuelve y continúa en la tubería hasta que es expulsado. En los puntos altos de relativa baja presión el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área de flujo del agua en la tubería y por lo tanto produce un aumento de las pérdidas y una disminución del gasto.

Deberán instalarse válvulas automáticas de extracción de aire con una abertura de purga de aire remanente. Estas válvulas se instalarán en los puntos altos o en los lugares en los que se requiere admitir o expulsar aire durante el llenado, el vaciado o la operación normal de la tubería. El diámetro de la tubería ascendente de la válvula de aire deberá ser de ½” para limitar la velocidad de paso de aire.

### 3.2.2.3 VÁLVULAS DE PURGA:

Debido a que la línea de conducción se encuentra en una topografía bastante accidentada por lo que existirá tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar válvulas que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías.

El diámetro del drenaje debe ser compatible con el de la conducción principal, la rapidez con que se efectúa el vaciado de la tubería y con la capacidad del cauce por el que habrá de escurrir el agua drenada. En todo caso no será mayor que el diámetro de la conducción ni menor que su mitad.



Tabla XXVII Válvula de aire y purga

VALVULAS				
CAPTACION	VALVULA DE AIRE		VALVULA DE PURGA	
	ABSCISA	ALTITUD	ABSCISA	ALTITUD
YANALLPA	0+175	3022,47	0+550	3003,70
	0+800	3011,89	1+075	2979,16
	1+157	2291,64	1+325	2970,66
GUAGRARRUMI	0+092	3017,01	0+410	2990,53

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

### 3.2.2.4 TANQUES ROMPE PRESION DE LA DISTRIBUCIÓN

El sistema de distribución cuenta con Tanques Rompe Presión cuyo objetivo es de regular las presiones en los diferentes puntos dentro de los rangos normados para las redes de distribución, además sirven para sectorizar las redes y realizar arreglos sin cortar el suministro de agua potable cuando se de mantenimiento o una nueva instalación de acometida domiciliaria. Los tanques han sido diseñados para una presión estática máxima de 40 mca, como indica la norma. En la Tabla adjunta se indican las ubicaciones de los tanques rompe presión:

### UBICACIÓN DE LOS TANQUE ROMPE PRESIÓN

Tabla XXVIII Ubicación de los tanques rompe presión

TANQUE ROMPEPRESIONES			
No.	COORDENADAS UTM WGS 84		ALTITUD
	ESTE	NORTE	
1	744926,71	9690526,71	2950,00
2	744969,36	9690400,21	2915,00
3	745114,90	9690292,62	2875,00
4	745170,97	9690210,39	2835,00
5	745207,77	9690155,85	2810,00
6	745247,44	9690097,74	2780,00
7	744880,25	9690835,27	2935,00



8	745416,47	9690790,92	2885,00
9	745440,12	9690690,27	2840,00
10	745728,03	9690858,43	2845,00
11	745964,25	9690781,63	2810,00
12	746099,32	9690772,45	2770,00
13	746202,83	9690642,56	2730,00
14	746264,33	9690485,34	2690,00
15	746307,60	9690407,47	2650,00
16	746353,16	9690305,02	2610,00
17	745774,18	9691198,69	2907,00
18	745964,81	9691440,72	2875,00
19	746132,19	9691125,51	2835,00
20	746213,02	9691145,11	2805,00
21	746313,23	9691160,45	2770,00
22	746399,76	9691145,68	2730,00
23	746522,80	9691124,13	2690,00
24	746643,67	9691101,13	2650,00
25	745899,33	9691235,38	2870,00
26	746090,48	9691338,52	2835,00
27	746182,19	9691430,34	2800,00
28	746271,69	9691473,99	2760,00
29	746394,91	9691509,07	2725,00

Elaboro: Investigador

### 3.2.3 CONEXIONES DOMICILIARIAS

El último paso dentro de las obras del Sistema de Agua Potable, es la distribución del líquido, por medio de conexiones domiciliarias con el fin de entregar al consumidor el flujo necesario con presiones satisfactorias en todos los puntos de la población a servirse.

El número de familias beneficiadas con este proyecto es de 119 familias al inicio del mismo, con un incremento según la tasa de crecimiento poblacional durante el período de diseño, las cuales recibirán el servicio de agua potable. Los elementos principales de las conexiones domiciliarias son los siguientes:

#### **Conexión domiciliaria propiamente dicha:**



Se realizará la conexión dependiendo de los derechos que tengan los usuarios, conexión constará de los elementos necesarios que aseguren un acoplamiento perfecto a la tubería de la matriz, a la vez que sea económicamente adecuado al medio rural.

### Tubería de acometida:

En este tramo se empleará tubería PVC roscable de  $\frac{1}{2}$ ", esta se conectará de la matriz con a través de un collarín.

#### a. Llave de corte:

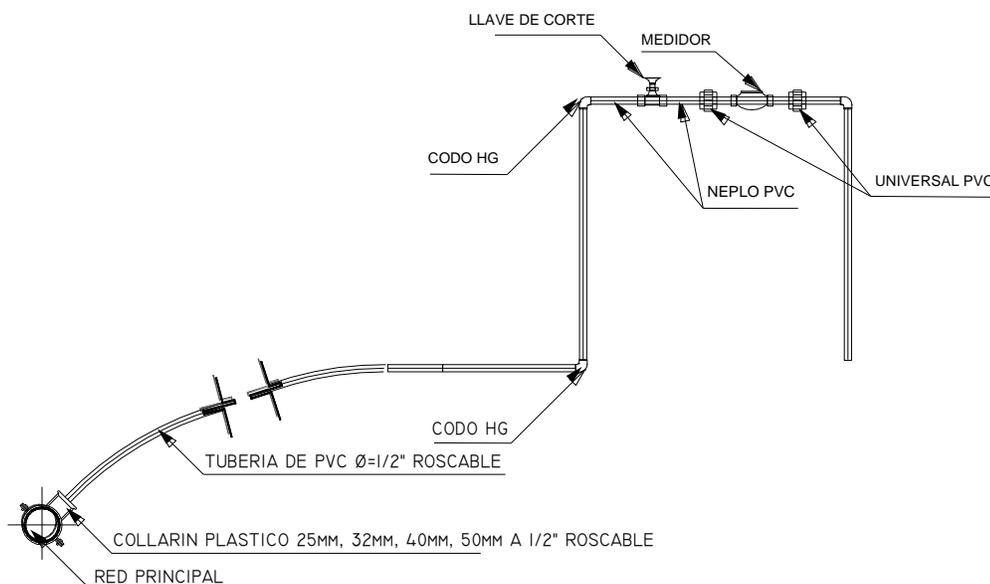
Su finalidad es interrumpir el suministro de agua, por reparación de la instalación domiciliaria o en el caso de mora en el pago de la tarifa mensual.

#### b. Medidor de caudal:

Es necesario instalar medidores volumétricos en todas y cada una de las conexiones que se realicen, con el objeto de evitar pérdidas por fugas o conexiones clandestinas; además se logrará recaudar fondos económicos para la operación y mantenimiento del sistema.

Las instalaciones de tomas domiciliarias están conectadas directamente a los ramales secundarios. Estas conexiones consisten en un adaptador de PVC a HG, seguido de tubería PVC roscable de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro con sus respectivos accesorios (codos, uniones, etc.) finalmente conectados a un medidor que termina en una llave de paso. Es importante la instalación de medidores que controlen el consumo indiscriminado de agua.

Fig.32 Conexión domiciliaria



Elaboro: Investigador



### 3.2.4 REDES DE DISTRIBUCION

Constituye el conjunto de tuberías principales y secundarias, válvulas y accesorios utilizados para conducir el agua potable desde la planta de tratamiento hasta el consumidor o usuario en cantidades y presiones adecuadas.

Constituye el conjunto de tuberías principales y secundarias, válvulas y accesorios utilizados para conducir el agua potable desde la planta de tratamiento hasta el consumidor o usuario en cantidades equitativas y presiones adecuadas.

#### La red debe cumplir los siguientes requisitos:

- La red será diseñada para el caudal máximo Horario
- Suministrar continuamente un caudal suficiente de agua para atender la máxima demanda horaria en todos los puntos del sistema.
- Mantener presiones dentro de los límites convenientes en todos los puntos del sistema, la norma SENAGUA, recomienda que la presión estática máxima sea de 40 m.c.a, la presión dinámica máxima de 30 m.c.a y la mínima será de 7 m.c.a.
- Poseer un sistema tanques rompe presiones que poseen de válvulas de cierre que permita aislar o suspender el servicio en la menor área posible con fines de reparación o mantenimiento.
- Duración razonable de los materiales de los diferentes elementos del sistema.
- Debe asegurar la no existencia de interconexiones que podrían ocasionar la contaminación del agua.
- Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmula de Hazen William utilizando los coeficientes de fricción establecidos a continuación: PVC 140

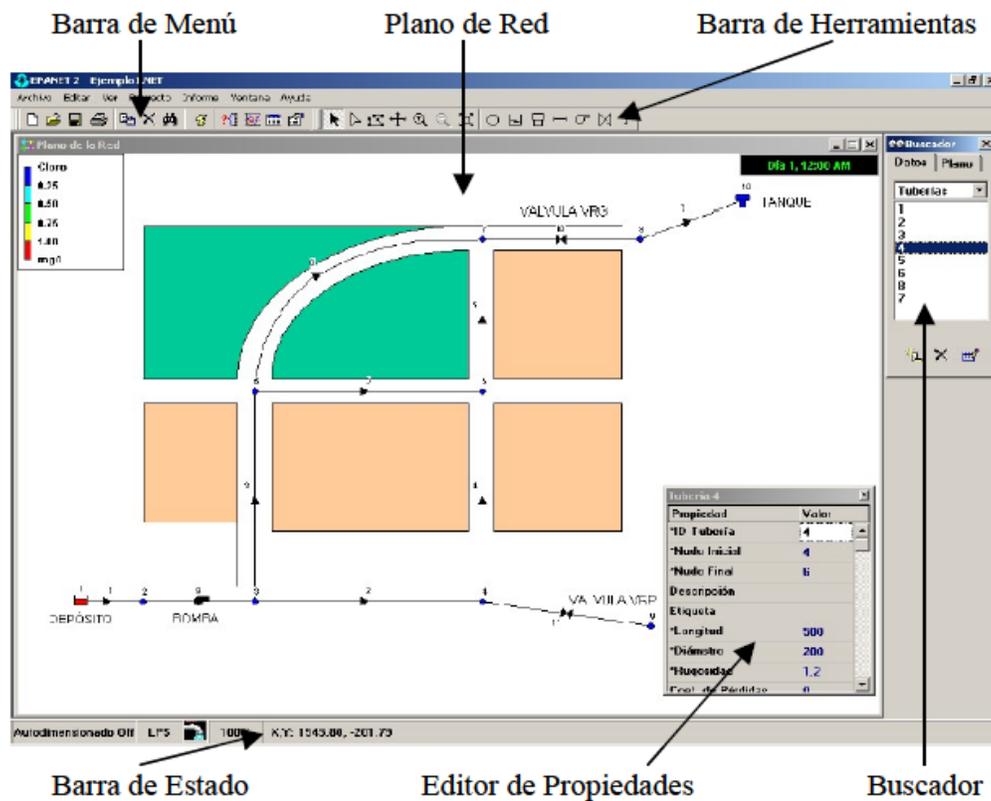
Las tuberías de la red se conforman con los llamados circuitos o mallas principales y las mallas secundarias. En algunos casos se utilizan ramales abiertos, como es el caso de la comunidad de Pucaloma en donde las condiciones topográficas y localización de las viviendas así lo ameritan.

#### 3.2.4.1 CALCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN CON EL PROGRAMA EPANET

Luego de analizar los parámetros útiles para el cálculo se procede a modelar la red en el software de cálculo, a continuación se describe el procedimiento a seguir para la alimentación de datos en el programa y su procesamiento.

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad de la distribución eficiente de agua en redes de suministro a presión. Basa su cálculo en el método iterativo de Hardy Cross y para el análisis de las pérdidas de carga se utiliza el Hazen – Williams. El programa muestra una interfaz visual al usuario muy fácil de comprender, como se muestra a continuación:

Fig.33 Interfaz del programa EPANET



Fuente: Manual EPANET

Elaboro: Investigador

El proceso de ingreso de datos en el programa se procede de la siguiente manera:

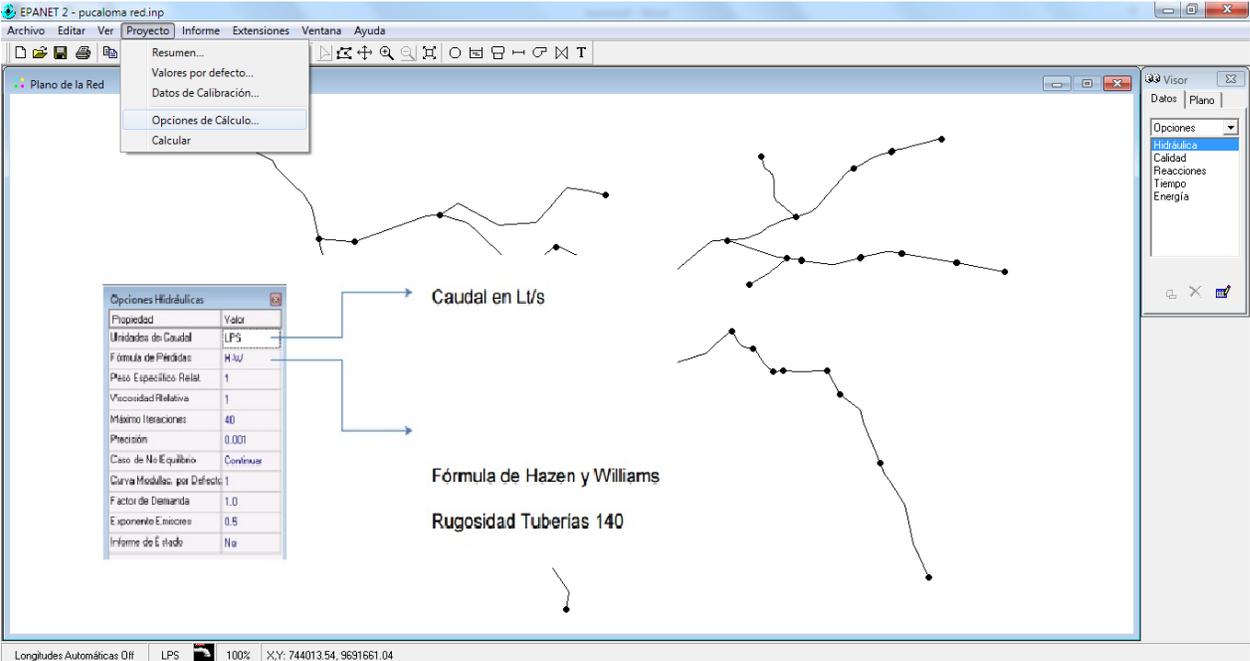
1. Ingresamos al programa nos vamos a Barra de Menú > Proyecto > Opciones de cálculo y escogemos los parámetros de diseño:

En este caso se adoptó las unidades de caudal Lt/s.

La Fórmula para el cálculo de pérdidas se adoptó la de Hazen y Williams.



Fig.34 Ingreso de datos a software EPANET

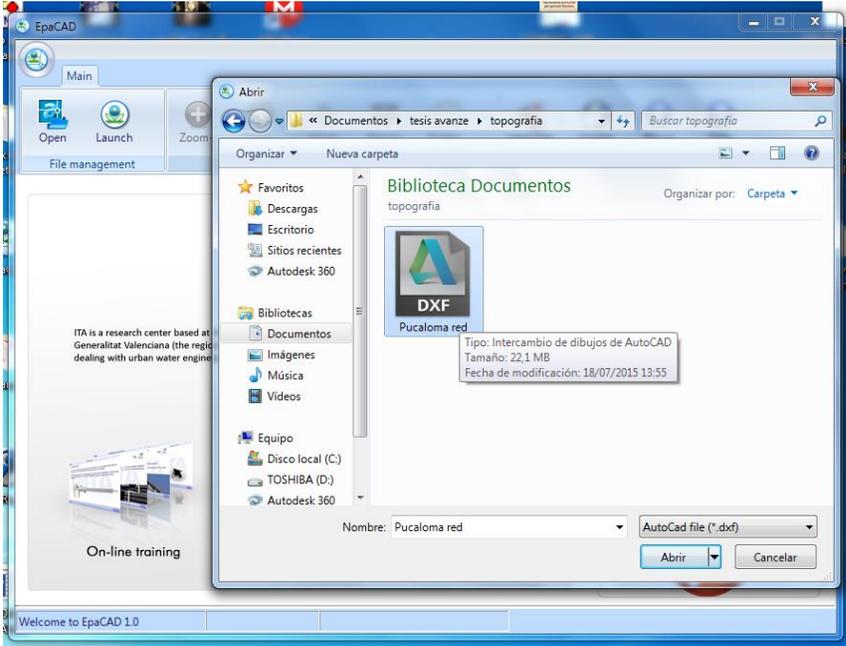


Fuente: Software EPANET

Elaboro: Investigador

2. Dibujamos los elementos que conforma la red, nodos, tuberías y tanque o lo exportamos directamente desde nuestro proyecto en AutoCAD con el programa EPACAD. Como se indica a continuación:

Fig.35 Exportación de archivo .dxf



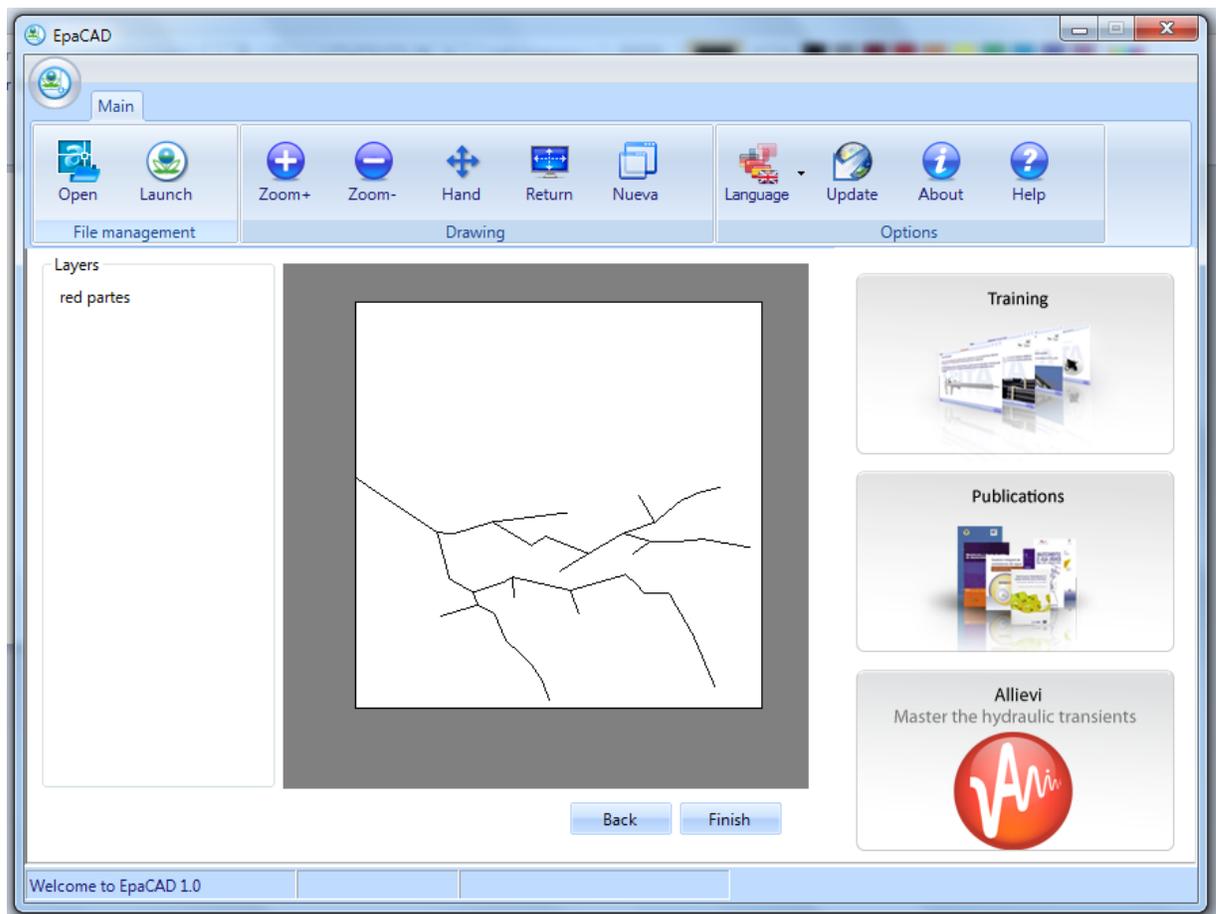
Fuente: Software EPANET

Elaboro: Investigador



- 2.1. Desde el programa Epacad elegimos abrir archivo y buscamos nuestro archivo de AutoCAD, es necesario tener este archivo con extensión \*.dxf.
- 2.2. **Una vez cargado el archivo seleccionamos la capa donde se encuentra la red de distribución.**

Fig.36 Interfaz software EPACAD



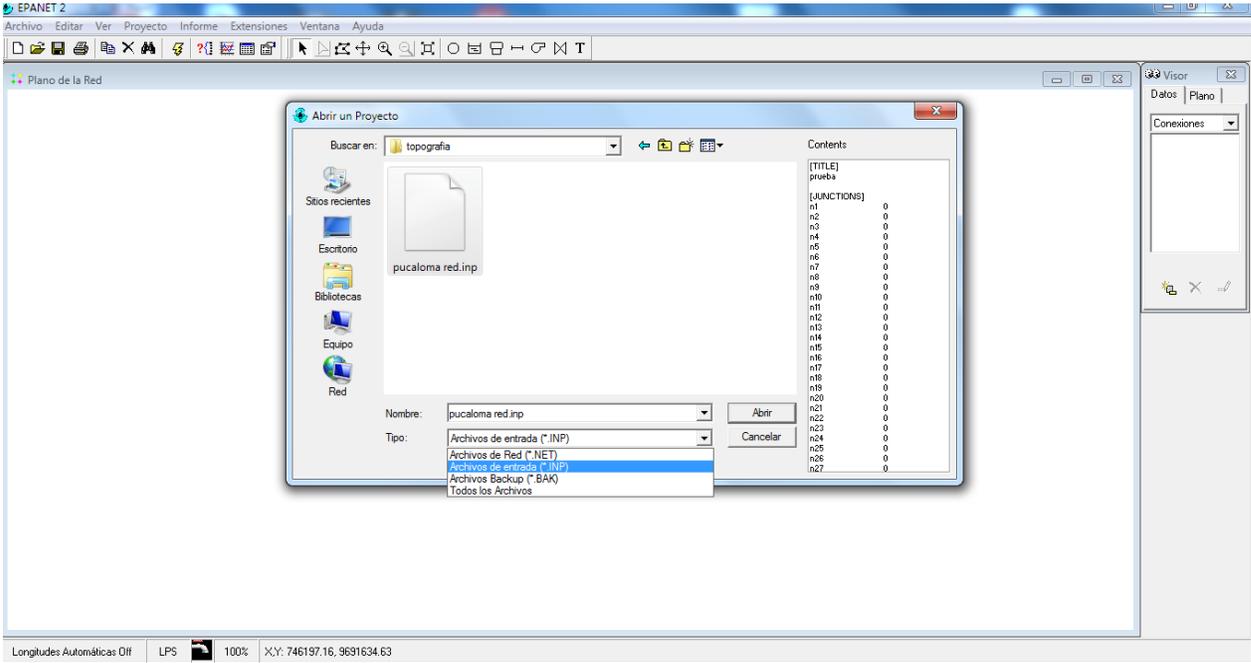
Fuente: Software EPACAD

Elaboro: Investigador

- 2.3. Finalmente EPACAD nos genera un archivo con extensión \*.inp, que lo procederemos a cargar en el programa de EPANET, para esto nos vamos a Archivo > Abrir y buscamos el archivo de extensión \*.inp generado anteriormente por EPACAD.



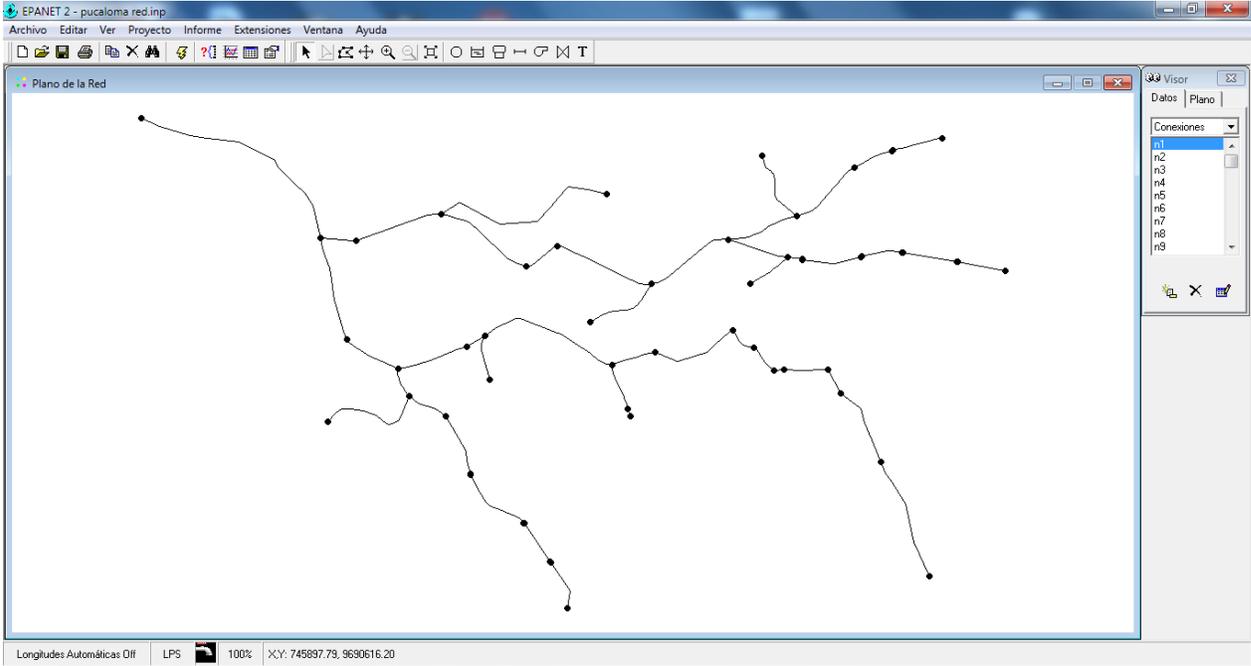
Fig.37 Abriendo un archivo en EPANET



Fuente: Software EPANET

Elaboro: Investigador

Fig.38 Dibujo de la red en EPANET



Fuente: Software EPANET

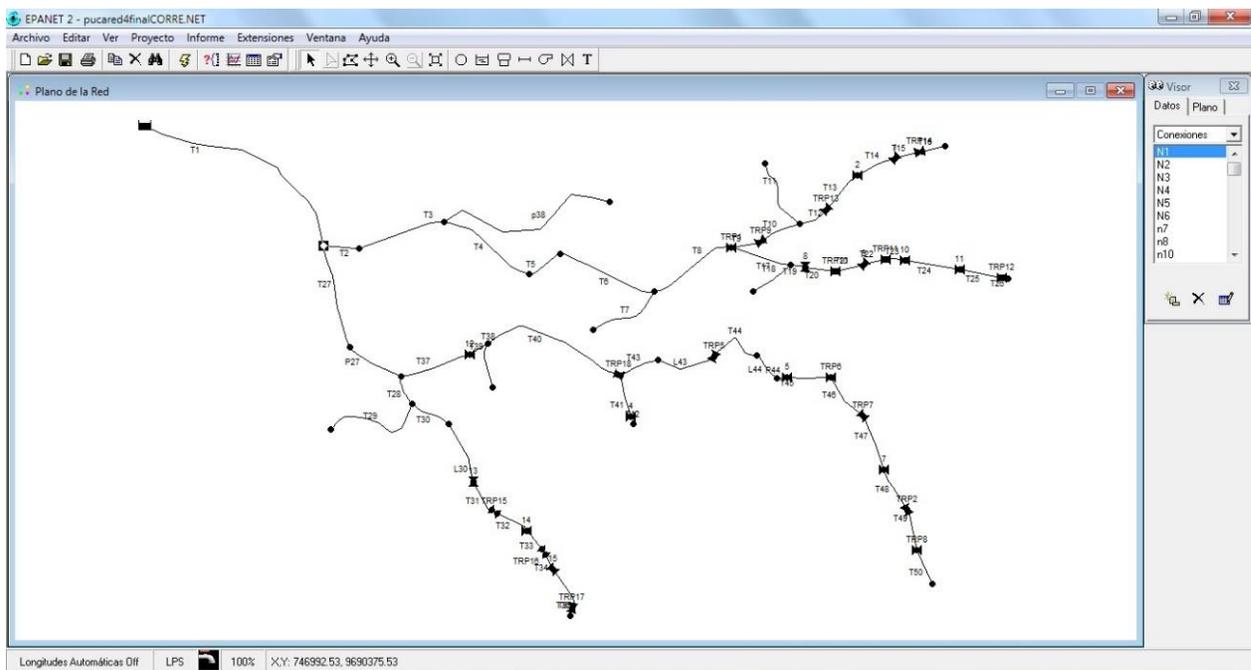
Elaboro: Investigador

### 3.2.4.2 COMPONENTES DE LA RED

EPANET modeliza un sistema de distribución de agua como un conjunto de líneas conectadas a los nudos. Las líneas representan tuberías, bombas o válvulas de control. Los nudos representan puntos de conexión entre tuberías o extremos de las mismas, con o sin demandas (nodos de caudal), y también depósitos o embalses.

3. Desde la barra de herramientas ingresamos los diferentes componentes de nuestra red (Embalses, Depósitos, Válvulas, etc.)

Fig.39 Componentes de la red en software EPANET



Fuente: Software EPANET

Elaboro: Investigador

4. Ingresamos los datos de caudal que previamente hemos calculado y los diámetros, longitud y cotas para cada tubería y nodo que conforma la red.





### 3.2.4.3 EL MODELO DE SIMULACION HIDRAULICA

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula las alturas piezométricas en los nudos y los caudales en las líneas, dados los niveles iniciales en los embalses y depósitos, y la sucesión en el tiempo de las demandas aplicadas en los nudos. De un instante al siguiente se actualizan los niveles en los depósitos conforme a los caudales calculados que entran o salen de los mismos, y las demandas en los nudos conforme a sus curvas de modulación. Para obtener las alturas y caudales en un determinado instante se resuelven simultáneamente las ecuaciones de conservación del caudal en los nudos y las ecuaciones de pérdidas en todos los tramos de la red.

A continuación se presenta una tabla donde se indica los caudales en cada nudo de la red:

Tabla XXIX Caudales en los nudos

NUDO	CASAS	POBLACION	POBLACION	CASAS	CAUDAL lt/sg
	ACTUALES	ACTUAL	FUTURA		
1	3	9	11	4	0,0344
2	2	6	7	2	0,0219
3	5	15	18	6	0,0563
4	5	15	18	6	0,0563
5	2	6	7	2	0,0219
6	3	9	11	4	0,0344
7	3	9	11	4	0,0344
8	4	12	13	4	0,0407
9	1	3	4	1	0,0125
10	3	9	10	3	0,0313
11	1	3	4	1	0,0125
12	0	0	0	0	0,0000
13	2	6	7	2	0,0219
14	2	6	7	2	0,0219
15	3	9	11	4	0,0344
16	3	9	11	4	0,0344
17	1	3	4	1	0,0125
18	1	3	4	1	0,0125
19	1	3	4	1	0,0125
20	1	3	4	1	0,0125
21	0	0	0	0	0,0000
22	1	3	4	1	0,0125
23	0	0	0	0	0,0000
24	2	6	7	2	0,0219
25	3	9	11	4	0,0344



### CAPITULO 3 JUCACUE

26	3	9	11	4	0,0344
27	3	9	11	4	0,0344
28	3	9	11	4	0,0344
29	3	9	11	4	0,0344
30	2	6	7	2	0,0219
31	1	3	4	1	0,0125
32	1	3	4	1	0,0125
33	1	3	4	1	0,0125
34	0	0	0	0	0,0000
35	1	3	4	1	0,0125
36	0	0	0	0	0,0000
37	1	3	4	1	0,0125
38	1	3	4	1	0,0125
39	3	9	11	4	0,0344
40	0	0	0	0	0,0000
41	3	9	11	4	0,0344
42	2	6	7	2	0,0219
43	3	9	11	4	0,0344
44	4	12	13	4	0,0407
45	5	15	17	6	0,0532
46	5	15	17	6	0,0532
47	1	3	4	1	0,0125
48	2	6	7	2	0,0219
49	2	6	7	2	0,0219
50	1	3	4	1	0,0125
51	2	6	7	2	0,0219
52	2	6	7	2	0,0219
53	0	0	0	0	0,0000
54	1	3	4	1	0,0125
55	2	6	7	2	0,0219
56	0	0	0	0	0,0000
57	2	6	7	2	0,0219
58	2	6	7	2	0,0219
59	2	6	7	2	0,0219
60	2	6	7	2	0,0219
61	0	0	0	0	0,0000
62	2	6	7	2	0,0219
63	0	0	0	0	0,0000
	120	353	432	147	1,3513

Elaboro: Investigador



En el dimensionamiento de la red se utilizó las ecuaciones de Hazen – Williams. Las simulaciones fueron realizadas en el programa EPANET

Tabla XXX Resultados de los cálculos de la red de distribución

Calculo de la Red de distribución								
ID TUBERIA	NUDOS		Longitud m	Diámetro Nominal mm	Diámetro Asumido mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Perdida Unitaria m/km
	DESDE	HASTA						
Tubería 1	TANQUE	N1	750,02	57	63	1,35	0,53	6,33
Tubería 2	N1	N2	114,85	29	32	0,61	0,92	38,46
Tubería 3	N2	N3	288,58	29	32	0,58	0,89	35,93
Tubería 4	N3	N4	329,05	29	32	0,52	0,78	28,49
Tubería 5	N4	N5	122,10	29	32	0,47	0,71	23,88
Tubería 6	N5	N6	328,55	29	32	0,43	0,66	20,74
Tubería 7	N6	N26	247,47	29	32	0,02	0,03	0,08
Tubería 8	N6	N7	295,32	29	32	0,38	0,57	16,04
Tubería 9	N7	N71	135,57	29	32	0,15	0,23	3,01
Tubería 10	N71	N8	107,21	29	32	0,14	0,21	2,57
Tubería 11	N8	N9	239,47	29	32	0,01	0,02	0,03
Tubería 12	N8	N79	122,21	29	32	0,09	0,14	1,21
Tubería 13	N79	N10	134,31	29	32	0,06	0,09	0,52
Tubería 14	N10	N12	200,01	29	32	0,05	0,07	0,33
Tubería 15	N12	N82	130,74	29	32	0,03	0,05	0,19
Tubería 16	N82	N14	70,66	29	32	0,02	0,03	0,08
Tubería 17	N7	N15	200,04	29	32	0,18	0,27	3,98
Tubería 18	N15	N16	147,85	29	32	0,03	0,05	0,19
Tubería 19	N15	N18	54,56	29	32	0,11	0,17	1,61
Tubería 20	N18	N73	119,52	29	32	0,10	0,15	1,29
Tubería 21	N73	N19	84,81	29	32	0,08	0,13	1,00
Tubería 22	N19	N75	105,32	29	32	0,07	0,11	0,74
Tubería 23	N75	N21	86,72	29	32	0,07	0,11	0,74
Tubería 24	N21	N23	127,02	29	32	0,06	0,09	0,52
Tubería 25	N23	N77	110,21	29	32	0,06	0,09	0,52
Tubería 26	N77	N25	131,12	29	32	0,03	0,05	0,19
Tubería 27	N1	N27	340,10	57	63	0,71	0,28	1,93
Tubería 28	N28	N29	100,02	29	32	0,13	0,20	2,26
Tubería 29	N29	N30	344,22	29	32	0,02	0,03	0,08
Tubería 30	N29	N31	134,90	29	32	0,08	0,11	0,80
Tubería 31	N32	N84	136,55	29	32	0,05	0,08	0,38
Tubería 32	N84	N34	191,01	29	32	0,04	0,06	0,22
Tubería 33	N34	N42	100,11	29	32	0,03	0,04	0,11



Tubería 34	N42	N36	68,12	29	32	0,03	0,04	0,10
Tubería 35	N36	N66	72,21	29	32	0,03	0,04	0,10
Tubería 36	N66	N38	91,32	29	32	0,01	0,02	0,03
Tubería 37	N28	N39	176,91	29	32	0,50	0,76	27,24
Tubería 38	N39	N41	124,06	29	32	0,48	0,73	25,08
Tubería 39	N41	N58	148,65	29	32	0,02	0,03	0,08
Tubería 40	N41	N64	491,12	29	32	0,43	0,64	19,93
Tubería 41	N64	N56	102,18	29	32	0,07	0,10	0,68
Tubería 42	N56	N57	63,18	29	32	0,03	0,05	0,19
Tubería 43	N64	N43	133,23	29	32	0,33	0,51	12,78
Tubería 44	N68	N45	156,00	29	32	0,25	0,38	7,63
Tubería 45	N47	N49	141,22	29	32	0,12	0,18	1,79
Tubería 46	N49	N44	171,15	29	32	0,08	0,12	0,93
Tubería 47	N44	N52	169,78	29	32	0,06	0,09	0,52
Tubería 48	N52	N62	90,74	29	32	0,04	0,06	0,22
Tubería 49	N62	N50	117,24	29	32	0,04	0,06	0,22
Tubería 50	N50	N54	205,58	29	32	0,01	0,02	0,03
Tubería 51	N27	N28	190,01	57	63	0,68	0,27	1,76
Tubería 52	N31	N32	122,78	29	32	0,06	0,09	0,57
Tubería 53	N43	N68	206,95	29	32	0,30	0,45	10,45
Tubería 54	N45	N46	129,57	29	32	0,21	0,32	5,37
Tubería 55	N46	N47	33,08	29	32	0,15	0,23	2,90
Tubería 56	N3	N59	614,60	29	32	0,02	0,03	0,08

Elaboro: Investigador

### 3.2.5 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

Para el diseño de la Planta de tratamiento de Agua Potable de la comunidad de Pucaloma, cantón Paute, se considera el diseño de módulos formado Filtro Grueso Dinámico (FGDi) y Filtro Lento de Arena (FLA).

Población actual: 353 habitantes

Población de diseño: 431 habitantes

Caudal de diseño de los diferentes módulos de la Planta de Tratamiento es el Caudal Máximo Diario más el 10%, que es igual a 0.62 L/s

#### 3.2.5.1 ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA



La comunidad actualmente utiliza en el sistema de agua potable el caudal de una vertiente ubicada en el sector alto de la Comunidad a una altura de 2.895 msnm; y,

### Resultados del Análisis Físico – Químico – Bacteriológico

Tabla XXXI Resultados de los análisis fisicoquímico y bacteriológico de agua

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICO Y BACTEREOLÓGICO DE AGUA							
<b>LUGAR DE LA TOMA DE MUESTRA:</b> Vertientes							
<b>TIPO DE AGUA:</b> Para Consumo Humano							
<b>DIRECCION:</b> Comunidad Pucaloma, Cantón Paute							
<b>FECHA DE LA TOMA:</b> 16/10/2015							
<b>FECHA DE ANALISIS:</b> 16/10/2015							
PARAMETRO		UNIDADES	VERTIENTES			NORMA CO 10.7-602	
			YANALLPA	CACHIGUZO	GUAGRARRUMI	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
1	COLOR REAL	Pt-Co	VALOR HALLADO	VALOR HALLADO	VALOR HALLADO	LIMITE DESEABLE	LIMITE MAXIMO PERMISIBLE
1	COLOR REAL	Pt-Co	20	15	18	5	30
2	pH	U	6,93	7,02	5,16	7,0-8,5	6,5-9,5
3	Turbiedad	NTU	3	4	3	5	20
4	Solidos disueltos Totales	mg/l	28,4	31,2	17,3	500	1000
5	Conductividad	Usm/cm	51,9	56,8	32,7		
6	Carbonatos	mg/l	0	0	0		
7	Bicarbonatos	mg/l	15	30	18		
8	Alcalinidad	mg/l	16	35	20		
9	Dureza Total	mg/l CaCo3	36	56	40	120	300
10	Nitritos	mg/l	0,004	0,001	0,003		3
11	Nitratos	mg/l	0,9	0,9	1,4	10	40
12	Hierro	mg/l	0,25	0,14	1,29	0,2	0,8
13	Coliformes Totales	NMP/100ml	160 NMP	58 NMP	>1 NMP		
14	Coliformes Fecales	NMP/100ml	53 NMP	Negativo	Negativo	<1	
15	Mesofilos	NMP/100ml	8 NMP	16 NMP	2 NMP		

Fuente: Resultados del Informe de Laboratorio de Calidad de Agua de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuenca

Elaboro: Investigador

De los resultados de laboratorio al análisis físico, químico y bacteriológico realizado al agua captada y que llega al usuario en la red de distribución se establece que no todos los parámetros analizados se encuentran dentro de los límites deseables para consumo humano, como es el caso del color.



De acuerdo a la información proporcionada por los miembros de la Comunidad, la calidad del agua de la vertiente mantiene una variación pequeñas durante el cambio de estación climática, en el sector aledaño y aguas arriba de la zona de captación no se realiza actividad humana, pero existe el pastoreo de ganado, por lo tanto existe un riesgo bajo de contaminación.

### 3.2.5.2 ANALISIS DE RIESGOS DE FUENTES SUPERFICIALES RIESGO BAJO

Como tratamiento mínimo para fuentes superficiales de bajo riesgo pero con calidad de agua que requiere algo más que desinfección, se recomienda considerar la combinación de unidades de FGD<sub>i</sub> y FLA. A continuación se indica la tabla en donde se indica el tipo de tratamiento a utilizarse de un acuerdo al riesgo de contaminación:

Tabla XXXII Niveles de riesgo en fuentes superficiales

RIESGO	TURBIEDAD UNT	COLOR REAL UPC	COLIFORMES FECALES UFC/100ml	TRATAMIENTO
Bajo	<10	<20	<500	<b>FGDi</b> [vf=2m/h] + <b>FLA</b> [vf=0.15m/h]
Intermedio	10 - 20	20 - 30	500 - 10000	<b>FGDi</b> [vf=2m/h]+ <b>FGAC</b> [vf=0.60m/h]+ <b>FLA</b> [vf=0.15m/h]
Alto	20 - 50	30 - 40	10000 - 20000	<b>FGDi</b> [vf=2m/h]+ <b>FGAS2</b> [vf=0.45m/h]+ <b>FLA</b> [vf=0.15m/h]
Alto	20 - 70	30 - 40	10000 - 20000	<b>FGDi</b> [vf=2m/h]+ <b>FGAS3</b> [vf=0.30m/h]+ <b>FLA</b> [vf=0.15m/h]

Fuente: Filtración en Múltiples Etapas CINARA

Tecnología para el Tratamiento de Agua

Elaboro: Investigador

### 3.2.5.3 SELECCIÓN DE TECNOLOGIA

La selección de la tecnología para la potabilización del agua involucra un gran número de factores, entre otros se incluyen las condiciones socio económicas y culturales de la comunidad, la disponibilidad de recursos, materiales de construcción, insumos, además del soporte institucional y características de la calidad del agua. El objetivo de la selección es en consecuencia contribuir a la sostenibilidad de los sistemas a través de implementar un sistema con cobertura adecuada que suministra agua apta para el consumo humano con criterios de continuidad, cantidad y calidad a un costo manejable por los usuarios.

El escoger la tecnología FiME (Filtración en Múltiples Etapas) guarda armonía con la capacidad de gestión, operación y mantenimiento de la comunidad de Pucaloma que



muchas veces no se puede garantizar la disponibilidad de químicos necesarios para el funcionamiento del sistema. Adicionalmente, la tecnología FiME tiene buena aceptación por parte de las comunidades y su administración, operación y mantenimiento son comparativamente más simples que para otros sistemas de tratamiento de agua para consumo humano.

La tecnología FiME, potencializa el uso la Filtración Lenta en Arena como tratamiento para la potabilización del agua, teniendo como base los conceptos básicos de multibarrera y de tratamiento integrado.

El concepto de multibarrera, o múltiples etapas de tratamiento, implica tener más de una etapa de tratamiento. Juntas, estas etapas remueven progresivamente los contaminantes para producir agua de buena calidad. Idealmente, se debe tener agua de bajo riesgo sanitario antes de la etapa final de tratamiento, la cual se convierte entonces en una barrera de seguridad.

Al aplicar el concepto de tratamiento en múltiples etapas es importante reconocer que cada una de ellas puede diferir en los mecanismos y eficiencias de remoción de los diferentes contaminantes. Según el concepto de tratamiento integrado, las fortalezas y debilidades de cada etapa, debe ser reconocida, estimada y balanceada para remover los contaminantes efectiva y económicamente. En general la experiencia ha establecido la conveniencia de separar primero el material más pesado o de mayor tamaño y gradualmente ir priorizando la remoción del material más pequeño, que incluye los microorganismos.

El nivel de riesgo asociado a la fuente de abastecimiento se ha determinado en base a la inspección sanitaria de la microcuenca abastecedora y a los parámetros obtenidos en los diferentes análisis considerándose como básicos la turbiedad, el color y el número de coliformes fecales.

En base a las anteriores consideraciones y acorde con la experiencia del CINARA, se establece que la fuente abastecedora presenta un riesgo bajo, por lo que el tratamiento recomendado sería: Filtro Grueso Dinámico (FGDi) + Filtro Lento de Arena (FLA) + desinfección (barrera de seguridad).

La planta de tratamiento de Pucaloma funcionará con las siguientes unidades:



- Filtros Gruesos Dinámicos (FGDi) (1 unidad)
- Filtros lentos de arena (FLA) (2 unidades)
- Caseta de cloración
- Cámara para lavado (arena y grava)

La topografía del terreno permite el funcionamiento de todas las unidades a gravedad, lográndose desde este sitio distribuir a toda la comunidad a gravedad.

#### **3.2.5.4 FILTRO GRUESO DINÁMICO (FGDI):**

Los Filtros Gruesos Dinámicos [FGDi] se utiliza para realizar un pretratamiento de las aguas, previo al ingreso a un Filtro Lento de Arena [FLA], que no requiere el uso de sustancias químicas.

El Filtro Grueso Dinámico es considerado como la primera etapa de tratamiento, su función se orienta a acondicionar la calidad del agua y proteger las unidades de tratamiento subsiguientes de altas cargas de material suspendido.

Además de material sólido esta unidad ha mostrado remociones significativas en otros parámetros como coliformes fecales, hierro y manganeso (CINARA-IRC. 1992)

Protege las subsiguientes etapas de tratamiento, ante altas cargas de lodo generadas principalmente durante los periodos de invierno.

#### **FUNCIONAMIENTO:**

El sistema funciona de la siguiente manera: el agua que entra en la unidad, fluye sobre la capa fina de grava, filtrándose una parte a través de las capas hacia el sistema de drenaje que luego sigue hacia la siguiente etapa de tratamiento, mientras que el exceso de agua captado, vuelve a la fuente de abastecimiento de agua cruda por las estructuras de rebose y desagüe.



Una de las características importantes del lecho filtrante, de este tipo de filtros, es su graduación de fino en la parte superior a grueso en el fondo que está en contacto con la tubería de drenaje; de esta manera los FGD<sub>i</sub>, son diseñados para acumular sólidos principalmente en la superficie, y así facilitar las operaciones de limpieza en la unidad.

Bajo condiciones normales de operación, la capa fina se obstruye gradualmente. Cuando se presentan valores elevados de corta duración de sólidos en suspensión, la obstrucción será más rápida, y eventualmente dependiendo de las características de las partículas la obstrucción puede ser total.

La limpieza del lecho se realiza en promedio una o dos veces por semana, interrumpiendo el flujo hacia la siguiente unidad de tratamiento, y rastrillando la capa fina. Cada 6 a 12 meses el material filtrante debe ser removido, lavado y vuelto a colocar, de tal manera que se puede mantener la capacidad de captación del agua de la unidad.

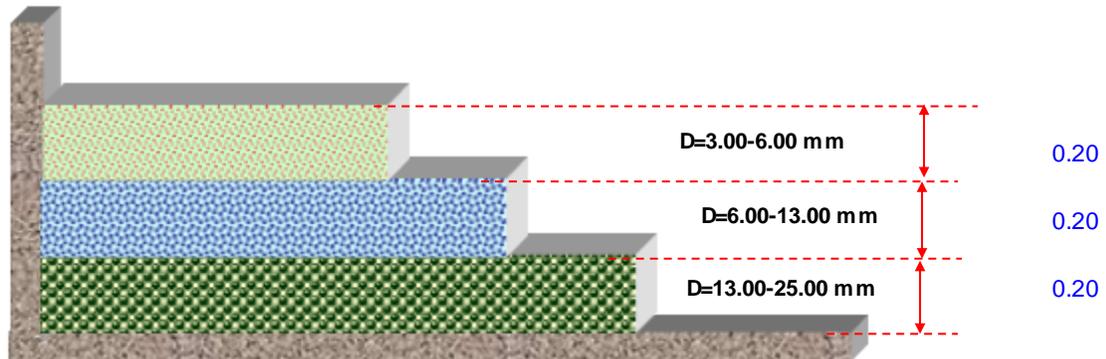
## **LECHOS FILTRANTES Y DE SOPORTE**

El lecho filtrante es el elemento más importante. Su disposición requiere especial atención ya que ello depende la eficiencia de la estructura. Se encuentra compuesto por diferentes capas de grava, las cuales están dispuestas de gruesa en el fondo a fina en la superficie. Esta forma de graduación difiere de la que regularmente se usa en otras tecnologías de filtración gruesa (donde el espesor del lecho filtrante disminuye en tamaño con el sentido de flujo); De esta manera la acumulación de sólidos se presenta principalmente en la superficie. Esto a su vez facilita la limpieza de la unidad ya que un sencillo rastrillado superficial permitirá la re suspensión de los sólidos retenidos en la capa fina para ser arrastrados fácilmente por el flujo superficial hacia el desagüe.

Es importante mantener esta graduación ya que la mezcla de las diferentes capas, permitirá la retención de los sólidos a través de todo el lecho filtrante, dificultándose de esta manera las labores de mantenimiento debido a que el lavado superficial no es suficiente para restablecer la capacidad del filtro.



Fig.42 Lecho filtrante y de soporte



Fuente: Filtración en Múltiples Etapas CINARA

Tecnología para el Tratamiento de Agua

Elaboro: Investigador

## LECHO FILTRANTE RECOMENDADO

Tabla XXXIII Espesor del lecho filtrante

POSICION EN LA UNIDAD	ESPESOR		TAMAÑO GRAVA	
	CAPA	[m]	[mm]	
Superior		0.20	3.00	6.00
Intermedio		0.20	6.00	13.00
Inferior, fondo		0.20	13.00	25.00

Fuente: Filtración en Múltiples Etapas CINARA

Elaboro: Investigador

## DISEÑO DEL FILTRO GRUESO DINAMICO [FGDi]

Los Filtros Gruesos Dinámicos [FGDi] se utiliza para realizar un pretratamiento de las aguas, previo al ingreso a un Filtro Lento de Arena [FLA], que no requiere el uso de sustancias químicas.



Tabla XXXIV Datos para diseño de FGD<sub>i</sub>

DISEÑO DEL FILTRO GRUESO DINAMICO				
DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	EQUIVALE A:
Población Futura	Pa	Hab.	431	
Dotación Futura Agua Potable	D	lt/hab/día	75	
Caudal de diseño (QMD x 1.1)	Q	lt/s	0,62	2,23 m <sup>3</sup> /h
Velocidad de Filtración	vf	m/h	2,00	
Velocidad de Lavado	vL	m/h	12,00	0,0033 m/s
Velocidad Superficial	vs	m/s	0,30	
Número de Unidades	N	U	1,00	

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

Tabla XXXV Área del filtro

AREA TOTAL DEL FILTRO	
$At = \frac{Q}{vf * N} = \frac{\text{Caudal de diseño (m}^3\text{/h)}}{\text{Velocidad de filtracion(m/h)} * N}$	
At=	1,12 m <sup>2</sup>

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

Tabla XXXVI Diseño tanque rectangular del FGD<sub>i</sub>

TANQUE RECTANGULAR				
At=	1,12	m <sup>2</sup>	Por facilidad de mantenimiento asumimos un valor de:	
L/B=	2		b=	1,00 m
			L=	2,00 m
At=	2*B <sup>2</sup>		At=	2,00 m <sup>2</sup>
B=	0,75	m	<b>L</b>	
L=	1,5	m	<b>B</b>	



2,0

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

Tabla XXXVII Caudal de lavado

CAUDAL DE LAVADO		
QL=	At*vl	
At=	2,00	m <sup>2</sup>
vl=	0,0033	m/s
QL=	0,0067	m <sup>3</sup> /s
	6,67	L/s

Fuente: Filtración en múltiple etapas CINARA

Elaboro: Investigador

## TANQUE RECTANGULAR

Las dimensiones de FGD<sub>i</sub>, en particular las correspondientes al área superficial (largo y ancho) están condicionadas por el caudal disponible para realizar el lavado superficial.

Durante este lavado, la velocidad superficial debe garantizar el arrastre de sólidos suspendidos de la capa superficial del lecho filtrante, sin embargo, si el ancho no ha sido seleccionado adecuadamente, la velocidad superficial no podría ser garantizada, dificultando la operación de lavado, o si se excede la recomendada, existiría el peligro de arrastre y pérdida de material filtrante.

Tabla XXXVIII Ancho del filtro

ANCHO DEL FILTRO		
$b = \frac{3,4 * QL}{Vs^3}$		
b=	Ancho de la estructura(m)	
QL=	Caudal Disponible para Lavado(m <sup>3</sup> /s)	0,0067
vs=	Velocidad Superficial para lavado(m/s)	0,30
b=	0,84	Asumimos un valor de b= 1,00 m



Tabla XXXIX Largo del filtro

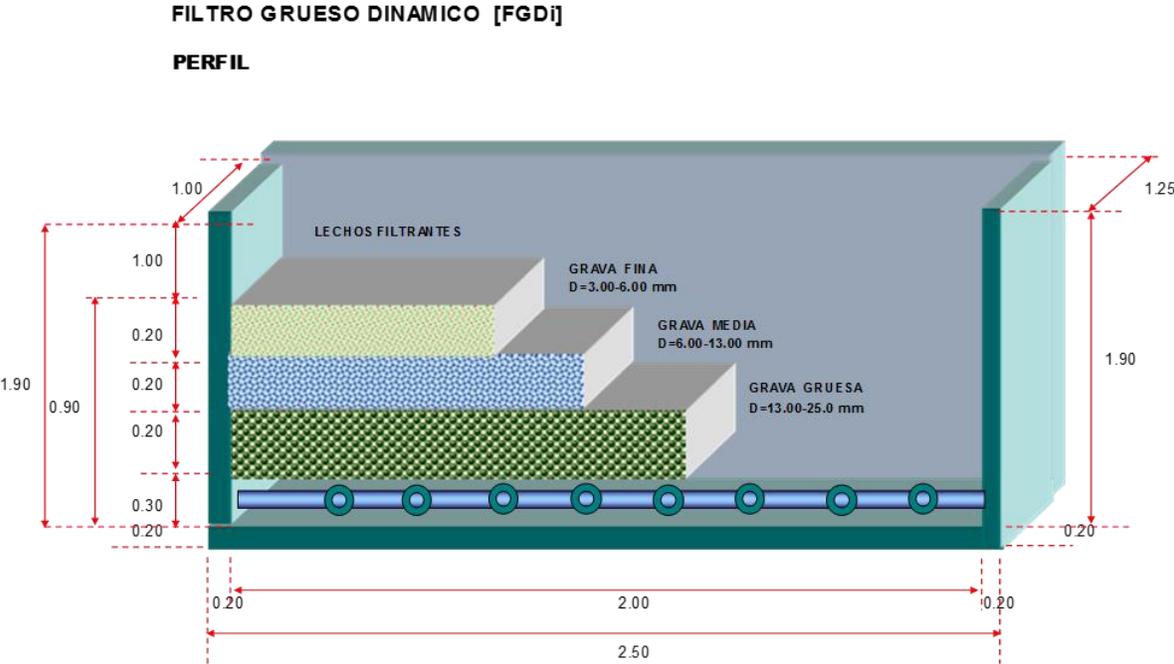
LARGO DEL FILTRO			
$l = \frac{At}{b}$			
l=	Longitud de la estructura(m)		
At=	Área Total(m <sup>2</sup> )		2,00
b=	Ancho de la estructura(m)		1,00
l=	2,00	Asumimos un valor de l=	2,00 m

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

Por facilidad de limpieza y mantenimiento se asumen las medidas de 1.25 \* 2.50m

Fig.42 Filtro grueso dinámico FGD<sub>i</sub>



Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador



### 3.2.5.5 FILTRO LENTO DE ARENA (FLA)

Es la principal etapa de tratamiento, que permitirá que el agua distribuida cumpla con todas las normas de calidad física-química como bacteriológica para ser apta para el consumo humano.

Los Filtros Lentos de Arena reducen drásticamente el número de virus, bacterias, protozoarios o huevos de nemátodos dañinos para la salud pública mejorando la calidad microbiológica del agua que tratan. Además materia fina, orgánica e inorgánica, es retenida significativamente en los lechos de arena, mientras que compuestos orgánicos disueltos son más o menos degradados, dependiendo de su naturaleza, por la actividad biológica que se genera en los filtros. En este proceso no se requiere la dosificación de químicos.

La estructura de entrada del filtro lento permite disipar la energía y asegurar la entrada del flujo sin turbulencias, de tal manera que se evite la erosión, el rompimiento de la biomembrana o la no formación de ella en esta zona del área superficial del lecho de arena: Permitiendo también la medición y control del caudal afluente.

La estructura de salida tiene un vertedor que permite aforar el caudal efluente y mantener una lámina de agua por encima del nivel máximo del lecho de arena. Esta condición de salida previene el desarrollo de presión inferior a la atmosférica en el lecho filtrante y asegura el funcionamiento del filtro independiente de las fluctuaciones en el nivel del tanque de aguas claras.

Las características que deben tener el medio filtrante y la estructura de soporte se indican en los planos respectivos.

El filtro tiene control a la salida, con nivel de sobrenadante variable. La máxima pérdida de carga permitida en el filtro lento es de 0.75 m (nivel máximo del sobrenadante).

En función de la cantidad de arena que se extraerá en cada raspado, y de la que se debe guardar antes de proceder al rearenado de las unidades se han diseñado las estructuras para el lavado y almacenamiento de la arena de los filtros.

El sistema de recolección del agua filtrada es un múltiple

#### **FUNCIONAMIENTO:**

El proceso básico de filtración lenta en arena es el siguiente:

El agua pasa lentamente a través de un lecho en arena fina a razón de 0.10 - 0.30 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h, mejorando considerablemente su calidad al eliminar la turbiedad y reducirse considerablemente (bacterias, virus, quistes).



Poco después de iniciarse el proceso de filtración, en la superficie del lecho se forma una película filtrante. Esta película o "Schmutzdecke", consiste en material orgánico e inorgánico retenido y en una amplia variedad de microorganismos activos biológicamente, los cuales descomponen la materia orgánica. Esta actividad biológica y otros mecanismos de tratamiento se extienden a través de la capa superior del lecho de arena, quizás hasta unos 0.40m de profundidad. Debido al movimiento lento del agua y al alto tiempo de retención, la filtración lenta en arena se asemeja a la percolación del agua a través del subsuelo y el proceso efectivamente produce agua de calidad comparable al agua subterránea.

Después que el filtro ha estado produciendo agua de buena calidad durante varias semanas, la película filtrante gradualmente se colmata y hace necesario limpiar el filtro. Esto se hace raspando unos pocos centímetros de la parte superior del lecho filtrante y luego se reinicia el proceso de filtración.

### **ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN FILTRO LENTO**

Un Filtro Lento está conformada por una caja abierta, en cuyo interior existe un lecho de arena con espesor entre 0.80m y 1.00m. La parte superior del filtro contiene una capa de agua que fluye por gravedad través del lecho de arena.

La arena utilizada es relativamente fina con un tamaño efectivo entre 0.15 y 0.30m.

El agua filtrada es colectada en el fondo por un sistema de drenaje y transportada hasta la cámara de salida del filtro y de allí al sistema de almacenamiento y distribución.

Generalmente son operados con tasas de infiltración entre 0.10 y 0.30 m/h. En consecuencia un área de 1m<sup>2</sup> de arena produce entre 2.5 y 5m<sup>3</sup> de agua por día, preferiblemente el agua caudal debe ser controlado en la estructura de entrada al filtro y se debe conservar el nivel mínimo de agua por encima del lecho de arena, empleando para ello un vertedor o un tubo efluente en la zona de salida del filtro.

Los Filtros Lentos de Arena tienen un mejor funcionamiento cuando se operan continuamente y en condiciones de flujo constante; por consiguiente se recomienda su operación durante 24 horas al día. La pérdida de carga (o energía hidráulica) en un filtro limpio varía entre 0.20 y 0.30m, valor que se incrementa gradualmente a lo largo de la carrera de filtración.

Cuando en un filtro en funcionamiento, la pérdida de carga alcanza valores del orden de 0.60 a 1.0m es necesario limpiar el lecho de arena.

Los Filtros Lentos de Arena actúan principalmente como filtros de superficie. La materia orgánica e inorgánica retenida en el lecho de arena y una gran variedad de microorganismos (bacterias, protozoarios, algas, hongos, mico crustáceos, nemátodos,



etc.) forman una capa delgada sobre la superficie del lecho de arena la cual es gran medida responsable del mejoramiento físico, químico y biológico del agua.

Esta capa es conocida como "Schmutzdecke" y aunque en ella se presenta la mayor contribución al mejoramiento de la calidad del agua, se ha detectado actividad adicional en al menos 0.20 a 0.30m de profundidad de los lechos.

En un filtro nuevo esta capa biológica delgada usualmente se desarrolla y estabiliza en un periodo de maduración, la cual puede requerir desde varias semanas hasta unos pocos meses, dependiendo de la calidad del agua que le llega al filtro y de la adaptación de los microorganismos que colonizan la arena.

Los procesos biológicos en la filtración lenta son más importantes que los procesos físicos.

La materia orgánica disuelta o presente en forma de sólidos inestables, es biológicamente degradada presencia de oxígeno hasta productos inorgánicos inestables. En ausencia de oxígeno esta degradación termina en productos ofensivos para los sentidos por esto es importante airear el agua cruda presente niveles muy bajos de oxígeno.

La capa biológica que se forma encima del lecho filtrante, llamada "Schmutzdecke", es en buena parte responsable de la oxidación de los compuestos orgánicos y de la remoción de los organismos patógenos.

## DISEÑO DE UN FILTRO LENTO DE ARENA

Se diseña 2 Filtros con la finalidad de alternar su uso de acuerdo a los requerimientos de mantenimiento. El caudal utilizado para el diseño de estos Filtros es igual al 70% del Caudal de diseño

Tabla XL Datos de diseño

DATOS DE DISEÑO	SIMBOLO	UNIDAD	VALOR	EQUIVALE A:
Población Futura	Pa	Hab.	431	
Dotación Futura Agua Potable	D	lt/hab/día	75	
Caudal de diseño (QMD x 1.1)	Qd	lt/s	0,62	2,23 m <sup>3</sup> /h
Velocidad de Filtración	v <sub>f</sub>	m/h	0,15	
Velocidad de Lavado	v <sub>L</sub>	m/h	12,00	0,0033 m/s
Velocidad Superficial	v <sub>s</sub>	m/s	0,30	
Número de Unidades	N	U	2,00	
Altura Lecho de arena	ha	m	0,90	



Altura Libre		m	0,30
--------------	--	---	------

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

Tabla XLI Área superficial del filtro

AREA SUPERFICIAL DEL FILTRO		
$Area\ superficial(A_s) = \frac{Q_d}{N * v_f}$		
As=	m2	
vf=	Velocidad de filtración(m/h)	0,15
Qd=	Caudal de diseño(m3/h)	2,23
N=	Número de unidades	2,00
As=	7,44	m2

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

El área necesaria para la filtración es de 7.44 m<sup>2</sup>, y el tanque de ferrocemento que se adapta a estas condiciones tiene un volumen de 10m<sup>3</sup>

Tabla XLII Sistema de drenaje

SISTEMA DE DRENAJE	
$nA_o/A_l \leq 0,15$	
Ao=	Área del orificio
Al=	Área lateral de la tubería
n=	numero de orificios



Diámetro de tubería asumida $\varnothing$	63	mm
Diámetro de orificio asumido $\varnothing$	12	mm
Área Lateral tubería(AI)=	3117,25	mm <sup>2</sup>
Área del orificio (Ao)=	113,10	mm <sup>2</sup>
n=	2,8	
Se asume el número de orificios (n) =	2	Si Cumple
Espaciados a una distancia de =	20 cm	

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

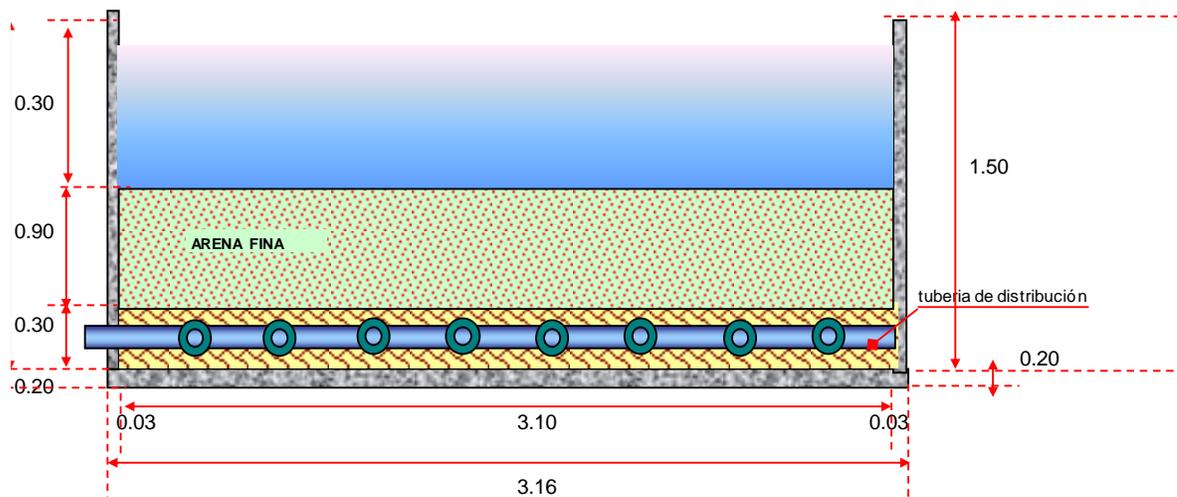
Tabla XLIII Granulometría del lecho filtrante

GRANULOMETRIA DEL LECHO FILTRANTE	
CRITERIOS DE DISEÑO	VALORES RECOMENDADOS
Altura de arena	
Inicial	1,00
Mínima	0,50
Diámetro efectivo	0,15-0,35
Coeficiente de uniformidad	
Aceptable	<3
Deseable	1,8 - 2,0
Altura del lecho de soporte, incluye drenaje(m)	0,1 - 0,3

Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

Fig.43 Filtro lento de arena



Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

## VOLUMEN DEL TANQUE DE FERROCEMENTO (TIPO)

Tabla XLIV Volumen de tanque ferrocemento

A	AREA	VOLUME
AREA	ESTANDAR	TANQUE
m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
7.44	7.55	10.00

VOLUME	TANQUE		CUPULA			PARED
	diámetro (m)	altura (m)	radio (m)	flecha (m)	espesor (cm)	espesor (cm)
10.00	3.10	1.50	2.76	0.48	2.40	3.20

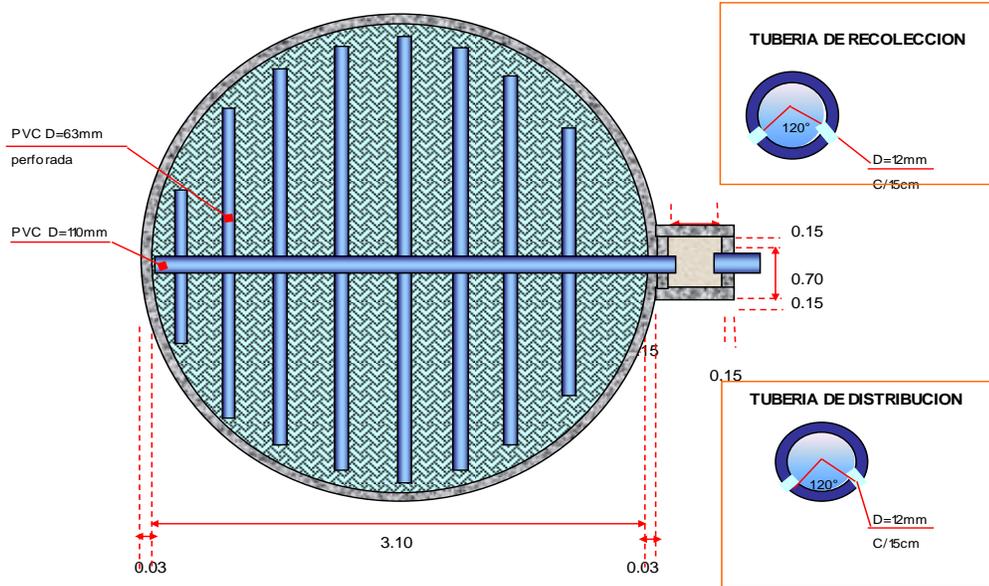
Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

Elaboro: Investigador

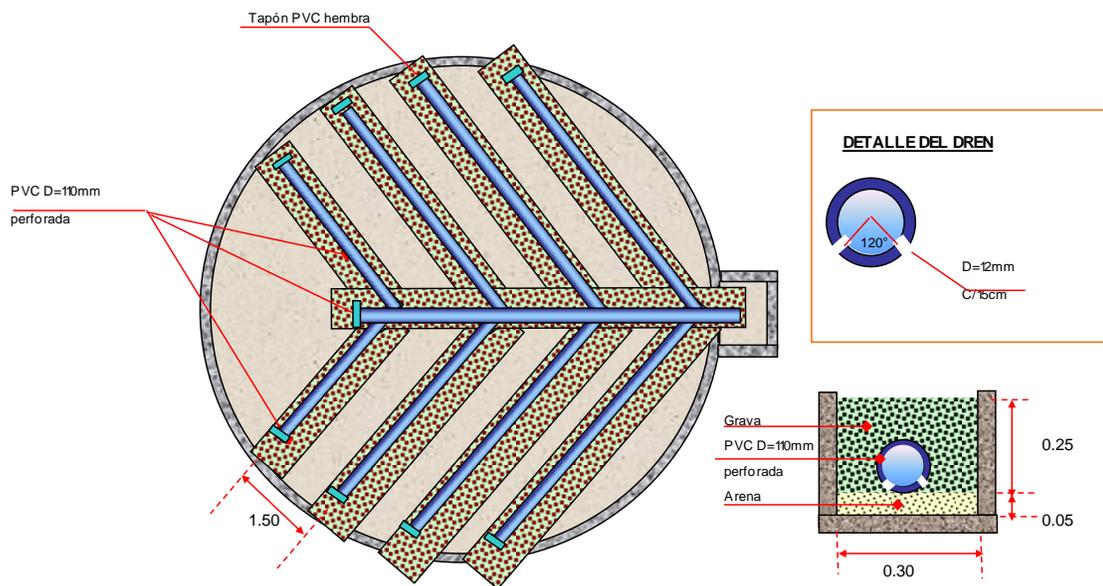
Fig.44 Drenes y tuberías de distribución

**TUBERIAS DE DISTRIBUCION**

**PLANTA**



**SUBDRENES**



Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

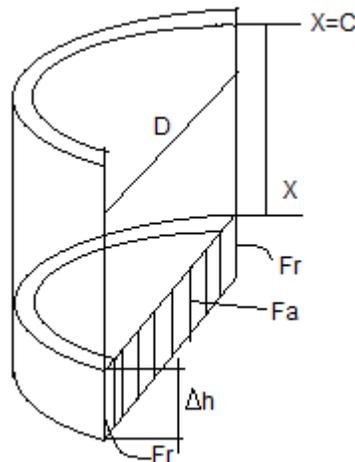


### 3.2.5.6 CALCULO ESTRUCTURAL DE LAS PAREDES DE UN TANQUE CIRCULAR DE 10 Y 20 M3.

#### Análisis estructural de paredes de ferrocemento.

Se realizara un análisis general para determinar el refuerzo que se requiere para la pared de un tanque de ferrocemento. Los mismos que serán tomados de los apuntes tomados del seminario realizado por voluntarios del cuerpo de paz de EE.UU, en el año 1991, auspiciado por el ex IEOS.

Fig.45 Análisis estructural



Autor: Ing. Edmundo Barrera  
Elaboro: Investigador

Donde:

X: distancia del nivel máximo del agua (altura del tanque)

x: altura del rectángulo vertical.

D: diámetro interior del tanque.

$\Delta h$ : altura de la sección que se está examinando.

Fr: fuerza de tensión en la pared de la sección estudiada.

Fa: fuerza que resulta de la distribución de presión del agua (trapezoidal) que actúa sobre un rectángulo vertical de dimensiones  $\Delta h$  por D a una distancia "x" del nivel de agua.

Se puede determinar las fuerzas, suponiendo que Fa actúa en el centro geométrico del rectángulo vertical de la figura 1, con valores muy pequeños de  $\Delta h$ .



Para el equilibrio de las fuerzas horizontales nos da la siguiente expresión:

$$Fr = \frac{1}{2}Fa = \frac{1}{2}Ba \cdot x \cdot \Delta h \cdot D \quad (\text{Ecuación 3.11})$$

Donde:

Fr: fuerza de tensión resultante en el alambre de refuerzo que debe resistir.

Ba: peso específico del agua = 0.001 Kg/cm<sup>3</sup>

No se considerara la contribución de la malla, entonces tenemos que el número de alambres galvanizados necesarios para cada sección se puede calcular de la siguiente manera:

$$Fr = as \cdot Na(x) \cdot Aa = \frac{1}{2}Ba \cdot x \cdot \Delta h \cdot D \quad (\text{Ecuación 3.12})$$

Donde:

as: esfuerzo admisible por los alambres de hierro.

Na(x): número de alambres a colocar en la sección "x".

Aa: área de la sección transversal del alambre.

Donde se obtiene que:

$$Na(x) = \frac{Ba \cdot x \cdot \Delta h \cdot D}{2as \cdot Aa} \quad (\text{Ecuación 3.13})$$

En el cual se adopta un alambre # 12 (d=2,5mm) y un esfuerzo aplicado de 1055 Kg/cm<sup>2</sup>

Se obtiene que:

$$Aa = \pi (0,125cm)^2 = 0,0491 cm^2$$

Reemplazando valores en la ecuación anterior se obtiene que:

$$Na(x) = \frac{\left(0,001 \frac{Kg}{cm^3}\right) \cdot x \cdot \Delta h \cdot D}{2\left(1055 \frac{Kg}{cm^2}\right) \cdot (0,0491cm^2)}$$

Realizando reducciones queda:

$$Na(x) = (9,652x10^{-6} cm^{-2}) \cdot x \cdot \Delta h \cdot D$$

Dónde:  $x$ ,  $\Delta h$  y  $D$  están en centímetros.



Realizando transformaciones para usar D en metros, se tiene:

$$Na(x) = (9,652 \times 10^{-4} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{m}^{-}) \cdot x \cdot \Delta h \cdot D$$

Usando un  $\Delta h$  de 2,21 cm en caso de utilizar manguera negra de ½” para el encofrado.

$$Na(x) = (2,13 \times 10^{-3}) \cdot x \cdot D$$

Con esta ecuación se procede a determinar los alambres necesarios para cada distancia “x” necesarios y se procede a realizarla siguiente tabla:

Tabla XLV Calculo estructural

No.	Altura desde la cima de la pared (cm)	NUMERO DE ALAMBRES GALVANIZADO #				OBSERVACIONES
		TANQUE (m3)	10	TANQUE (m3)	20	
		DIAMETRO (m):	3,1	DIAMETRO(m):	5,7	
		CALCULADO	ADOPTADO	CALCULADO	ADOPTADO	
1	0,00	0,00	3	0,00	1	
2	2,21	0,01	3	0,03	1	
3	4,42	0,03	1	0,05	1	
4	6,63	0,04	1	0,08	1	
5	8,84	0,06	1	0,11	1	
6	11,05	0,07	1	0,13	1	
7	13,26	0,09	1	0,16	1	
8	15,47	0,10	1	0,19	1	
9	17,68	0,12	1	0,22	1	
10	19,89	0,13	1	0,24	1	
11	22,1	0,15	1	0,27	1	
12	24,31	0,16	1	0,30	1	
13	26,52	0,18	1	0,32	1	
14	28,73	0,19	1	0,35	1	
15	30,94	0,20	1	0,38	1	
16	33,15	0,22	1	0,40	1	
17	35,36	0,23	1	0,43	1	
18	37,57	0,25	1	0,46	1	
19	39,78	0,26	1	0,48	1	



## CAPITULO 3 JUCACUE

20	41,99	0,28	1	0,51	1	
21	44,2	0,29	1	0,54	1	
22	46,41	0,31	1	0,56	1	
23	48,62	0,32	1	0,59	1	
24	50,83	0,34	1	0,62	1	
25	53,04	0,35	1	0,65	1	
26	55,25	0,37	1	0,67	1	
27	57,46	0,38	1	0,70	1	
28	59,67	0,39	1	0,73	1	
29	61,88	0,41	1	0,75	1	
30	64,09	0,42	1	0,78	1	
31	66,3	0,44	1	0,81	1	
32	68,51	0,45	1	0,83	1	
33	70,72	0,47	1	0,86	1	
34	72,93	0,48	1	0,89	1	
35	75,14	0,50	1	0,91	1	
36	77,35	0,51	1	0,94	1	
37	79,56	0,53	1	0,97	1	
38	81,77	0,54	1	0,99	1	
39	83,98	0,56	1	1,02	2	
40	86,19	0,57	1	1,05	2	
41	88,4	0,58	1	1,08	2	
42	90,61	0,60	1	1,10	2	
43	92,82	0,61	1	1,13	2	
44	95,03	0,63	1	1,16	2	
45	97,24	0,64	1	1,18	2	
46	99,45	0,66	1	1,21	2	
47	101,66	0,67	1	1,24	2	
48	103,87	0,69	1	1,26	2	
49	106,08	0,70	1	1,29	2	
50	108,29	0,72	1	1,32	2	
51	110,5	0,73	1	1,34	2	



52	112,71	0,75	1	1,37	2	
53	114,92	0,76	1	1,40	2	
54	117,13	0,77	1	1,42	2	
55	119,34	0,79	1	1,45	2	
56	121,55	0,80	1	1,48	2	
57	123,76	0,82	1	1,51	2	
58	125,97	0,83	1	1,53	2	
59	128,18	0,85	1	1,56	2	
60	130,39	0,86	1	1,59	2	
61	132,6	0,88	1	1,61	2	
62	134,81	0,89	1	1,64	2	
63	137,02	0,91	1	1,67	2	
64	139,23	0,92	1	1,69	2	
65	141,44	0,94	1	1,72	2	
66	143,65	0,95	1	1,75	2	
67	145,86	0,96	1	1,77	2	
68	148,07	0,98	3	1,80	2	
68	150,28	0,99	3	1,83	2	

Elaboro: Investigador

Los alambres que se han incrementado en la parte superior, mitad e inferior de la pared del tanque, es para que actúen como zunchos, los mismos que son para evitar deformaciones en el proceso de construcción.

Se colocara las dos capas de malla de 5/8”.

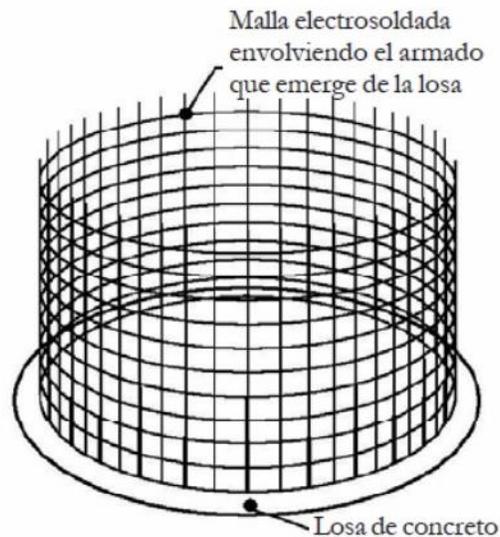
Es importante que los alambres queden alineados paralelamente y el espacio sea el indicado en la tabla anterior, no se cortara el alambre al terminar una vuelta, sino que se continua envolviendo hacia arriba, amarrando grupos a las alturas especificadas, si los alambres se cruzan o no están bien apretados pueden originar fallas estructurales, por lo que es importante la supervisión.

Se termina de colocar las dos capas más de malla de 5/8” sobre el alambre de refuerzo, para luego proceder a unir las dos capas de malla con amarres de alambre cada 10cm.



El espesor de la pared final será de 5cm, para dar un buen recubrimiento al alambre, ya que el mismo servirá como estructura para un filtro biológico de aguas residuales, las mismas que pueden contener materiales corrosivos o perjudiciales para el acero.

Fig.46 Malla en la losa



Fuente: Google

Elaboro: Investigador

### 3.2.5.7 TANQUE DE RESERVA

El almacenamiento tiene como finalidad de compensar las variaciones horarias de caudal y asegurar un adecuado funcionamiento de la red de distribución.

El tanque de reserva (TR) actual está ubicado en la cota 3038 msnm; el mismo que está construido de ferrocemento.

Las coordenadas de ubicación del Tanque de Reserva se detallan a continuación:

Tabla XLVI Datos de diseño

Tanque	E	N	Cota	Volumen
Reserva	743889.91	9691592.42	2994.05	20 m <sup>3</sup>

Elaboro: Investigador

Según la Norma CO 10.-602 para Diseño para Sistemas de Agua Potable, Disposición de excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural del SENAGUA

La capacidad de almacenamiento será del 50% del volumen medio futuro. En ningún caso el volumen de almacenamiento será menor a 10 m<sup>3</sup>

Tabla XLVII Datos de diseño

ALMACENAMIENTO	
La capacidad del almacenamiento será el 50% del volumen medio diario futuro. En ningún caso, el volumen de almacenamiento será inferior a 10 m3.	
$V = 0.5 \times QM \times 86400$	
Volumen =	19,38 m3

Fuente: Norma CO 10.7 – 602, del SENAGUA

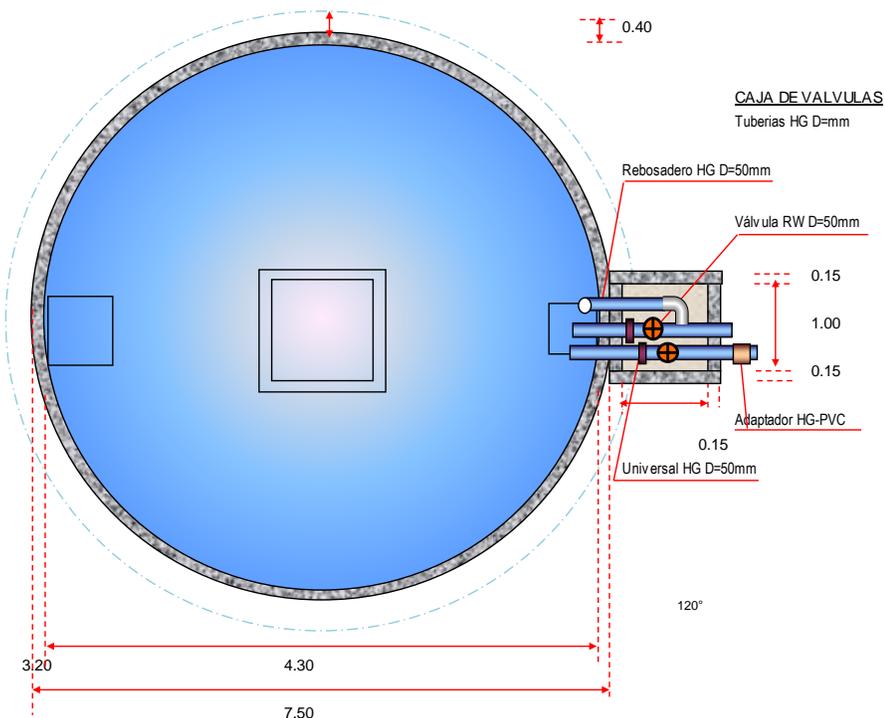
Elaboro: Investigador

Se ha optado mejorar y reutilizar el tanque de 20 m<sup>3</sup> que cumple con el volumen adecuado para satisfacer las futuras demandas.

Fig.47 Tanque de reserva en planta

**TANQUE DE RESERVA  
PLANTA**

Tanque de Ferrocemento V = 20 m3

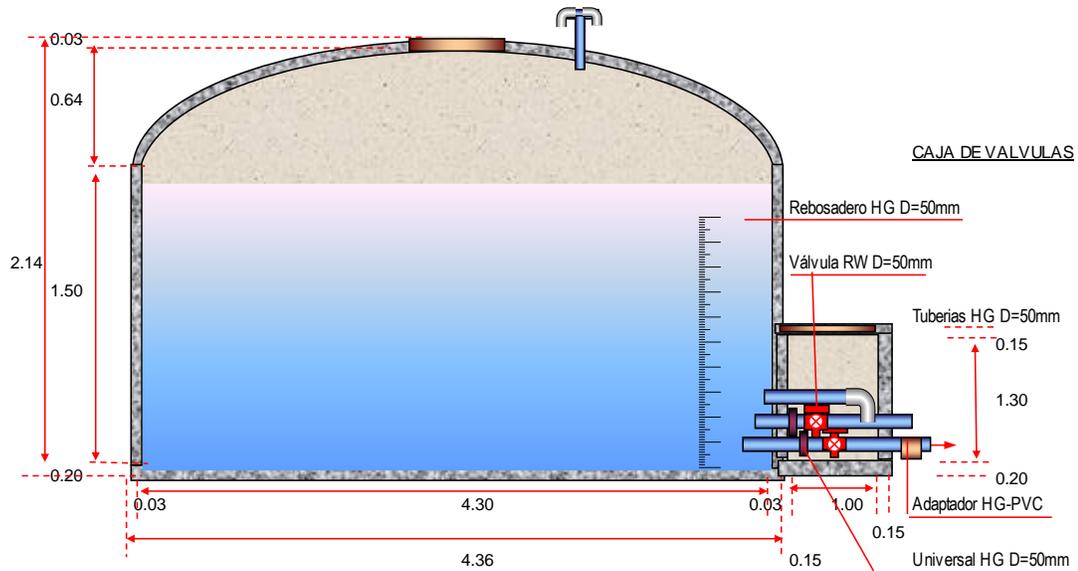


Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador



Fig.48 Tanque de reserva en perfil



Fuente: Filtración en múltiples etapas CINARA

Elaboro: Investigador

### 3.2.5.8 RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS DISEÑOS

En resumen los elementos diseñados son:

- 3 captaciones
- Aducción:
- Tubería
- Válvulas de Aire
- Válvulas de Purga
- Planta de tratamiento compuesta por:
  - 1 Filtro Grueso Dinámico (FGDi)
  - 2 Filtros Lentos de Arena (FLA)
  - 2 tanques de ferrocemento de 10 m<sup>3</sup> (FLA)
  - 1 Caseta de cloración
  - 1 Cajón de lavado
- 29 Tanques Rompe Presión.
- 119 domiciliarias



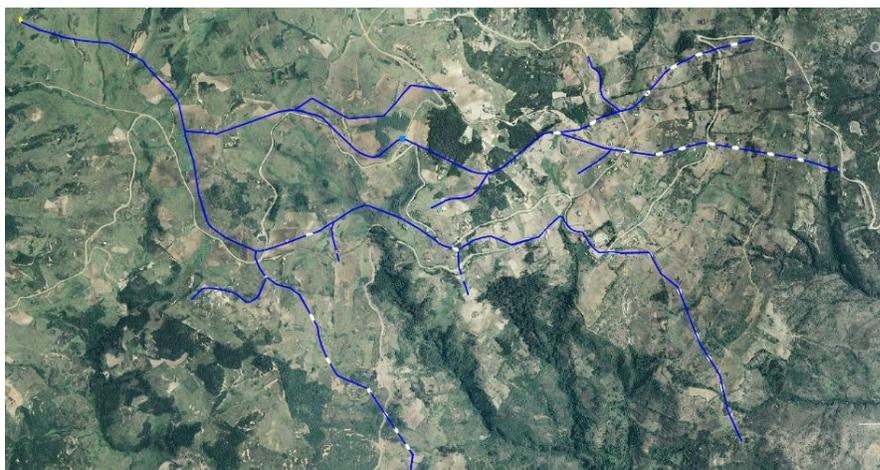
## 4 CAPITULO: IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 FICHA AMBIENTAL

4.1.1 PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.		4.1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA.	
EVALUACIÓN Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD DE PUCALOMA, DEL CANTÓN PAUTE, PROVINCIA DE AZUAY		CCAN. 23.4.2.1.5.2 Sistemas integrados de agua potable para poblaciones menor o igual a 2000 habitantes (incluye captación, conducción, potabilización y distribución)	
<b>4.1.3 DATOS GENERALES.</b>			
Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona 17 S			
X: 745897.442	Y: 9690839.038	Altitud: 2835 m.s.n.m.	
Estado del proyecto, obra o actividad:	Construcción: (X)	Operación: (X)	Cierre: Abandono:
Dirección del proyecto, obra o actividad:			
Cantón: Paute	Ciudad: Paute	Provincia: Azuay	
Parroquia: Paute	Sector: Comunidad de Pucaloma	Periférico:	
Urbana: (x)			
Rural:			
Datos del Promotor: GAD Municipal del Cantón Paute			
Domicilio del promotor: Abdón Calderón 5-03 e Ignacio Calderón			
Correo electrónico del promotor: <a href="mailto:paute@municipiodepaute.gob.ec">paute@municipiodepaute.gob.ec</a>		Teléfono: 07 2250 310	
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.</b>			
Área del proyecto (ha o m2):	Infraestructura : Sistema de Agua Potable		
Mapa de ubicación: Hoja Topográfica (IGM), SIG (Arcgis), Google Earth.			



Fig.49 Comunidad Pucaloma



Fuente: Ortofoto Paute

Elaboro: Investigador

**EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES.**

1.-Retroexcavadora	3.-Accesorios Hidráulicos	
2.-Tubería PVC	4.-Herramientas menores	

Observaciones: Se utilizarán materiales pétreos, encofrados, cemento gris, entre otros materiales.

**REQUERIMIENTO DE PERSONAL.**

Ingenieros Civiles (Contratistas y fiscalizadores), Ingenieros Ambientales, Topógrafo, Operador, Albañiles y Peones.

**ESPACIO FÍSICO DEL PROYECTO.**

Área Total (m2, ha):	Área de Implantación (m2, ha):
Agua Potable: SI ( x ) NO ( )	Consumo de agua (m3): Para el sistema de agua potable será de 75 lt/hab/día.
Energía Eléctrica: SI ( x ) NO ( )	Consumo de energía eléctrica (Kv):No
Acceso Vehicular: SI ( x ) NO ( )	Facilidades de transporte para acceso: Al área de implantación del proyecto del sistema de agua existe facilidades de vías de acceso.
Topografía del terreno: El terreno es ondulado. Las pendientes varían entre 30 y 100%	Tipo de Vía: El tipo de vía para acceder a los lugares donde se implantara el proyecto del sistema de agua es de tercer orden vías carrózales de tierra.
Alcantarillado: SI ( ) NO ( x )	Telefonía: Móvil(x ) Fija (x) Otra ( )

**SITUACIÓN DEL PREDIO**

Alquiler: NO	Compra: NO
--------------	------------



Comunitarias: SI	Zonas restringidas: NO
Otros (Detallar):	
<b>Observaciones:</b> Las áreas de los terrenos donde se implantara el proyecto del sistema de agua potable son tierras de propiedad de cada uno de los beneficiarios del proyecto del sistema de agua potable.	

UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO.		
Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 17 Sur		
Este (X):	Norte (Y):	Altitud (msnm):
743535,14	9692238,11	3035,00
743220,06	9691513,94	2990,00
743866,34	9691596,50	2995,00
744448,60	9691185,36	2935,00
744476,06	9690627,14	2940,00
744758,36	9690640,83	2975,00
745242,95	9689986,23	2970,00
745139,93	9690910,42	2915,00
746062,66	9690740,86	2765,00
746492,79	9690073,63	2925,00
746135,45	9691083,03	2880,00
746834,49	9690973,28	2825,00
746108,12	9691222,83	2605,00
746591,74	9691539,95	2825,00
746026,76	9691408,40	2625,00
744840,24	9691408,22	2835,00
744032,47	9691645,17	2945,00
744191,51	9692195,92	2965,00
743654,31	9691676,94	2925,00

#### 4.1.4 MARCO LEGAL



Marco legal referencial y sectorial	
<p>Constitución de la República del Ecuador (R.O. 449 del 20 de octubre del 2008)</p>	<p>Art. 3 - numeral 7: "Proteger el patrimonio natural y cultural del país"</p> <p>Art. 10: "Las personas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos son titulares y gozarán de los derechos garantizados en la Constitución y en los instrumentos internacionales. La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución."</p> <p>Art. 14: "Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay ..."</p> <p>Art. 30: "Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica."</p> <p>Art. 31: "Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía."</p> <p>Art. 32: "La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir..."</p> <p>Art. 414: "El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo" Art. 415: "...Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos..."</p>
<p>Codificación del Código de Trabajo (R.O./SUP No. 167, 16 de diciembre del 2005)</p>	<p>Art. 37: "Regulación de los contratos.- Los contratos de trabajo están regulados por las disposiciones de este Código, aún a falta de referencia expresa y a pesar de lo que se pacte en contrario."</p> <p>Art. 42: Obligaciones del empleador (todos los numerales)</p> <p>Art. 46: Prohibiciones al trabajador (todos los numerales)</p> <p>Art. 134: Prohibición del trabajo de niños, niñas y adolescentes.</p> <p>Art. 410: "Obligaciones respecto de la prevención de riesgos.- Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida. Los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo"</p>



<p><b>Codificación de la Ley de Gestión Ambiental</b> <b>(R.O. 418 del 10 de septiembre del 2004)</b></p>	<p>Art. 19: "Las obras públicas, privadas o mixtas, y los proyectos de inversión públicos o privados que puedan causar impactos ambientales, serán calificados previamente a su ejecución, por los organismos descentralizados de control, conforme el Sistema Único de Manejo Ambiental, cuyo principio rector será el precautelatorio"</p> <p>Art. 20: "Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva, otorgada por el Ministerio del ramo."</p> <p>Art. 28: "Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, a través de los mecanismos que para el efecto establezca el Reglamento, entre los cuales se incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado..."</p>
<p><b>Ley para la prevención y control de la contaminación ambiental</b> <b>(Codificación 20, R.O./SUP 418 de 10 de Septiembre del 2004)</b></p>	<p>Esta ley rige la prevención y control de la contaminación ambiental; la protección de los recursos aire, agua y suelo; y la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente; actividades que se declaran de interés público.</p> <p>De la Prevención y Control de la Contaminación del aire</p> <p>Art. 1: "Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio del Ministerio de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia."</p> <p>Capítulo II</p> <p>De la Prevención y Control de la Contaminación de las aguas</p>
<p><b>Acuerdo No. 068: Reforma al Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Título I del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA)</b> <b>(R.O. 31 de julio del 2013)</b></p>	<p>Art. 26: "Del registro del proyecto, obra o actividad.- Todos los proyectos, obras o actividades, que generen impactos y riesgos ambientales, deberán regularizarse mediante el SUIA."</p> <p>Art. 39: "De la categoría II (licencia ambiental categoría II).- Dentro de ésta categoría se encuentran catalogados los proyectos, obras o actividades cuyos impactos ambientales y/o riesgo ambiental, son considerados de bajo impacto. Todos los proyectos, obras o actividades catalogados dentro de ésta categoría, deberán regularizarse ambientalmente a través de la obtención de una licencia ambiental, que será otorgada por la autoridad ambiental competente, mediante el SUIA."</p>
<p><b>Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente –TULSMA</b> <b>(Decreto Ejecutivo No. 3516, R.O./SUP 2 del 31 de marzo del 2003)</b></p>	<p>El objetivo del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente del Ecuador, es actualizar la legislación en materia ambiental y permitir ubicar con exactitud la normativa vigente en cada materia. Está estructurado como sigue:</p> <p>Título Preliminar: De las Políticas Ambientales del Ecuador</p> <p>Libro I: De la Autoridad Ambiental</p> <p>Libro II: De la Gestión Ambiental</p> <p>Libro III: Del Régimen Forestal</p> <p>Libro IV: De la Biodiversidad</p> <p>Libro VI: De la Calidad Ambiental</p>



<b>Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental</b>  <b>(TULSMA, Libro VI. Decreto Ejecutivo No. 3516. RO/ SUP 2 de 31 de Marzo del 2003)</b>	Para el presente proyecto se prestará atención los siguientes artículos:
	Capítulo III. Prevención y Control de la Contaminación Ambiental - Sección II, Art. 57.- Documentos Técnicos.
	Capítulo IV. Del Control Ambiental - Sección I
	Art. 59.- Plan de manejo ambiental
	Art. 64.- Incumplimiento del cronograma.
	Art. 66.- Modificaciones al Plan de Manejo.
	Art. 69.- Permiso de Descarga, Emisiones y Vertidos.
	Art. 70.- Daños y Perjuicios por Infracciones Ambientales.
	Art. 71.- Información Falsa
	Art. 88.- Situaciones de Emergencia.
	Art. 89.- Prueba de Planes de Contingencia.
Art. 92.- Permiso de Descargas y Emisione	

#### 4.1.5 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

En el proyecto se plantea una propuesta de solucionar el problema de la comunidad, el abastecimiento de agua potable.

El lugar a desarrollar dicha propuesta es en la comunidad de Pucaloma, ubicada en la parroquia Paute perteneciente al Cantón Paute, lugar en el cual la vida útil del sistema de agua potable ha concluido debido a que tiene más de 20 años ya que fue construido en el año de 1990 por el ex IEOS. Razón por la cual ya no cumple con las demandas exigidas por el consumo de la población, ocasionando que algunos de los pobladores solo cuenten con pocas horas de servicio durante el día.

#### 4.1.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

Se ha realizado una delimitación del Área del Proyecto, mediante un levantamiento topográfico en el cual se determinó los puntos topográficos reales del área predestinada para la construcción del sistema de agua potable. El diseño del proyecto se ha ejecutado considerando las normas y parámetros establecidos por los organismos correspondientes, dictados para este tipo de propósitos.

INTERACCIÓN EN EL PROCESO		
MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	FASE DEL PROCESO	IMPACTOS POTENCIALES



ESTUDIO Y PROPUESTA PROYECTADA PARA LA REALIZACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA OBRA.	PLANIFICACION	DESACUERDO ENTRE LA GENTE DEL LUGAR Y LA ENTIDAD ENCARGADA DEL ESTUDIO
MADERA, PLANCHAS DE ZINC, LITERAS, ARMARIOS, BATERÍAS SANITARIAS, COCINA, TUBERÍAS, BOTIQUÍN.	CONSTRUCCION	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA, AGUA, PAISAJE.  CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA, ENTORNO PAISAJÍSTICO.
PIEDRA, ARENA, GRAVA, CEMENTO, AGUA, PUNTALES, MAQUINARIA PESADA (RETROEXCAVADORA), Y LIVIANA (CONCRETERA), ACEROS DE REFUERZO, ETC.	CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO	MAL USO DEL SUELO, CONTAMINACIÓN DEL AGUA.  MAL USO DEL SUELO, CONTAMINACIÓN DEL AGUA.
USO DE MATERIALES EXISTENTES DE LA ZONA, Y UTILIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA.	OPERACIÓN	

#### 4.1.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN.

##### 4.1.7.1 COMPONENTE SOCIO AMBIENTAL

###### Físico

- **Superficie del área de implantación**

- **Altitud**

Es una zona de montaña con rangos altitudinales que van desde los 3095.12 m.s.n.m en el sector de las vertientes, hasta 2615.23 m.s.n.m en viviendas del extremo de la comunidad

- **Clima**

El clima se define como Clima Ecuatorial Meso térmico Semi-Húmedo y Húmedo: Se localiza en la zona interandina (Valle de Paute) y zonas con alturas mayores a los 1.900 msnm - 3.200 msnm; las temperaturas medias anuales están entre los 12°y 20° C, en tanto que la temperatura máxima es de hasta 30°C y la mínima a veces bajo 0°C; las lluvias anuales fluctúan entre los 500 mm y los 2.000 mm; la humedad relativa varía de 65% a 85%; y la duración de la insolación está comprendida entre las 1.000 y 2.000 horas anuales. Clima **Pierre Pourrut. El Agua en el Ecuador; Clima, Precipitaciones y Escorrentía. 1995**

- **Geología, geomorfología, suelos**

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la cuenca media del río Paute, representada por la cuenca sedimentaria terciaria, rellena por sedimentos dendríticos (conglomerados, arenisca, arcillosas, etc.) depositados en un ambiente



f1uvio-lacustre. Los estratos están generalmente plegados, deformados, fallados y discordantes y forman numerosos relieves de tipo estructural litológico

– **Ocupación actual del área de implantación**

La ocupación actual del suelo corresponde a uso pecuario por la presencia de pastizales, además, la presencia de zonas forestales con vegetación tipo matorral cultivos y plantaciones forestales con eucalipto y pinos.

– **Pendiente, y tipo de suelo**

Presenta fuertes pendientes alrededor del 32%, por lo que es notoria la erosión del suelo causada por la escorrentía en períodos lluviosos.

– **Calidad de permeabilidad del suelo.-** El agua se infiltra fácilmente en el suelo. Los charcos de lluvia desaparecen rápidamente.

– **Condiciones de drenaje.-** Existen estancamientos de agua que se forman durante las lluvias, pero que desaparecen a las pocas horas de cesar las precipitaciones.

La zona de implantación del proyecto corresponde a suelos moderadamente y muy excesivamente bien drenados.

– **Hidrología, aire, ruido**

**Hidrología:** Es una zona perteneciente a la cuenca del Río Paute por tanto su drenaje se dirige hacia este río.

**Aire:** Para determinar este factor, se utilizó el método de la observación directa para evaluar el área de influencia del proyecto, de lo cual se logró determinar que la principal actividad antrópica contaminante es la quema de restos de cultivos y en menor proporción la quema de residuos sólidos a cielo abierto. No existen industrias o proyectos que estén alterando los niveles de calidad del aire ambiente en el área de influencia directa e indirecta del proyecto en estudio.

**Ruido:** El ruido en el área de influencia del proyecto es propio de zonas rurales. La calidad del ruido en la zona donde se desarrolla el proyecto es buena ya que no cuenta con altos niveles de contaminación auditiva ya que es una zona rural alejada de su cabecera parroquial.



### 4.1.7.2 ÁREA DE IMPLANTACIÓN BIÓTICA

#### **Biótico**

Dada la presión a la que han estado expuestos los ecosistemas nativos, principalmente por actividades de tala selectiva para potreros y tala selectiva de madera, los resultados del análisis de las fotografías aéreas y trabajo de campo se evidencian que aún existe un porcentaje medio de cobertura vegetal natural, conformado por aquellas coberturas en la cual el estrato arbóreo predomina sobre el arbustivo y herbáceo.

Correspondientes a los Bosques y Arbustos, por otro lado es evidente que el mayor porcentaje de la cobertura está compuesto por pastos y sistemas agroforestales

#### **Flora y Fauna**

El área de influencia, presenta situaciones similares con terrenos bastante accidentados, utilizados para pasto y cultivos, las principales especies representativas encontradas en el área de estudio son las siguientes: Bejuco, Chilca, Joyapa, Salvia real, Zarcillo, Romerillo, Mora, Valeriana, etc.

De acuerdo a información proporcionada por los habitantes de la comunidad de Pucaloma, en cuanto a fauna se conoce que dentro de los mamíferos se encuentran: el ganado vacuno, conejos y zorros, la avifauna está representada por: gavilán, mirlo, perdiz, Quinde, Torcaza y Tórtola que habitan en la parte alta de la montaña.

#### **Medio perceptual**

Se puede decir que la calidad paisajística del lugar es de carácter medio, debido a que es un área que se encuentra alterada, principalmente asentamientos humanos, actividades agrícolas y ganaderas, así como la apertura de vías.

### 4.1.7.3 SOCIAL

Los criterios deben incluir una descripción general de:

#### **Demografía**

De la encuesta socio económica, en la actualidad la comunidad de Pucaloma cuenta con 354 habitantes y 119 familias, dando un promedio de 2.91 habitantes por vivienda. De la población el 48.93% son mujeres y el 51.07% son hombres.

#### **Descripción de los principales servicios**

#### **Principales Indicadores de Salud:**



Se pudo detectar que de manera generalizada las familias asignan una reducida importancia a los aspectos relacionados al campo de la salud.

De lo anterior se deriva la presencia de enfermedades que afectan a la comunidad entre las que se destacan: parasitismo, dolores e infecciones estomacales, infecciones respiratorias, diarreas, las mismas que son atendidas en un Dispensario Médico cercano o directamente al hospital cantonal de Paute, mientras que en el caso de enfermedades que requieran de una atención especializada las personas acuden hacia clínicas y hospitales particulares ubicados en Paute y la ciudad de Cuenca.

#### **4.1.7.4 SERVICIOS DE INFRAESTRUCTURA EXISTE**

##### **4.1.7.4.1 AGUA POTABLE**

La comunidad de Pucaloma dispone de un antiguo sistema de agua con desinfección de cloro.

##### **4.1.7.4.2 ELIMINACIÓN DE EXCRETAS Y RECOLECCIÓN DE BASURA**

Cuentan con un patrón definido de letrinas existentes estableciendo que existen básicamente un tipo de letrina: la Unidad Básica Sanitaria la misma que cuenta con un pozo séptico. Las aguas domésticas producto del lavado de ropa o alimentos hacen las descargas directamente a campo abierto.

Energía eléctrica

La comunidad dispone de este servicio, todas las viviendas disponen de una conexión domiciliar de 110 voltios, suministrada por la CELEC S.A., constituyéndose en un aspecto importante para el desarrollo del sector.

##### **4.1.7.4.3 CENTROS EDUCACIONALES**

La comunidad cuenta con la Escuela de educación básica RIO PAUTE, ubicada en el centro junto al santuario de la comunidad donde acuden sus niños y jóvenes para educarse dando un total de 34 alumnos. Mientras tanto al no existir colegio en la comunidad los jóvenes tienen que viajar al centro cantonal de Paute para poder estudiar

##### **4.1.7.4.4 TELÉFONO**

A nivel general la mayoría de la comunidad dispone del servicio de telefonía fija, y en gran cantidad también disponen de telefonía móvil.

##### **4.1.7.4.5 RELIGIÓN**



El 100% de pobladores es católica, los mismos que asisten al templo del sector, se celebra misas en ciertas épocas del año.

#### 4.1.7.5 ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

##### 4.1.7.5.1 PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Las diferentes actividades productivas lo constituye la agricultura donde habitantes de la comunidad de Pucaloma se desempeñan como jornaleros. La mayor parte de la producción agrícola es para el consumo doméstico, el excedente (pequeña escala) se dedica a la comercialización los días domingos en el centro cantonal y mercados de Paute, los ingresos de estas ventas forman parte del aporte presupuestario del hogar. La gran mayoría de mujeres se dedican a los quehaceres domésticos desarrollando actividades como la crianza de animales menores. Con respecto a la producción ganadera la leche, ésta sirve para el autoconsumo.

#### 4.1.8 PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES.			
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	POSITIVO / NEGATIVO	ETAPA DEL PROYECTO
SUELO	Alteración a la calidad de suelo en el área circundante a la captación (compactación).	NEGATIVO	CONSTRUCCION
	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL SUELO POR LAS ACTIVIDADES DE REVEGETACIÓN Y REFORESTACIÓN	POSITIVO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
AGUA	ALTERACION DE LA CALIDAD Y CANTIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	NEGATIVO	CONSTRUCCION, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	POSITIVO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
AIRE	ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE	NEGATIVO	CONSTRUCCION
	INCREMENTO DE LOS NIVELES DE RUIDO	NEGATIVO	CONSTRUCCION
PAISAJE	MEJORAMIENTO DEL PAISAJE RELACIONADO CON EL RETIRO DE LA MAQUINARIA Y LAS ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN	POSITIVO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO



FLORA	ALTERACIÓN DE LA FLORA LOCAL	NEGATIVO	CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO	OPERACIÓN Y
	RESTAURACIÓN DE LA COBERTURA VEGETAL MEDIANTE ACTIVIDADES DE REFORESTACIÓN Y REVEGETACIÓN	POSITIVO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
FAUNA	PERTURBACIÓN DE HÁBITATS PARA LA FAUNA	NEGATIVO	CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO	OPERACIÓN Y
SOCIOECONÓMICO S Y CULTURALES	AUMENTO DE PLAZAS DE TRABAJO CALIFICADO Y NO CALIFICADO.	POSITIVO	CONSTRUCCION, MANTENIMIENTO	OPERACIÓN Y
	MEJORAMIENTO EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	POSITIVO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	DISMINUCIÓN DE LAS CONDICIONES DE SALUD, POSIBLES ENFERMEDADES RESPIRATORIAS Y AUDITIVAS ASOCIADAS A LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO	POSITIVO	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Generación de accidentes leves	Negativo	construcción	

#### 4.1.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El Plan de Manejo Ambiental comprende los siguientes planes:

##### 4.1.9.1 PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS, PPM

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS	
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	
<p><b>OBJETIVOS:</b> Prevenir y controlar la contaminación producida por las actividades realizadas durante la construcción del sistema de agua potable</p> <p>-Plantear medidas de mitigación simple y efectiva, en las diferentes etapas del proyecto.</p> <p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute</p> <p><b>RESPONSABLE:</b> Contratista de la obra.</p>	PPM-01



ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
SUELO	Alteración del paisaje  Contaminación por residuos sólidos	<p>1. Programación adecuada de la obra de manera que el área donde se construirá la construcción del sistema de agua potable, permanezca en condiciones adecuadas de orden, limpias y seguras.</p> <p>2. Los excedentes que no sean utilizados, deberán ser transportados y depositados en sitios identificados por la Fiscalización de la Obra y autorizados por el GAD de Paute</p> <p>3. Evitar molestias o posibles accidentes causados por la mala ubicación y almacenamiento de materiales de construcción u objetos de la obra, para ello se deberá utilizar señalización.</p>	<p>1. Porcentaje de áreas ocupadas con excedentes de excavaciones en la fase de construcción</p> <p>2. Puntos críticos de acumulación de residuos</p>	Fotografías y constatación física de acopio de residuos y escombros	6
RUIDO	Incremento de ruido	<p>1. Realizar el mantenimiento de maquinaria, equipos y vehículos en talleres aptos para esta actividad, con la finalidad que al momento de realizar el monitoreo no excedan las normas ambientales vigentes, como lo establece el Texto Unificado de Legislación Secundaria.</p> <p>2. Entrega de tapones auditivos para personas expuestas a niveles altos de ruido</p>	<p>Porcentaje de población expuesta a niveles de ruido ambiental perjudiciales. (Niveles diurnos &gt;50dBA)</p> <p>Número de fuentes móviles y fijas que sobrepasan los límites máximos permitidos de ruido.</p>	<p>Fotografías de monitoreo de fuentes generados de ruido</p> <p>Número de protectores auditivos entregados al personal que está expuesto</p>	6
AIRE	Emisiones de gases  Incremento de polvo en el ambiente	<p>1. Empleo de agua en época seca.</p> <p>2. Cubrir el balde de las volquetas, con plástico o lona para evitar que el material se disperse durante el recorrido.</p>	Número de vehículos equipados con lonas para el acarreo de excedentes de excavación.	Registro fotográfico	6
SOCIAL	Reclamos de la comunidad	1. El contratista deberá guiarse por lo que establece los documentos contractuales y en especial el Plan de Manejo Ambiental.	Número de quejas o denuncias presentasen la fase construcción.	Registro de denuncias o quejas.	6

**4.1.9.2 PLAN DE MANEJO DE DESECHOS, PMD**

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Evitar los riesgos de contaminación ambiental por la mala disposición de los desechos generados durante la construcción y operación  <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute  <b>RESPONSABLE:</b> Fiscalización de la obra					PMD-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
AGUA	Contaminación del agua	1. Por ningún motivo estos desechos serán arrojados a los cuerpos de agua cercanos a la obra, o en lugares no autorizados para este uso.	Número de limpieza de causas	Registro Fotográfico, verificación física, registro de seguimiento	Al sexto mes
SUELO	Contaminación del suelo	1. Se definirá un área destinada a la recolección de desechos biodegradables, en esta área se dispondrá de un recipiente contenedor, cuya ubicación debe asegurar que el recipiente se mantenga resguardado de la lluvia.  2. Capacitar a los trabajadores a NO abandonar desechos generados en el área de trabajo	Número de depósitos para residuos no peligrosos, ubicados en el frente de trabajo.	Registro fotográfico y libro diario de la recolección de los desechos	Al primer mes
AIRE	Contaminación del aire por olores	1. Los obreros diariamente y luego de cada jornada de trabajo harán la recolección y preclasificación de los residuos generados en el frente de trabajo.	Numera de quemas realizadas en el sector de la obra.	Registro Fotográfico, verificación física, registro de seguimiento.	Al sexto mes

**4.1.9.3 PLAN DE COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN PCC**

PLAN DE COMUNICACION, CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL	
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	
<b>OBJETIVOS:</b> capacitar a los trabajadores que laboran en la obra sobre las actividades que generan riesgo, las medidas de seguridad que se debe aplicar y el correcto uso de equipo de protección personal. Informar adecuadamente a los habitantes del área de influencia sobre el proyecto, las posibles molestias y las medidas ambientales que se considerarán durante las diferentes actividades.	PCC-01
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute	



RESPONSABLE: contratista y fiscalización de la obra					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
social	Falta de conciencia ambiental	1. Las charlas se enfocarán sobre el uso del equipo de protección personal	Número de trabajadores que han sido capacitados en temas ambientales, manejo de desechos, riesgos laborales.	Registro fotográfico	Al primer mes
generación de empleo	Contaminación ambiental por el mal manejo de los desechos	2. Las charlas se enfocarán sobre manejo de residuos: clasificación de desechos peligrosos, no peligrosos y comunes		Folletos entregados	
mejoramiento de servicios					

#### 4.1.9.4 PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS, PRC

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Fomentar la conservación del ambiente y conocer los beneficios o efectos que pueda generar el proyecto <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> área de influencia se la construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute <b>RESPONSABLE:</b> constructor y fiscalización de la obra					PCC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
social	Molestias a los moradores	1. Receptar quejas, observaciones y denuncias en relación a la fase de construcción del proyecto.	Numero de áreas afectadas y restauradas durante la fase de construcción	Registro fotográfico del taller.	Durante los seis meses
generación de empleo			Número de quejas presentadas durante la fase de construcción		

#### 4.1.9.5 PLAN DE CONTINGENCIAS, PDC



PLAN DE CONTINGENCIAS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
<p><b>OBJETIVOS:</b> Establecer las acciones a seguir para afrontar de manera rápida, eficiente y segura accidentes, incidentes o emergencias que pudieran suscitarse durante la ejecución del proyecto, de tal manera que causen el menor impacto a la salud de las personas y al ambiente</p>					<p><b>PDC-01</b></p>
<p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> área de influencia se la construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute</p>					
<p><b>RESPONSABLE:</b> constructor y fiscalización de la obra</p>					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Accidentes eventuales en la operación de maquinaria	1. La maquinaria utilizada para la ejecución de actividades del proyecto, será manejada únicamente por el personal autorizado para este fin, el mismo que deberá contar con la experiencia necesaria para el correcto manejo de estos y en el caso de vehículos los conductores portarán licencias profesionales.	Número de eventualidades emergentes presentadas durante la fase de construcción.	Registro de contingencias ocurridas si fuera el caso.	Durante los seis meses
	Generación de caídas, lumbalgias, atrapamientos, aplastamientos y cortaduras.	1. Comunicar al responsable de la obra acerca del accidente suscitado, señalando su localización, tipo de accidente y nivel de gravedad.	Número de accidentes en obreros, durante la fase de construcción	Registro de accidentes ocurridos si fuera el caso.	

#### 4.1.9.6 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, PSS

PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL	
<p><b>OBJETIVOS:</b> Informar la política de seguridad laboral y salud ocupacional, para la prevención de accidentes y control de riesgos. Asegurar que los frentes de trabajo, cuenten con las debidas condiciones de seguridad laboral y salud ocupacional. Proporcionar seguridad a los trabajadores y moradores del proyecto, para evitar la ocurrencia de accidentes.</p>	<p><b>PDC-01</b></p>
<p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> área de influencia se la construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute</p>	



<b>RESPONSABLE:</b> constructor y fiscalización de la obra					
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	Accidentes laborales	1. Se dotará a cada uno de los trabajadores el equipo de protección necesario con el fin de evitar accidentes que puedan suscitarse durante la jornada de trabajo.	Número de EPP, entregado al personal que labora en el proyecto.	Registro de entrega de EPP	Durante los seis meses
	Accidentes laborales, por falta de señalización	1. Los elementos de señalización deberán ser colocados principalmente en las áreas de riesgo: zanjas abiertas, cercanías en donde se encuentre operando la maquinaria, área de acopio de materiales de construcción, recipientes metálicos donde almacenarán desechos peligrosos, centro de acopio para desechos no peligrosos. Estos elementos deberán contener material Refractivo y estar ubicado en zonas visibles.	Número y tipo de señales utilizadas durante la fase de construcción.	Señalización colocada en los frentes de trabajo.	

#### 4.1.9.7 PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO, PMS

<b>PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO</b>					
<b>PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL</b>					
<b>OBJETIVOS:</b> Verificar el cumplimiento de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.					PMS-01
<b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> área de influencia de la construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute					
<b>RESPONSABLE:</b> constructor y fiscalización de la obra					
<b>ASPECTO AMBIENTAL</b>	<b>IMPACTO IDENTIFICADO</b>	<b>MEDIDAS PROPUESTAS</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>MEDIO DE VERIFICACIÓN</b>	<b>PLAZO (meses)</b>
PERCEPCIÓN	Abandono de equipos	1. Verificar el cumplimiento del PMA, elaborando herramientas	Número de medidas cumplidas	Registros de control.	6



	Reclamos de la comunidad	como hoja de control que le permitan dar seguimiento y verificación de las medidas propuestas.	durante la fase de construcción.		6
AGUA	Contaminación a los cuerpos de agua.	1. Monitoreo de la calidad de agua que consume el área intervenida, a través de un laboratorio acreditado	Identificación de contaminantes al agua. Número de parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles	Análisis de laboratorio	al año

#### 4.1.9.8 PLAN DE REHABILITACIÓN, PRA

PLAN DE REHABILITACIÓN					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
<b>OBJETIVOS:</b> Restaurar las afectaciones al ambiente, propiedad pública o privada que se vea alterada en la fase de construcción y operación del sistema de agua.  <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> área de influencia se la construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute  <b>RESPONSABLE:</b> constructor y fiscalización de la obra					PRC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
PERCEPCION	Afectaciones a la cobertura vegetal, predios públicos, privados o daños a terceros.  Recuperación de zonas afectadas	Finalizadas las tareas de montaje, se procederá a limpiar y reacondicionar los terrenos e instalaciones afectadas por la construcción. En la recomposición del área se adoptará la práctica normal de reconstrucción de alambrados y cercas, reparación de caminos, energía eléctrica, reparación de daños a terceros.	Número de afectaciones rehabilitadas durante la fase de construcción  Número de plantas utilizadas para la reforestación	Registros de control.  Registro fotográfico.	Durante los seis meses

#### 4.1.9.9 PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA, PCA

PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					



<b>OBJETIVOS:</b> Habilitar el área donde se amplíe las redes, a fin de que las vías queden transitables y sin ningún contratiempo. <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> construcción del sistema de agua potable de la Comunidad: Pucaloma, Parroquia Paute del cantón Paute <b>RESPONSABLE:</b> constructor y fiscalización de la obra					<b>PCA-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
SALUD	Riesgos a la salud y seguridad humana	Retiro de todo material ajeno al entorno natural del área, con el fin de evitar posibles accidentes en el futuro, luego de terminar la obra.	Porcentaje de cumplimiento de las recomendaciones dispuestas en el programa de abandono.	Registros de desalojo en libro diario de la ejecución de la obra.	Al sexto mes
SUELO	Contaminación del suelo	1. Retiro de toda la maquinaria y herramientas (palas, picos, etc.) Utilizadas durante la fase de construcción de la obra civil. 2. Retiro de restos de materiales de construcción como: material pétreo			
AGUA	Contaminación del agua	Limpieza del cauce natural dentro del área de la obra.			
AIRE	Contaminación del aire	1. La disposición final de los desechos generados en el abandono del área, se realizará en el relleno sanitario y en las escombreras identificadas.			
PERCEPCIÓN	Contaminación visual	1. Retiro de rótulos de señalización ubicados a lo largo del proyecto.			

#### 4.1.10 PROCESO DE PARTICIPACIÓN SOCIAL.

Se adjuntará el informe del proceso desarrollado de acuerdo a lo indicado en Acuerdo Ministerial No. 066 publicado en el Registro Oficial 036 del 15 de julio de 2013 o normativa vigente.

#### 4.1.11 CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO

ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
<b>CONSTRUCCION</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Transporte manual de materiales	X					
Desbroce y retiro de la capa vegetal	X	X				
construcción de captaciones		X				
Colocación de señalética		X				



CAPITULO 4 JUCACUE

Excavación manual y mecánica de zanjas			X	X		
Colocación de tubería de red de conducción				X	X	
Relleno y compactación manual de zanjas					X	
Construcción de la planta de tratamiento				X	X	X
Utilización de maquinaria		X	X	X	X	
Excavación manual y mecánica de zanjas red de distribución					X	
Colocación de red de distribución				X	X	
Construcción de conexiones domiciliarias						X
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>						
Proceso de filtración y cloración					X	X
Limpieza de estructuras						X
Mantenimiento de válvulas y accesorios						
capacitación al personal encargado de la planta		X		X		X
<b>CIERRE</b>						
Retiro de maquinaria y equipos						X
Transporte de ubicación y escombros						X
Retiro de señalética						X
Siembra de plantas					X	X

**4.1.12 CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).**

Cronograma Valorado del Plan de Manejo Ambiental							
	MESES						Presupuesto
	1	2	3	4	5	6	
1 . Plan de Mitigación y Prevención	X						200,00
2. Plan de Manejo de Desechos		X	X	X	X	X	500,00
3. Plan de Comunicación	X		X			X	200,00
4. Plan de Relaciones Comunitarias	X						250,00
5. Plan de Contingencias		X	X	X	X	X	600,00
6. Plan de Seguridad y Salud		X	X	X	X	X	600,00
7. Plan de Monitoreo y Seguimiento		X	X	X	X		500,00
8. Plan de Rehabilitación de Áreas						X	300,00
9. Plan de Cierre, Abandono y Entrega del área						X	700,00
<b>En letras:</b>	<b>Cuatro cuatrocientos cincuenta dólares</b>				<b>TOTAL:</b>		<b>3850,00</b>



## 5 CAPITULO: PRESUPUESTO

Para la preparación del presupuesto de inversión para el sistema de agua potable para la Comunidad de Pucaloma, se ha recabado información de la base de datos facilitada por el GAD del cantón Paute y en las propias localidades, relacionada con los precios de mano de obra, precios de materiales, equipos de construcción y costos de transporte.

PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
<b>1</b>		<b>CAPTACION</b>				<b>11728.15</b>
<b>1.001</b>		<b>ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO</b>				<b>6949.41</b>
001.001.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	9	9.44	84.96
001.001.002	508001	Replanteo de Piedra, e=15 cm	m2	12	7.4	88.8
001.001.003	540095	Sum, y colocacion Grava para filtros	m3	3.75	57.68	216.3
001.001.004	501003	Encofrado Recto	m2	105	11.45	1202.25
001.001.005	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	12	136.95	1643.4
001.001.006	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	47	11.5	540.5
001.001.007	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	60	10.04	602.4
001.001.008	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	798	2.04	1627.92
001.001.009	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	1.08	147.93	159.76
001.001.010	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	60	3.41	204.6
001.001.011	535064	Sum, Candado de 40 mm	u	6	12.5	75
001.001.012	535158	Sum, Union HG D=2"	u	6	1.58	9.48
001.001.013	535140	Sum, Codo HG D=2" 90 grad,	u	6	2.35	14.1
001.001.014	540108	Sum,-Ins, Tee HG D=2"	u	6	5.69	34.14
001.001.015	540103	Sum,-Ins, Valvula Rw D=2"	u	6	55.84	335.04
001.001.016	540112	Sum, TuberiaHG D=2"	m	12	9.23	110.76
<b>1.002</b>		<b>CERRAMIENTO EXTERIOR DE CAPTACION</b>				<b>4778.74</b>
001.002.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	9.69	9.44	91.47
001.002.002	505002	Mamposteria de Piedra con mortero 1:3	m3	12.3	89.09	1095.81
001.002.003	540008	Sum,-Ins, Malla de cerram, 50/12 h=1,5 con tubo poste 2"	m	63	26.44	1665.72
001.002.004	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	65.28	3.41	222.6
001.002.005	501003	Encofrado Recto	m2	49.5	11.45	566.78
001.002.006	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	300	2.04	612
001.002.007	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.75	136.95	102.71
001.002.008	540124	Sum,-Ins, Puerta de Malla para cerramiento	m2	6	46.65	279.9
001.002.009	520001	Colocacion y suministro de Alambre de puas	m	189	0.75	141.75
<b>2</b>		<b>LINEA DE CONDUCCION</b>				<b>32640.01</b>
<b>2.001</b>		<b>REPLANTEO</b>				<b>1041.72</b>



CAPITULO 5 JUCACUE

002.001.001	522039	Replanteo mayor a 1.0 km.	km	2.45	425.19	1041.72
<b>2.002</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>24670.96</b>
002.002.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	1176	9.44	11101.44
002.002.002	502007	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	294	11.76	3457.44
002.002.003	522001	Abatimiento del nivel freatico	Hora	143	5.64	806.52
002.002.004	523002	Entibado Discontinuo	m2	298.78	6.91	2064.57
002.002.005	514004	Relleno compactado	m3	441	3.66	1614.06
002.002.006	540121	Tapado manual de zanjas	m3	1029	3.45	3550.05
002.002.007	535200	Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)	m3	147	12.34	1813.98
002.002.008	540273	Transporte de materiales a mano	Tn-m	2390	0.11	262.9
<b>2.003</b>		<b>SUMINISTRO INSTALACION DE TUBERIA PVC</b>				<b>4096.73</b>
002.003.001	540127	Sum, Tuberia PVC E/C 1,25 MPA - 32 mm	m	676.12	1.4	946.57
002.003.002	509001	Colocacion Tuberia PVC E/C D= 25 a 50 mm	m	2465.99	0.24	591.84
002.003.003	540711	Sum, Tuberia PVC E/C 1,25 MPA - 40 mm	m	1789.87	1.4	2505.82
002.003.004	535089	Sum, Codo PVC E/C D=32 mm 45 grad.	u	3	3.5	10.5
002.003.005	535822	Sum, Codo PVC E/C D=40 mm 45 grad.	u	12	3.5	42
<b>2.004</b>		<b>VALVULAS DE AIRE</b>				<b>1049.33</b>
002.004.001	535286	Sum, Valvula de Aire Simple D=1/2", Orificio 3/32",c 125	u	4	89.33	357.32
002.004.002	535128	Sum, Tuberia HG D=1/2"	m	8	2.24	17.92
002.004.003	535507	Sum, Union HG D=1/2"	u	4	0.2	0.8
002.004.004	535516	Sum, Neplo HG D=1/2"	u	4	0.44	1.76
002.004.005	540313	Sum,-Ins, Tee HG D=1/2"	u	4	3.01	12.04
002.004.006	535515	Sum, Valvula RW D=1/2"	u	4	15	60
002.004.007	540255	Caja de válvula con tubo de Ho D=600 mm	u	4	112.89	451.56
002.004.008	535075	Sum, Tapa hormigon 600 mm	u	4	12.63	50.52
002.004.009	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.24	136.95	32.87
002.004.010	501003	Encofrado Recto	m2	1.92	11.45	21.98
002.004.011	510019	Colocacion Acc HF,HG,HD,AL sin anclajes, D < a 50 mm	u	16	2.66	42.56
<b>2.005</b>		<b>VALVULA DE PURGA</b>				<b>1781.27</b>
002.005.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	4	9.44	37.76
002.005.002	508001	Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2	2.56	7.4	18.94
002.005.003	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	240	2.04	489.6
002.005.004	501003	Encofrado Recto	m2	38.4	11.45	439.68
002.005.005	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	3.44	136.95	471.11
002.005.006	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	1.44	147.93	213.02
002.005.007	535821	Sum, Valvula de compuerta Kitz 1/2"	u	4	6.29	25.16
002.005.008	535287	Sum, Universal HG D=1 1/4"	u	8	2.95	23.6
002.005.009	535146	Sum, Adaptador PVC/HG D=32 mm	u	8	1.15	9.2
002.005.010	510019	Colocacion Acc HF,HG,HD,AL sin anclajes, D < a 50 mm	u	20	2.66	53.2



<b>3</b>		<b>PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE</b>				<b>37088.02</b>
<b>3.001</b>		<b>FILTRO GRUESO DINAMICO (FGDi)</b>				<b>6904</b>
<b>003.001.001</b>		<b>TANQUE DE HORMIGON ARMADO</b>				<b>6365.9</b>
003.001.001.001	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	40.15	<b>2.84</b>	<b>114.03</b>
003.001.001.002	514004	Relleno compactado	m3	42.64	<b>3.66</b>	<b>156.06</b>
003.001.001.003	508002	Replanto de Piedra, e=20 cm	m2	12.79	<b>8.4</b>	<b>107.44</b>
003.001.001.004	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0.9	<b>112.46</b>	<b>101.21</b>
003.001.001.005	501003	Encofrado Recto	m2	31.92	<b>11.45</b>	<b>365.48</b>
003.001.001.006	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	1200	<b>2.04</b>	<b>2448</b>
003.001.001.007	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	10.68	<b>136.95</b>	<b>1462.63</b>
003.001.001.008	535068	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 110 mm	m	10	<b>6.88</b>	<b>68.8</b>
003.001.001.009	535065	Sum, Tubería PVC U/E 1,00 MPA - 63 mm	m	15	<b>2.44</b>	<b>36.6</b>
003.001.001.010	540041	Sum,-Ins, Codo PVC U/E R/L D= 63 mm 90 grad,	u	4	<b>9.76</b>	<b>39.04</b>
003.001.001.011	540029	Sum,-Ins, Codo PVC U/E R/L D=110 mm 90 grad,	u	4	<b>24.71</b>	<b>98.84</b>
003.001.001.012	540030	Sum,-Ins, Tee PVC U/E D=110 mm	u	3	<b>74.61</b>	<b>223.83</b>
003.001.001.013	540043	Sum,-Ins, Tee PVC U/E D=63 mm	u	3	<b>26.54</b>	<b>79.62</b>
003.001.001.014	535166	Sum, Tee PVC U/E D=110 x 63 mm	u	5	<b>45.76</b>	<b>228.8</b>
003.001.001.015	540005	Sum,-Ins, Tapa metálica	m2	2	<b>147.93</b>	<b>295.86</b>
003.001.001.016	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	34.2	<b>11.5</b>	<b>393.3</b>
003.001.001.017	540570	Pintura acrílica impermeabilizante	m2	15.96	<b>5.83</b>	<b>93.05</b>
003.001.001.018	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrílica	m2	15.96	<b>3.34</b>	<b>53.31</b>
<b>003.001.002</b>		<b>LECHO FILTRANTE</b>				<b>193.47</b>
003.001.002.001	540593	Sum, y colocación Grava graduada de 38 a 76 mm	m3	0.94	<b>85.18</b>	<b>80.07</b>
003.001.002.002	540265	Sum, y colocación Grava graduada de 3 a 6 mm,	m3	0.62	<b>95.19</b>	<b>59.02</b>
003.001.002.003	540264	Sum, y colocación Grava graduada de 6 a 38 mm,	m3	0.62	<b>87.71</b>	<b>54.38</b>
<b>003.001.003</b>		<b>ACCESORIOS</b>				<b>344.63</b>
003.001.003.001	535175	Sum, Tubería HG D=3"	m	10	<b>15.89</b>	<b>158.9</b>
003.001.003.002	535533	Sum, Codo HG D=3" 90 grad,	u	7	<b>6.08</b>	<b>42.56</b>
003.001.003.003	535532	Sum, Tee HG D=3"	u	1	<b>6.3</b>	<b>6.3</b>
003.001.003.004	535531	Sum, Universal HG D=3"	u	3	<b>11.95</b>	<b>35.85</b>
003.001.003.005	540075	Sum,-Ins, Niple HG D=4" mm L=15 cm	u	4	<b>22.93</b>	<b>91.72</b>
003.001.003.006	535144	Sum, Adaptador PVC/HG D=63 mm	u	3	<b>3.1</b>	<b>9.3</b>
<b>3.002</b>		<b>FILTRO LENTO DE ARENA(FLA) 2 UNIDADES</b>				<b>12753.05</b>
<b>003.002.001</b>		<b>TANQUE FERROCEMENTO V=10m3</b>				<b>5774.36</b>



CAPITULO 5 JUCACUE

003.002.001.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	39.72	9.44	374.96
003.002.001.002	540104	Drenes tubería PVC D=110 mm	m	22	9.15	201.3
003.002.001.003	540095	Sum, y colocacion Grava para filtros	m3	1.66	57.68	95.75
003.002.001.004	540643	Sum, y colocacion Arena (Dren)	m3	0.34	26.33	8.95
003.002.001.005	505002	Mamposteria de Piedra con mortero 1:3	m3	0.88	89.09	78.4
003.002.001.006	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	1.92	136.95	262.94
003.002.001.007	540003	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R257	m2	23.88	6.91	165.01
003.002.001.008	540010	Sum,-Ins, Malla exagonal 5/8	m2	213.5	5.58	1191.33
003.002.001.009	504003	Mortero Cemento:Arena 1:2 con impermeabilizante	m3	1.1	206.5	227.15
003.002.001.010	516002	Sum,-Ins, Alambre galvanizado #12 en ferrocemento	kg	10.68	4.36	46.56
003.002.001.011	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	17.76	2.04	36.23
003.002.001.012	501002	Encofrado Curvo	m2	29.22	13.81	403.53
003.002.001.013	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	89.72	11.5	1031.78
003.002.001.014	540570	Pintura acrilica impermeabilizante	m2	6.48	5.83	37.78
003.002.001.015	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrilica	m2	16.2	3.34	54.11
003.002.001.016	540008	Sum,-Ins, Malla de cerram, 50/12 h=1,5 con tubo poste 2"	m	29.22	26.44	772.58
003.002.001.017	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	2	147.93	295.86
003.002.001.018	535200	Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)	m3	39.72	12.34	490.14
<b>003.002.002</b>		<b>LOSA DE FONDO</b>				<b>2030.25</b>
003.002.002.001	508002	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	23	8.4	193.2
003.002.002.002	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	1.61	112.46	181.06
003.002.002.003	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	308.44	2.04	629.22
003.002.002.004	501003	Encofrado Recto	m2	8	11.45	91.6
003.002.002.005	501002	Encofrado Curvo	m2	22.1	13.81	305.2
003.002.002.006	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	4.6	136.95	629.97
<b>003.002.003</b>		<b>MEDIO FILTRANTE</b>				<b>2140.43</b>
003.002.003.001	535717	Sum, Arena para filtro lento (segun especificación)	m3	13.59	157.5	2140.43
<b>003.002.004</b>		<b>CAMARA DE INGRESO(2 UNIDADES)</b>				<b>925.96</b>
003.002.004.001	508002	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	0.98	8.4	8.23
003.002.004.002	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0.07	112.46	7.87
003.002.004.003	501003	Encofrado Recto	m2	7.7	11.45	88.17
003.002.004.004	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	100	2.04	204
003.002.004.005	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	2.35	136.95	321.83
003.002.004.006	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	2	147.93	295.86



<b>003.002.005</b>		<b>ACCESORIOS</b>				<b>380.24</b>
003.002.005.001	540112	Sum, TuberiaHG D=2"	m	6	9.23	55.38
003.002.005.002	509043	Colocacion Tuberia HD,HF,HG D= 50 mm	m	6	1.98	11.88
003.002.005.003	540108	Sum,-Ins, Tee HG D=2"	u	2	5.69	11.38
003.002.005.004	540107	Sum,-Ins, Codo HG D=2" 90 grad,	u	4	5.01	20.04
003.002.005.005	540109	Sum,-Ins, Universal HG D=2"	u	4	8.55	34.2
003.002.005.006	540110	Sum,-Ins, Neplo HG D=2"	u	4	3.6	14.4
003.002.005.007	535130	Sum, Adaptador PVC/HG D=50 mm	u	4	2.4	9.6
003.002.005.008	535138	Sum, Valvula RW D=2"	u	4	52.5	210
003.002.005.009	510020	Colocacion Valvulas HF y bronce, D= 0 a 50 mm sin anclajes	u	4	3.34	13.36
<b>003.002.006</b>		<b>CAMARA DE VALVULAS PRINCIPAL</b>				<b>1118.57</b>
003.002.006.001	501003	Encofrado Recto	m2	12.21	11.45	139.8
003.002.006.002	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	320	2.04	652.8
003.002.006.003	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	1.3	136.95	178.04
003.002.006.004	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	1	147.93	147.93
<b>003.002.007</b>		<b>ACCESORIOS</b>				<b>383.24</b>
003.002.007.001	540112	Sum, TuberiaHG D=2"	m	8	9.23	73.84
003.002.007.002	509043	Colocacion Tuberia HD,HF,HG D= 50 mm	m	8	1.98	15.84
003.002.007.003	540108	Sum,-Ins, Tee HG D=2"	u	2	5.69	11.38
003.002.007.004	540107	Sum,-Ins, Codo HG D=2" 90 grad,	u	2	5.01	10.02
003.002.007.005	540109	Sum,-Ins, Universal HG D=2"	u	1	8.55	8.55
003.002.007.006	540110	Sum,-Ins, Neplo HG D=2"	u	10	3.6	36
003.002.007.007	535130	Sum, Adaptador PVC/HG D=50 mm	u	3	2.4	7.2
003.002.007.008	535138	Sum, Valvula RW D=2"	u	3	52.5	157.5
003.002.007.009	510020	Colocacion Valvulas HF y bronce, D= 0 a 50 mm sin anclajes	u	3	3.34	10.02
003.002.007.010	540041	Sum,-Ins, Codo PVC U/E R/L D= 63 mm 90 grad,	u	4	9.76	39.04
003.002.007.011	535065	Sum, Tuberia PVC U/E 1,00 MPA - 63 mm	m	5	2.44	12.2
003.002.007.012	509002	Colocacion Tuberia PVC U/E D= 63 mm	m	5	0.33	1.65
<b>3.003</b>		<b>CASETA DE CLORACION</b>				<b>4551.68</b>
003.003.001	530016	Demolicion de Estructuras de hormigon	m3	5	55.2	276
003.003.002	502010	Excavación estructural a mano en Suelo sin clasificar,	m3	7.22	11.1	80.14
003.003.003	508001	Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2	12.06	7.4	89.24
003.003.004	505002	Mamposteria de Piedra con mortero 1:3	m3	0.9	89.09	80.18
003.003.005	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	105	2.04	214.2
003.003.006	501003	Encofrado Recto	m2	0.51	11.45	5.84



CAPITULO 5 JUCACUE

003.003.007	506002	Hormigón Simple 180 Kg/cm2	m3	1.25	130.3	162.88
003.003.008	505003	Mamposteria de Bloque de concreto 10x30x33	m2	1.54	18	27.72
003.003.009	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	2.3	10.04	23.09
003.003.010	540124	Sum,-Ins, Puerta de Malla para cerramiento	m2	1.44	46.65	67.18
003.003.011	540010	Sum,-Ins, Malla exagonal 5/8	m2	12	5.58	66.96
003.003.012	540156	Sum,-Ins, Ventana de hierro con proteccion, incluye vidrio	m2	0.5	70.18	35.09
003.003.013	540188	Cubierta de Eternit (Con estructura)	m2	11.1	29.84	331.22
003.003.014	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	0.29	11.5	3.34
003.003.015	506029	Losa pretensada	m2	17.06	163.2	2784.19
003.003.016	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	1.25	136.95	171.19
003.003.017	517008	Preparado y pintado de superficie con pintura acrilica	m2	20	3.34	66.8
003.003.018	535064	Sum, Candado de 40 mm	u	2	12.5	25
003.003.019	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	0.28	147.93	41.42
<b>3.004</b>		<b>CAJON DE LAVADO DE ARENA</b>				<b>493.43</b>
003.004.001	508002	Replanto de Piedra, e=20 cm	m2	6.5	8.4	54.6
003.004.002	501003	Encofrado Recto	m2	13.06	11.45	149.54
003.004.003	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0.46	112.46	51.73
003.004.004	540338	Sum,-Ins, Malla electrosoldada R158	m2	12.8	4.65	59.52
003.004.005	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	1.3	136.95	178.04
<b>3.005</b>		<b>MEJORAMIENTO DE TANQUE DE RESERVA EXISTENTE</b>				<b>1321.1</b>
003.005.001	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	21	11.5	241.5
003.005.002	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	42	10.04	421.68
003.005.003	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	0.72	147.93	106.51
003.005.004	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	42	3.41	143.22
003.005.005	535064	Sum, Candado de 40 mm	u	2	12.5	25
003.005.006	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.25	136.95	34.24
<b>003.005.001</b>		<b>accesorios</b>				<b>348.95</b>
003.005.001.001	540112	Sum, TuberiaHG D=2"	m	6	9.23	55.38
003.005.001.002	535140	Sum, Codo HG D=2" 90 grad,	u	7	2.35	16.45
003.005.001.003	535141	Sum, Tee HG D=2"	u	1	3.03	3.03
003.005.001.004	535142	Sum, Universal HG D=2"	u	3	5.89	17.67
003.005.001.005	540075	Sum,-Ins, Neplo HG D=4" mm L=15 cm	u	4	22.93	91.72
003.005.001.006	535138	Sum, Valvula RW D=2"	u	3	52.5	157.5
003.005.001.007	535130	Sum, Adaptador PVC/HG D=50 mm	u	3	2.4	7.2
<b>3.006</b>		<b>CERRAMIENTO DE MALLA(L=110m)</b>				<b>7941.52</b>
003.006.001	530016	Demolicion de Estructuras de hormigon	m3	5.76	55.2	317.95
003.006.002	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	16.66	9.44	157.27
003.006.003	505002	Mamposteria de Piedra con mortero 1:3	m3	21.45	89.09	1910.98



CAPITULO 5 JUCACUE

003.006.004	540008	Sum,-Ins, Malla de cerram, 50/12 h=1,5 con tubo poste 2"	m	110	26.44	2908.4
003.006.005	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	108.8	3.41	371.01
003.006.006	501003	Encofrado Recto	m2	80.68	11.45	923.79
003.006.007	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	100	2.04	204
003.006.008	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.25	136.95	34.24
003.006.009	540124	Sum,-Ins, Puerta de Malla para cerramiento	m2	2	46.65	93.3
003.006.010	520001	Colocacion y suministro de Alambre de puas	m	330	0.75	247.5
003.006.011	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	77	10.04	773.08
<b>3.007</b>		<b>DRENAJE INTERNO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				<b>2942.1</b>
003.007.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	54	9.44	509.76
003.007.002	514004	Relleno compactado	m3	49	3.66	179.34
003.007.003	514001	Tapado de zanjas con maquina	m3	5	1.66	8.3
003.007.004	534006	Pozo de revision de h=0 a 2,0 m, Tapa y Brocal tipo A	u	5	315.74	1578.7
003.007.005	535823	Sum, Tuberia PVC para Alcant, U/E D=200	m	60	10	600
003.007.006	509053	Colocacion Tuberia PVC Alcant. D=200 mm	m	60	1.1	66
<b>3.008</b>		<b>DESCARGA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO</b>				<b>181.14</b>
003.008.001	508002	Replanteo de Piedra, e=20 cm	m2	2.09	8.4	17.56
003.008.002	506011	Hormigón Simple 140 Kg/cm2	m3	0.15	112.46	16.87
003.008.003	501003	Encofrado Recto	m2	2.93	11.45	33.55
003.008.004	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	30.63	2.04	62.49
003.008.005	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	0.37	136.95	50.67
<b>4</b>		<b>REDES DE DISTRIBUCION</b>				<b>124984.42</b>
<b>4.001</b>		<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>69241.96</b>
004.001.001	522039	Replanteo mayor a 1.0 km.	km	9.94	425.19	4226.39
004.001.002	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	2732.7	9.44	25796.69
004.001.003	502007	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	900.07	11.76	10584.82
004.001.004	503002	Excavación mecanica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	350.06	3.89	1361.73
004.001.005	503001	Excavación mecanica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	992.1	2.84	2817.56
004.001.006	522001	Abatimiento del nivel freatico	Hora	48	5.64	270.72
004.001.007	523002	Entibado Discontinuo	m2	157.92	6.91	1091.23
004.001.008	514004	Relleno compactado	m3	2485.25	3.66	9096.02
004.001.009	514001	Tapado de zanjas con maquina	m3	254.16	1.66	421.91
004.001.010	540121	Tapado manual de zanjas	m3	2102.23	3.45	7252.69
004.001.011	535200	Material de Reposicion (Incluye esponjamiento)	m3	248.5	12.34	3066.49
004.001.012	513001	Cargada de material a mano	m3	152.5	5.98	911.95
004.001.013	513003	Cargada de Material a maquina	m3	350.06	1.16	406.07
004.001.014	513002	Transporte de material hasta 5km	m3	254.16	1.69	429.53
004.001.015	535052	Arreglo de via con equipo pesado	hora	24	62.84	1508.16
<b>4.002</b>		<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC Y ACCESORIOS</b>				<b>18017.99</b>



CAPITULO 5 JUCACUE

004.002.001	540127	Sum, Tuberia PVC E/C 1,25 MPA - 32 mm	m	8669.75	1.4	12137.65
004.002.002	535065	Sum, Tuberia PVC U/E 1,00 MPA - 63 mm	m	1280.13	2.44	3123.52
004.002.003	509001	Colocacion Tuberia PVC E/C D= 25 a 50 mm	m	8669.75	0.24	2080.74
004.002.004	509002	Colocacion Tuberia PVC U/E D= 63 mm	m	1280.13	0.33	422.44
004.002.005	535089	Sum, Codo PVC E/C D=32 mm 45 grad.	u	12	3.5	42
004.002.006	535090	Sum, Codo PVC E/C D=32 mm 90 grad.	u	4	3.03	12.12
004.002.007	535086	Sum, Tee PVC E/C D=32 mm	u	8	0.96	7.68
004.002.008	540138	Sum,-Ins, Tapon PVC E/C D=32 mm	u	8	2.2	17.6
004.002.009	540042	Sum,-Ins, Codo PVC U/E R/L D= 63 mm 45 grad,	u	4	9.76	39.04
004.002.010	540041	Sum,-Ins, Codo PVC U/E R/L D= 63 mm 90 grad,	u	2	9.76	19.52
004.002.011	540174	Sum,-Ins, Tuberia PVC U/R D=1/2"	m	2	1.49	2.98
004.002.012	535210	Sum, Reductor PVC U/R D=63 x 32 mm	u	2	4.43	8.86
004.002.013	510019	Colocacion Acc HF,HG,HD,AL sin anclajes, D < a 50 mm	u	32	2.66	85.12
004.002.014	509020	Colocacion Acc PVC U/E sin anclajes, D= 63 mm	u	8	2.34	18.72
<b>4.003</b>		<b>VALVULAS DE CONTROL (6 UNIDADES)</b>				<b>1109.16</b>
004.003.001	535053	Sum,-Ins, Valvula HF 63 mm	u	1	106.35	106.35
004.003.002	540122	Sum,-Ins, Union reparacion PVC U/E D=63 mm	u	12	12.06	144.72
004.003.003	540149	Sum,-Ins, Valvula Rw D=1 1/2"	u	5	36.15	180.75
004.003.004	540255	Caja de válvula con tubo de Ho D=600 mm	u	6	112.89	677.34
<b>4.004</b>		<b>TANQUE ROMPEPRESIONES (29 UNIDADES)</b>				<b>36615.31</b>
004.004.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	58	9.44	547.52
004.004.002	508001	Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2	75.69	7.4	560.11
004.004.003	501003	Encofrado Recto	m2	209.09	11.45	2394.08
004.004.004	506003	Hormigón Simple 210 Kg/cm2	m3	39.73	136.95	5441.02
004.004.005	507004	Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m2	158.05	11.5	1817.58
004.004.006	507001	Enlucido con mortero 1:3	m2	242.44	10.04	2434.1
004.004.007	516001	Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg	2320	2.04	4732.8
004.004.008	540005	Sum,-Ins, Tapa metalica	m2	20.88	147.93	3088.78
004.004.009	517001	Preparado y pintado de superficie	m2	242.44	3.41	826.72
004.004.010	535064	Sum, Candado de 40 mm	u	58	12.5	725
004.004.011	535140	Sum, Codo HG D=2" 90 grad,	u	116	2.35	272.6
004.004.012	540126	Sum,-Ins, Valvula flotadora D=2" (Importada)	u	29	331.46	9612.34
004.004.013	540103	Sum,-Ins, Valvula Rw D=2"	u	58	55.84	3238.72
004.004.014	535158	Sum, Union HG D=2"	u	58	1.58	91.64
004.004.015	535141	Sum, Tee HG D=2"	u	116	3.03	351.48
004.004.016	535130	Sum, Adaptador PVC/HG D=50 mm	u	58	2.4	139.2
004.004.017	535142	Sum, Universal HG D=2"	u	58	5.89	341.62
<b>5</b>		<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS (119 UNIDADES)</b>				<b>23553.31</b>
5.001	502002	Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	411.26	9.44	3882.29
5.002	502007	Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3	102.82	11.76	1209.16



## CAPITULO 5 JUCACUE

5.003	503001	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3	45.7	2.84	129.79
5.004	503002	Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3	11.42	3.89	44.42
5.005	514004	Relleno compactado	m3	342.72	3.66	1254.36
5.006	504002	Mortero Cemento:Arena 1:3	m3	11.9	147.88	1759.77
5.007	540710	Sum,-Ins, Collarin D=32 mm x 1/2" (Especif. Normas Internacionales)	u	119	23.96	2851.24
5.008	540174	Sum,-Ins, Tubería PVC U/R D=1/2"	m	952	1.49	1418.48
5.009	535264	Sum, Adaptador PVC/HG D=20 mm a 1/2"	u	119	0.79	94.01
5.01	535516	Sum, Nephlo HG D=1/2"	u	476	0.44	209.44
5.011	540177	Sum,-Ins, Codo HG D=1/2"	u	357	2.95	1053.15
5.012	535128	Sum, Tubería HG D=1/2"	m	142	2.24	318.08
5.013	509043	Colocación Tubería HD, HF, HG D= 50 mm	m	142.8	1.98	282.74
5.014	540388	Sum,-Ins, Llave de corte D=1/2"	u	119	8.59	1022.21
5.015	540115	Sum,-Ins, Medidor de Agua potable D= 1/2"	u	119	57.59	6853.21
5.016	540178	Sum,-Ins, Llave de paso D=1/2"	u	119	9.84	1170.96
<b>6</b>		<b>PLAN DE MANEJO AMBIENTAL</b>				<b>3462.78</b>
6.001	551024	Suministro e Instalación de plástico	m2	500	0.13	65
6.002	593013	Suministro e Instalación de Cinta	m	2000	0.3	600
6.003	593016	Suministro e Instalación de Conos	u	25	6.93	173.25
6.004	593001	Suministro e Instalación de Letrero Informativo (3.00 x 1.80 m)	u	1	1184.05	1184.05
6.005	593031	Suministro e Instalación de Malla	m	400	1.71	684
6.006	593015	Suministro e Instalación de Poste Delineador	u	30	9.48	284.4
6.007	593002	Suministro e Instalación de Señales	u	12	39.34	472.08
<b>SUBTOTAL</b>						<b>233456.69</b>
<b>IVA</b>					12.00%	<b>28014.8</b>
<b>TOTAL</b>						<b>261471.49</b>

En base a los diseños se obtuvieron las cantidades de obra, reflejadas en el **Anexo G**.

El desglose de costos indirectos se presenta en el **Anexo E** y alcanza al 25%.

El presupuesto ha sido elaborado en el software INTERPRO y se adjuntan los correspondientes archivos de manera que el GAD del cantón Paute cuente con los archivos IPE e IPU y puedan realizar cualquier actualización de costos de materiales y/o mano de obra, o de subdividir la construcción del proyecto en etapas que a su criterio sean adecuadas.





## 7 CAPITULO: EVALUACIÓN ECONÓMICA - FINANCIERA

El sistema de agua potable para la Comunidad de Pucaloma del Cantón Paute, es un proyecto de beneficio social pues su objetivo principal es contar con un buen sistema de agua potable que mejore las condiciones de vida de la población, es por esta razón que se debe concientizar a la población para que impulse el desarrollo de este proyecto, e inclusive capacitarlos y hacerles partícipes para que valoren este recurso vital para evitar desperdicios en el futuro.

Teniendo en cuenta estas consideraciones el proyecto es beneficioso para la comunidad de Pucaloma del Cantón Paute, por ello se estima que un 83% de la población evitará estos gastos generados por la carencia de un sistema de agua potable, esta estimación es considerada tomando en cuenta que la implementación del proyecto será de gran utilidad y mejorará notablemente el nivel de vida de todos y cada uno de los habitantes de la comunidad.

El proyecto presenta un valor presente neto de \$55835.45 (Cincuenta y cinco mil ochocientos treinta y cinco dólares con 45/100, lo que determina que el proyecto es rentable desde el punto de vista económico y financiero.

El proyecto además arroja una tasa interna de retorno del 16% superior a la tasa de descuento, que permite visualizar que la rentabilidad económica es óptima.

En la relación costo beneficio, el proyecto determina que por cada dólar que se invierta en el proyecto este nos da un beneficio de 1.12 veces.

De las estimaciones que se realizan sobre la tarifa de agua potable que debe cobrar la Institución a cargo del manejo y operación del sistema, se ha considerado una tarifa moderada tomando en cuenta tarifas comerciales, residenciales e industriales, es por ello que ha considerado que la comunidad deberá aportar únicamente para el Costo de Operación y Mantenimiento del Sistema en forma anual, es decir se cobrará una tarifa moderada de \$2.20 (Dos con 60/100 dólares), valor que se obtiene de dividir el costo mensual de mantenimiento (\$259.19 U.S.D) para el número de hogares estimados actuales (119 usuarios). Este precio permitirá que el Sistema de Agua Potable genere un producto de calidad.

Es necesario considerar que la institución a cargo del Sistema deberá buscar fuentes de financiamiento externos para impulsar el proyecto de tal manera que cubra parte de la inversión del proyecto, el mismo que puede ser viabilizado a través de una donación o de aportación directa del estado.

El detalle de la Evaluación Económica Financiera se muestra en el **Anexo F**.



## 8 CAPITULO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las siguientes especificaciones técnicas fueron facilitadas por el GAD del cantón Paute. A continuación se realiza una descripción detallada de cada una de las actividades a realizar para llevar a cabo el proyecto efectivamente.

### 8.1 GENERALIDADES

El constructor deberá hacer un recorrido de la comunidad para tener claro todas las características, su ubicación, condiciones topográficas, geológicas, de resistencia del suelo, clima, etc. Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo, debiendo examinar cuidadosamente los planos del proyecto, bases, presupuesto y especificaciones generales y técnicas.

Los equipos, materiales y artefactos que se utilizaran en la obra deberán ser nuevos y verificados por el fiscalizador.

Los trabajos solicitados deberán ser realizados por técnicos y maestros entrenados en su oficio, para optimizar los rendimientos.

Los materiales deberán satisfacer normas y reglamentos internacionales reconocidos o que se usen de referencia (ISO, ASTM, ASHTO, ASSHO, ANSÍ, AWWA, VDE, USAS, ASA, EET.EPCEA, NEMA, EEQ, IEC, NEC, INEN, IEOS). Las últimas ediciones de normas que se mencionen en los documentos forman parte de estas especificaciones.

El Contratista deberá realizar a su costo, todos los ensayos y pruebas necesarias descritas en estas especificaciones en lo que tiene que ver principalmente a hormigones y suelos, y estos resultados deberá ser informados por escrito al Fiscalizador para su aprobación o control adicional.

### 8.2 SEGURIDAD EN LA OBRA.

El contratista dará alternativas satisfactorias en perfecto estado de operación a satisfacción del propietario del servicio existente, si cualquier servicio particular, público o privado, que pase a través del emplazamiento fuera afectado por las obras.

El contratista deberá resguardar las propiedades públicas y particulares situadas fuera de los límites de la construcción, que se encuentren con derecho dentro o en las cercanías del proyecto.

El Contratista deberá suministrar, elegir y mantener en los sitios de emplazamiento, en las entradas o donde sean requeridas por el Fiscalizador y la Dirección Provincial de Tránsito, todas las señales, barreras, marcas, necesarias para la seguridad de los



usuarios de las vías públicas. El dimensionamiento y contenido de tales señales, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Durante todo el tiempo de ejecución de la obra, el contratista deberá ofrecer condiciones razonables de seguridad y comodidad a los usuarios y moradores. Deberá mantenerse acceso adecuado a las propiedades adyacentes a la obra, así como a los caminos públicos que intercepta el proyecto.

Hasta la recepción definitiva de la obra, el Contratista deberá tomar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad de todas las personas que tiene derecho a estar presentes en la obra o pasar por la misma, especialmente empleados del contratista y del Fiscalizador.

### 8.2.1.1 SEÑALIZACIÓN CON CINTA

#### Descripción

Se señalizará todo el perímetro donde se realicen excavaciones, para precautelar la seguridad de vehículos y peatones.

#### Especificaciones

Cinta amarilla de peligro.

#### Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad (m), debidamente cuantificado y aprobado por el fiscalizador.

#### Conceptos de trabajo

Los trabajos suministro de cinta de seguridad se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Suministro e Instalación de Cinta	m

### 8.2.1.2 LETREROS DE ADVERTENCIA DE OBRA

#### Descripción

Se colocarán letreros con frases alusivas indicando que se evite la quema de materiales al aire libre y los otros de advertencia.

#### Especificaciones

Se confeccionarán con lonas y tubos de HG con la leyenda respectiva.



### Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad, debidamente cuantificado y aprobado por el fiscalizador.

### Conceptos de trabajo

Los trabajos suministro de letreros de advertencia se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Suministro e Instalación de Letrero Informativo (3.00 x 1.80 m)	u

### 8.2.1.3 COBERTURA DE PLÁSTICO

#### Descripción

Se colocará en los lugares de acopio y escombreras.

#### Especificaciones

El plástico a utilizar será de polietileno. Los acopios a cubrir deberán estar apuntalados con algún material pesado como piedras o cantos rodados que no permitan el movimiento del plástico con el viento de forma que el material cubierto no vuele en el aire.

### Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad (m2), debidamente cuantificado y aprobado por el fiscalizador.

### Conceptos de trabajo

Los trabajos suministro de cinta de seguridad se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Suministro e Instalación de plástico	m2

### 8.2.1.4

### 8.2.1.5 CONOS DE SEGURIDAD

#### Descripción

Se colocarán donde se encuentre la gente realizando excavaciones, para precautelar la seguridad del personal y de terceros.

#### Especificaciones

Los conos a colocar serán de plástico iguales a los que se colocan en la señalización de tránsito.



### Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad (u), debidamente cuantificado y aprobado por el fiscalizador.

### Conceptos de trabajo

Los trabajos suministro de conos de seguridad se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Suministro e Instalación de Conos	u

### 8.2.1.6 EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL

#### Descripción

Se refieren a todos los equipos de protección utilizados por los trabajadores para evitar lesiones o golpes durante su trabajo.

#### Especificaciones

Cada trabajador contará con un casco de protección de plástico resistente a los golpes, un chaleco reflectivo, para evitar atropellamientos en el caso de trabajos cerca de vías de tráfico, y guantes de cuero para el resguardo de las manos y dedos.

### Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad (global), debidamente cuantificado y aprobado por el fiscalizador.

### Conceptos de trabajo

Los trabajos suministro de equipo de seguridad industrial se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
equipo de seguridad industrial	u

## 8.3 NIVELES DE CONSTRUCCIÓN

El Contratista al iniciar la construcción, deberá replantear en el terreno existente, una sola vez los ejes del proyecto, debidamente referenciado.

El Contratista deberá suministrar y colocar todas las estacas y puntos de control de la obra.

El Contratista será el único responsable de la precisión de las líneas y cotas de los varios elementos de la obra.



El Contratista deberá notificar al Fiscalizador cualquier error o discrepancia aparente que él encuentre en levantamientos previos, en planos y otros documentos, para su corrección o interpretación, antes de proceder al trabajo pertinente.

## 8.4 PERIODO DE PRUEBA.

Es obligación del Contratista mantener y conservar en buenas condiciones la obra durante el período de construcción hasta la recepción definitiva. Deberá dedicar todo el equipo, personal y materiales necesarios para conservar las obras en buen estado.

Durante el periodo de prueba, el Contratista deberá corregir, complementar o reemplazar, por su cuenta cualquier falla, parte inconclusa o defectuosa de la obra que, a juicio del Fiscalizador, se deba a deficiencias u omisiones en la construcción efectuada.

## 8.5 ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

### 8.5.1.1 REPLANTEOS.

#### Definición

Replanteo es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a las indicaciones de los planos respectivos, como paso previo a la construcción.

#### Especificación

Todos los trabajos de replanteo deben ser realizados con aparatos de precisión, tales como teodolitos, niveles, cintas métricas, etc., y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar mojones de hormigón perfectamente identificados (BMs) con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo, no debiendo ser menor de dos en estaciones de bombeo, lagunas de oxidación y obras que ocupen un área considerable de terreno.

#### Medición y forma de pago:

El replanteo se lo pagará de acuerdo al desglose del precio unitario, por Ha (hectáreas) en caso de áreas o Km (kilómetros) en caso de longitudes (conducciones o ramales abiertos).

#### Conceptos de trabajo

Este trabajo será liquidado de acuerdo a lo siguiente:

DESCRIPCION	UNIDAD
Replanteo mayor a 1.0 km.	km

### 8.5.1.2 REPLANTILLOS

#### Definición

Cuando a juicio del ingeniero Fiscalizador de la obra el fondo de las excavaciones donde se instalarán tuberías no ofrezcan la consistencia necesaria para sustentarla y



mantenerlos en su posición en forma estable o cuando la excavación haya sido hecha en roca u otro material que por su naturaleza no haya podido afinarse en grado tal para que la tubería tenga el asiento correcto, se construirá un replantillo de 15 cm., de espesor mínimo hecho de piedra triturada o cualquier otro material adecuado para dejar una superficie nivelada para una correcta colocación de la tubería.

### **Especificaciones**

El replantillo se apisonará hasta que el rebote del pisón señale que se ha logrado la mayor compactación posible, para lo cual en el tiempo del apisonado se humedecerán los materiales que forman el replantillo para facilitar la compactación.

La parte central de los replantillos que se construyan para apoyo de tuberías de hormigón será construida en forma de canal semicircular que permitirá que el cuadrante inferior de la tubería descansa en todo su desarrollo y longitud sobre el replantillo.

Cuando el proyecto y/o el ingeniero Fiscalizador así lo señalen se construirán replantillos de hormigón simple o armado, en las que el hormigón será de la resistencia señalada por aquellos.

Los replantillos se construirán inmediatamente antes de tender la tubería, previamente a dicho tendido el Constructor deberá recabar el visto bueno del ingeniero Fiscalizador para el replantillo construido, ya que en el caso contrario éste podrá ordenar si lo considera conveniente, que se levante la tubería colocada y los tramos de replantillo que considere defectuosos y que se construyan nuevamente en forma correcta, sin que el Constructor tenga derecho a ninguna compensación adicional por este concepto.

### **Medición y Forma de Pago**

La construcción de Replantillos será medida para fines de pago en m<sup>2</sup>, con aproximación de un decimal, con excepción de Replantillos de hormigón simple o armado, los que se medirán en m<sup>3</sup>., con aproximación de un decimal. Al efecto se determinará en la obra la superficie de Replantillos construido o el volumen de Replantillos de hormigón simple o armado construido de acuerdo con el apoyo y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador de la obra.

La construcción del Replantillos se pagará al Constructor a los precios unitarios estipulados en el contrato para los conceptos de trabajo que se detallan a continuación, los que incluyen la compensación al Constructor por el suministro en la obra de los materiales utilizados, la mano de obra y todas las operaciones que deba ejecutar para la realización de los trabajos.

### **Conceptos de trabajo**

Estos trabajos se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos:



DESCRIPCION	UNIDAD
Replantillo de Piedra, e=15 cm	m2
Replantillo de Piedra, e=20 cm	m2

### 8.5.1.3 ENCOFRADOS

#### Definición

Se entenderá por encofrados las formas volumétricas que se confeccionan con piezas de madera, metálicas o de otro material resistente para que soporten el vaciado del hormigón con el fin de amoldarlo a la forma prevista.

#### Especificaciones

Los encofrados, generalmente contruidos de madera, deberán ser lo suficientemente fuertes para resistir la presión, resultante del vaciado y vibración del hormigón, estar sujetos rígidamente en su posición correcta y lo suficientemente impermeable para evitar la pérdida de la lechada.

Los encofrados para tabiques o paredes delgadas, estarán formadas por tableros compuestos de tablas o bastidores o de madera contrachapada de un espesor adecuado al objetivo del encofrado, pero en ningún caso menor de 1 cm.

Los tableros se mantendrán en su posición, mediante pernos de un diámetro mínimo de 8 mm., roscados de lado y lado, con arandelas y tuercas.

Estos tirantes y los espaciadores de madera, formarán el encofrado, que por sí solos resistirán los esfuerzos hidráulicos del vaciado y vibrado del hormigón. Los apuntalamientos y riostras servirán solamente para mantener a los tableros en su posición, vertical o no, pero en todo caso no resistirán esfuerzos hidráulicos.

Al colar hormigón contra las formas, éstas deberán estar libres de incrustaciones de mortero, lechada u otros materiales extraños que pudieran contaminar el hormigón. Antes de depositar el hormigón, las superficies del encofrado deberán aceitarse con aceite comercial para encofrados de origen mineral.

Las formas se dejarán en su lugar hasta que el ingeniero Fiscalizador autorice su remoción y se removerán con cuidado para no dañar el hormigón.

La remoción se autorizará y ejecutará tan pronto como sea factible, para evitar demoras en la aplicación del compuesto para sellar o realizar el curado con agua y permitir lo más pronto posible, la reparación de los desperfectos del hormigón.

Con la máxima anticipación posible para cada caso, el Constructor dará a conocer al ingeniero Fiscalizador los métodos y material que empleará para construcción de los



encofrados. La autorización previa del Fiscalizador para el procedimiento del colado, no relevará al Constructor de sus responsabilidades en cuanto al acabado final del hormigón dentro de las líneas y niveles ordenados.

Después de que los encofrados para la estructura de hormigón hayan sido colocados en su posición final, serán inspeccionados por el ingeniero Fiscalizador para comprobar que son adecuados en construcción, colocación y resistencia, pudiendo exigir al Constructor el cálculo de elementos encofrados que ameriten esa exigencia.

El uso de vibradores exige el empleo de encofrados más resistentes que cuando se usan métodos de compactación a mano.

### **Medición y Forma de Pago**

Los encofrados se medirán en m<sup>2</sup>, con aproximación de un decimal. Al efecto, se medirán directamente en su estructura las superficies de hormigón que fueran cubiertas por las formas al tiempo que estuvieran en contacto con los encofrados empleados.

No se medirán para fines de pago las superficies de encofrado empleados para confinar hormigón que debió haber sido vaciado directamente contra la excavación y que requirió el uso de encofrado por sobre excavaciones u otras causas imputables al Constructor, ni tampoco las superficies de encofrados empleados fuera de las líneas y niveles del proyecto.

La obra falsa de madera requerida para sustentar los encofrados para la construcción de losas de hormigón se determinará en función del volumen del hormigón de la losa, y será la que resulte de multiplicar dicho volumen por el precio unitario señalado en el contrato para los conceptos de trabajo correspondiente y tomando como altura a pagar la altura media de la obra falsa en metros, considerándose como metro completo la fracción que resultare.

### **Conceptos de trabajo**

Los trabajos a realizar se liquidarán según lo siguientes rubros:

DESCRIPCION	UNIDAD
Encofrado Recto	m <sup>2</sup>
Encofrado Curvo	m <sup>2</sup>

#### **8.5.1.4**

#### **8.5.1.5 HORMIGONES.**

Definición



Se entiende por hormigón al producto endurecido resultante de la mezcla de cemento Portland según la especificación ASTM-C 150, agua y agregados pétreos finos y gruesos en proporciones adecuadas, puede tener aditivos aprobados por fiscalización con el fin de obtener cualidades especiales.

### Especificaciones

#### Hormigón Simple.

Es el hormigón en el que se utiliza ripio de hasta 5 cm. de diámetro y desde luego tiene todos los componentes de hormigón.

La dosificación del hormigón varía de acuerdo a las necesidades.

- a. Hormigón simple de dosificación 1:2:4, cuya resistencia a los 28 días es de 210 Kg. cm<sup>2</sup> y es utilizado regularmente en construcción de muros voluminosos y obras de hormigón armado en general.
- b. Hormigón simple de dosificación 1:1.5:4, y que es utilizado regularmente en construcción de estructuras hidráulicas sujetas a la erosión del agua y estructuras especiales.

#### Diseño del hormigón

Para obtener un hormigón bueno, uniforme y que ofrezca resistencia, capacidad de duración y economía, se debe controlar en el diseño:

- Calidad de los materiales
- Dosificación de los componentes
- Manejo, colocación y curado del hormigón

Al hablar de dosificación hay que poner especial cuidado en la relación agua -cemento, que debe ser determinada experimentalmente y para lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Grado de humedad de los agregados
- Clima del lugar de la obra
- Utilización de aditivos
- Condiciones de exposición del hormigón, y
- Espesor y clase de encofrado

En general la relación agua-cemento debe ser lo más baja posible, tratando siempre que el hormigón tenga las condiciones de impermeabilidad, manejo y trabajabilidad propios de cada objeto.

#### Fabricación del hormigón.



El Constructor deberá disponer un equipo principal de dosificación de mezclado, en óptimas condiciones de funcionamiento, de tal manera de alcanzar un esfuerzo mínimo de rotura a los 28 días de  $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ .

### Agregados

Para los diferentes tamaños, se podrá utilizar un dispositivo de pesaje individual o acumulativo. En los compartimentos, los agregados deberán tener contenido uniforme de humedad. No se permitirá uso de agregado fino, cuyo contenido de humedad sea mayor al 8 por ciento.

Cemento.- La dosificación del cemento se la hará al peso, automáticamente y separada de los otros ingredientes. No se permitirá el pesaje acumulativo de los agregados. Un sistema de vibrado deberá asegurar la descarga completa del cemento de la mezcladora.

Agua.- Se la dosificará al peso o al volumen. Una instrumentación adecuada deberá permitir su medición, según los requerimientos en cada mezcla.

Aditivos.- El equipo de dosificación deberá corresponder a las recomendaciones de los fabricantes de aditivos. Poseerá un sistema de medida de dosificación que permitirá variar la cantidad de descarga, según convenga.

### Dosificación.

La dosificación podrá ser cambiada cuando fuere conveniente, para mantener la calidad de hormigón requerido en las distintas estructuras o para afrontar las diferentes condiciones que se encuentren durante la construcción.

### Especificaciones

Proporción de las mezclas y ensayos.- La resistencia requerida de los hormigones se ensayará en muestras cilíndricas de 13,5 cm. (6") de diámetro por 30,5 cm. (12") de altura, de acuerdo con las recomendaciones y requisitos de las especificaciones ASTM C-172, C-192, C-39.

Los resultados de los ensayos a compresión, a los 7 y 28 días, deberán ser iguales a las resistencias especificadas; y, no más del 10% de los resultados de por lo menos 20 ensayos (4 cilindros por cada ensayo; 1 se ensayará a los 7 días y los 3 restantes a los 28 días), deberán tener valores inferiores al promedio.

### Mezclado

El hormigón será mezclado a máquina, salvo el caso de pequeñas cantidades (menores de 100 kg) que se podrá hacer a mano. La dosificación se realizará al peso empleando una balanza de plataforma que permita poner una carretilla de agregado.



(La máquina dará por lo menos 60 revoluciones en los tiempos indicados).

El hormigón será descargado completamente antes de que la mezcladora sea nuevamente cargada. La mezcladora deberá ser limpiada a intervalos regulares mientras se use y mantenida en buen estado.

Cuando el hormigón sea trabajado a mano, la arena y el cemento sean mezclados en seco hasta que tenga un color uniforme. El ripio o piedra picada se extenderá en una plataforma de madera o de metal formando una capa de espesor uniforme, se humedecerán y luego se agregarán el mortero seco. La mezcla se resolverá con palas, hasta que el conjunto quede completamente homogéneo.

### Resistencia

Cuando el hormigón no alcance la resistencia a la compresión a los 28 días, (carga de ruptura) para la que fue diseñado, será indispensable mejorar las características de los agregados o hacer un diseño en un laboratorio de resistencia de materiales.

### Pruebas de hormigón

Las pruebas de consistencia se realizarán en las primeras paradas hasta que se estabilicen las condiciones de salida de la mezcla, en el caso de haber cambios en las condiciones de humedad de los agregados o cambios del temporal y si el transporte del hormigón desde la hormigonera hasta el sitio de fundición fuera demasiado largo o estuviera sujeto a evaporación apreciable, en estos casos se harán las pruebas en el sitio de empleo del hormigón. Las pruebas se harán con la frecuencia necesaria.

Las pruebas de resistencia a la compresión se las realizará en base a las especificaciones de la A.S.T.M., para moldes cilíndricos. Se tomarán por lo menos dos cilindros por cada 30 m<sup>3</sup>., de hormigón vaciado, uno que será probado a los 7 (siete) días y otro a los 28 (veintiocho) días, con el objeto de facilitar el control e resistencia de los hormigones.

El resultado es valedero cuando se ha realizado un promedio de la serie de cilindros probados, los cuales no deben ser deformados, ni defectuosos.

Cuando el promedio del resultado de los cilindros tomados en un día y probados a los 7 (siete) días, no llegue al 80% de la resistencia exigida, se debe ordenar un curado adicional por un lapso máximo de 14 (catorce) días y se ordenarán pruebas de carga en la estructura.

Si luego de realizadas las pruebas se determina que el hormigón no es de la calidad especificada, se debe reforzar la estructura o reemplazarla total o parcialmente según sea el caso y proceder a realizarse un nuevo diseño para las estructuras siguientes.

### Aditivos



Los aditivos se usarán en el hormigón para mejorar una o varias de las cualidades del mismo:

- Mejorar la trabajabilidad
- Reducir la segregación de los materiales
- Incorporar aire
- Acelerar el fraguado
- Retardar el fraguado
- Conseguir su impermeabilidad
- Densificar el hormigón, etc.

En todo caso el uso de aditivos deberá ser aprobado por el ingeniero Fiscalizador.

#### Transporte y Manipuleo

El hormigón será transportado desde la mezcladora hasta el lugar de colocación por métodos que eviten o reduzcan al mínimo la separación y pérdida de materiales. El equipo será de tamaño y diseño apropiados para asegurar un flujo uniforme en el punto de entrega tratando de evitar juntas frías.

Los canalones de descarga deberán evitar la segregación de los componentes, deberán ser lisos (preferiblemente metálicos), que eviten fugas y reboses.

Se debe evitar que su colocación no se realice de alturas mayores de 1 m., sobre encofrado o fondos de cimentación, se usarán dispositivos especiales cuando sea necesaria verter hormigón a mayor altura que la indicada.

#### Preparación del Lugar de Colocación

Antes de iniciar el trabajo se limpiará el lugar a ser ocupado por el hormigón, de toda clase de escombros, barro y materias extrañas.

Las fundaciones de tierra o de naturaleza absorbente deberán ser totalmente compactadas y humedecidas.

Los materiales permeables de la fundación deberán ser cubiertos con revestimiento de polietileno antes de colocarse el hormigón. Las superficies del hormigón fraguado sobre el cual ha de ser colocado el nuevo hormigón, serán limpias y saturadas con agua inmediatamente antes de la colocación del hormigón.

El refuerzo de hierro y estructuras metálicas, deberán ser limpiadas completamente de capas de aceite y otras sustancias, antes de colocar el hormigón.

#### Colocación del Hormigón



El hormigón será colocado en obra con rapidez para que sea blando mientras se trabaja por todas las partes de los encofrados, si se ha fraguado parcialmente o ha sido contaminado por materias extrañas no deberá ser colocado en obra.

No se usará hormigón rehumedecido

El hormigón será llevado a cabo en una operación continua hasta que el vaciado del tramo se haya completado, asegurando de esta manera la adhesión de las capas sucesivas, cuyo espesor no debe ser mayor de 15 cm. Cuidado especial debe tenerse en no producir segregación de materiales.

La colocación de hormigón para condiciones especiales debe sujetarse a lo siguiente:

a. Colocación de Hormigón Bajo Agua

Se permitirá colocar el hormigón bajo agua tranquila, siempre y cuando sea autorizado por el ingeniero Fiscalizador y que el hormigón contenga 25 (veinticinco) por ciento más cemento que la dosificación especificada. No se pagará compensación adicional por ese concepto extra. No se permitirá vaciar hormigón bajo agua que tenga una temperatura inferior a 5°C.

b. Colocación de Hormigón en Tiempo Frío

Cuando la temperatura media esté por debajo de 5°C se procederá de la siguiente manera:

- Añadir un aditivo acelerante de reconocida calidad y aprobado por la fiscalización.
- La temperatura del hormigón fresco mientras es mezclado no será menor de 15°C.
- La temperatura del hormigón colocado será mantenida a un mínimo de 10°C durante las primeras 72 (setenta y dos) horas, después de vaciados durante los siguientes 4 (cuatro) días la temperatura del hormigón no deberá ser menor de 5°C.

El Constructor será enteramente responsable por la protección del hormigón colocado en tiempo frío y cualquier hormigón dañado debido al tiempo frío será retirado reemplazado por cuenta del Constructor.

c. Vaciado Del Hormigón En Tiempo Cálido

La temperatura de los agregados, agua y cemento será mantenida al más bajo nivel práctico. La temperatura del cemento en la hormigonera no excederá de 50°C y se debe tener cuidado para evitar la formación de bolas de cemento.

La subrasante y los encofrados serán totalmente humedecidos antes de colocar el hormigón.



La temperatura del hormigón no deberá bajo ninguna circunstancia exceder de 32°C y a menos que sea aprobado específicamente por la fiscalización, debido a condiciones excepcionales, la temperatura será mantenida a un máximo de 27°C.

Un aditivo retardante reductor de agua que sea aprobado será añadido a la mezcla del hormigón de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se deberá exceder el asentamiento de cono especificado.

### Consolidación

El hormigón armado o simple será consolidado por vibración y otros métodos adecuados aprobados por el ingeniero Fiscalizador. Se utilizarán vibradores internos para consolidar hormigón en todas las estructuras. Deberá existir suficiente equipo vibrador de reserva en la obra, en caso de falla de las unidades que estén operando.

El vibrador será aplicado a intervalos horizontales que no excedan de 75 (setenta y cinco) cm., y por períodos cortos de 5 a 15 segundos, inmediatamente después de que ha sido colocado. El apisonado, varillado o paleteado será ejecutado a lo largo de todas las caras para mantener el agregado grueso alejado del encofrado y obtener superficies lisas.

### Curado del hormigón

El contratista deberá contar con los medios necesarios para efectuar control de humedad, temperatura, curado, etc. del hormigón, especialmente durante los primeros días después del vaciado, a fin de garantizar un normal desarrollo del proceso de hidratación del cemento y de la resistencia del hormigón.

### Especificaciones

El curado del hormigón podrá ser efectuado siguiendo las recomendaciones del comité 612 del ACI. De manera general podrán utilizarse los siguientes métodos: esparcir agua sobre la superficie endurecida, utilizar mantas impermeables de papel o plástico que reúnan las condiciones de las especificaciones ASTM C-161, emplear compuestos líquidos que formen una membrana sobre la superficie del hormigón y que satisfaga las especificaciones ASTM C-309, recubrir las superficies con capas de arena que se mantengan humedecidas.

Curado con Agua. Los hormigones curados con agua deberán ser mantenidos húmedos durante el tiempo mínimo de 14 días. El curado empezara tan pronto como el hormigón haya endurecido para prevenir cualquier daño que pudiera ocasionar el humedecimiento de su superficie y, continuamente hasta completar el tiempo especificado de curado o hasta que sea cubierto de hormigón fresco.

El hormigón se mantendrá húmedo, recubriéndolo con algún material saturado en agua o por un sistema de tubos perforados, rociadores mecánicos, mangueras porosas o



cualquier otro método que mantenga húmeda la superficie continuamente. Los encofrados que estuvieren en contacto con el hormigón fresco también deberán ser mantenidos húmedos.

### **Medición y Forma de Pago**

El hormigón será medido en m<sup>3</sup> con 1 decimal de aproximación. Determinándose directamente en obra las cantidades correspondientes.

### **Conceptos de trabajo**

Las obras de hormigón se liquidarán de conformidad a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Hormigón Simple 210 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Hormigón Simple 140 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>
Hormigón Simple 180 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>

### **8.5.1.6 ENLUCIDOS**

#### **Definición**

Se entiende por enlucidos, al conjunto de acciones que deben realizarse para poner una capa de mortero de arena cemento en paredes, tumbados, columnas, vigas, etc., con objeto de obtener una superficie regular uniforme, limpia y de buen aspecto.

Se entenderá por impermeabilización el conjunto de procesos constructivos, que darán a ciertas estructuras la condición de ser impenetrables al agua y a otros fluidos Se ejecutarán mediante enlucidos a los que se incluirá aditivos hidrófugos de reconocida calidad y su uso estará supeditado a la previa aprobación del ingeniero Fiscalizador. La dosificación se sujetará a las especificaciones que para este fin recomiende la casa productora del aditivo.

#### **Especificaciones**

Se utilizara una dosificación de mortero plástico 1:2:10 más impermeabilizante (químico), en tres capas compuestas de mortero 1:2 la primera de 1/2 cm, la segunda de 2 cm. y la tercera de 1/2 centímetro de mortero plástico.

Deben enlucirse las superficies de ladrillo, bloques, piedras y hormigón en paredes, columnas, vigas, dinteles Su localización consta en los planos respectivos.

Se debe limpiar y humedecer la superficie antes de aplicar el enlucido, además deben ser ásperas y con un tratamiento que produzca la adherencia debida.



Las superficies obtenidas deberán ser perfectamente regulares, uniformes, sin fallas, grietas, o fisuras y sin denotar despegamiento. Las intersecciones de dos superficies serán en líneas rectas o en acabados tipo medias cañas, perfectamente definidos, para lo cual se utilizarán guías, reglas y otros, deben ir nivelados y aplomados.

La unidad de medida para enlucidos con los diferentes morteros será el m<sup>2</sup> y la cantidad total de obra será estimada con un decimal de aproximación.

Para la ejecución de tanques de ferrocemento el mortero empleado será según lo establecido en el numeral 2.11, y se pagará por metros cúbicos.

Son pertinentes las especificaciones 1.26.0.0 y 1.29.0.0 de la S.S.A.

Mortero es la mezcla homogénea de cemento, arena y agua en proporciones adecuadas, en algunos casos se incluyen aditivos.

Se emplearán morteros 1:2 + Impermeabilizante en los interiores de los tanques y/o donde se señalen en los planos.

Mortero 1.5 se empleará en áreas exteriores visibles.

Para la preparación de enlucidos se emplearán los morteros anteriormente señalados.

### **Medición y Forma de Pago**

Las dimensiones serán determinadas en obras, en metros cuadrados. El pago se liquidará al precio establecido en el Contrato.

### **Conceptos de trabajo**

Los trabajos de enlucido se liquidarán al siguiente concepto de trabajo.

DESCRIPCION	UNIDAD
Enlucido 1:2 + Impermeabilizante	m <sup>2</sup>
Enlucido con mortero 1:3	m <sup>2</sup>

#### **8.5.1.7**

#### **8.5.1.8 MORTERO PARA ESTRUCTURAS DE FERROCEMENTO**

##### **Definición**

Se entiende por mortero a la argamasa de cemento arena y agua utilizada para unir mampostería o como parte estructural de las estructuras de ferrocemento.

##### **Especificaciones**

Se utilizará mortero 1:2 (Cemento: Arena) para las construcción de las estructuras de ferrocemento, de ser el caso, la dosificación de aditivos se sujetará a las especificaciones



de la casa productora del aditivo. Los materiales a utilizar deberán ser de buena calidad y limpios, la arena no deberá tener finos plásticos ni partículas extrañas como madera o sólidos de cualquier tipo.

### **Medición y Forma de Pago**

La medición se realizará en obra y de acuerdo a las líneas o niveles especificados en los planos y/o a lo indicado por Fiscalización, el pago será de acuerdo al tipo de mortero a utilizar y por metros cúbicos.

### **Conceptos de trabajo**

Los trabajos de colocación de morteros se liquidarán de acuerdo al siguiente concepto de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Mortero Cemento: Arena 1:2 con impermeabilizante	m3

### **8.5.1.9 DOBLADO Y COLOCADO DEL ACERO DE REFUERZO.**

#### **Definición**

Se entenderá por colocación de acero de refuerzo el conjunto de operaciones necesarias para cortar, formar, doblar, formar ganchos y colocar las varillas de acero de refuerzo utilizadas para la formación de hormigón armado.

#### **Especificaciones**

El constructor suministrará todo el acero de acuerdo a la cantidad y a la calidad estipulada en los planos. Estos materiales serán nuevos y aprobados por la Fiscalización.

El acero usado o instalado por el Constructor sin la respectiva aprobación de la Fiscalización será rechazado, retirado de la obra y reemplazado por el acero adecuado

Colocación del hierro estructural.

El acero de refuerzo deberá ser enderezado en forma adecuada, previamente a su empleo en las estructuras.

El hierro estructural para ser colocado en obra debe estar libre de escamas, grasa, arcilla, oxidación, pintura o cualquier materia extraña que pueda reducir o destruir la adherencia.

Todo hierro estructural una vez colocado en obra, llevará una marca de identificación que concordará con aquellas establecidas en los planos estructurales.

Todo el hierro estructural será de las dimensiones establecidas, doblado en frío, colocado en obra, como se especifica en los planos estructurales. Los estribos u otros hierros que



estén integrados con otra armadura, serán debidamente asegurados con alambre negro N° 16 en doble lazo, los extremos del cual serán colocados hacia el cuerpo principal del hormigón a fin de prevenir cualquier desplazamiento.

El límite de fluencia del hierro será de  $f'c= 4200 \text{ Kg/cm}^3$ . Medición y pago. No se verterá hormigón antes que la Fiscalización haya inspeccionado, verificado y aprobado la colocación de acero de refuerzo.

Para realizar análisis de la calidad del acero de refuerzo, este será muestreado por el Constructor, siguiendo las normas INEN y bajo la supervisión de la Fiscalización, en la fuente del suministro, en el lugar de distribución o en el sitio de las obras. Si la Fiscalización decide realizar un muestreo en fábrica o en el lugar de la distribución, el Constructor notificará por lo menos con 15 días hábiles de anticipación el lugar y la fecha de embarque, a fin de que la Fiscalización tenga tiempo suficiente para realizar el muestreo. La Fiscalización verificará los resultados de los ensayos, sobre muestras escogidas, en un laboratorio de ensayos calificado o autorizado por el INEN.

### Medición y Forma de Pago

La colocación de acero de refuerzo se medirá en kilogramos con aproximación de un decimal.

Para determinar el número de kilogramos de acero de refuerzo colocados por el Constructor, se verificará, el acero colocado en obra con la respectiva planilla de corte del plano estructural.

### Conceptos de Trabajo

La colocación de acero de refuerzo se pagará al Constructor a los precios unitarios estipulados en el contrato de acuerdo con alguno o algunos de los conceptos de trabajo siguientes:

DESCRIPCION	UNIDAD
Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)	Kg

#### 8.5.1.10 MAMPOSTERÍA

Es la unión de mampuestos por medio de morteros. Los mampuestos son bloques de forma y tamaños regulares y pueden ser piedras, ladrillos y bloques.

#### Especificaciones:

Mampostería de bloque hueco (40\*20\*10 cm): aplicable a muros de plantas arquitectónicas acotadas a 10 cm. Se asentarán los ladrillos y bloques con su dimensión



longitudinal perpendicular al eje del muro. Las piezas humedecidas se colocarán humedecidas en hiladas continuas, con sus juntas verticales alternadas.

Los ladrillos y bloques se asentarán sobre un tendel de mortero con una mezcla de una parte de cemento Portland y seis de arena (1:6), generalmente es de mayor espesor que el que se desee usar en las demás juntas horizontales, normalmente entre 10 y 15 mm.

#### Mampostería de piedra

Las rocas para mampostería serán sólidas y duraderas, libres de defectos y de partes desgastadas o descompuestas.

Para la cara vista en mampostería de piedra, las piedras serán del tipo molón, no tendrán bordes redondeados, ni serán rebajadas a cincel, aunque se permitirá usar una cantidad moderada de herramientas para rebajar grandes protuberancias.

Las piedras mostrarán una cara no menor de 100 cm<sup>2</sup> y no mayor de 1250 cm<sup>2</sup> en área, y ninguna será menor de 125 mm de asiento; éstas serán seleccionadas para dar una distribución más pareja de piedras grandes y pequeñas.

#### Conceptos de trabajo

Los rubros se pagarán de acuerdo a los siguientes códigos:

DESCRIPCION	UNIDAD
Mampostería de Piedra con mortero 1:3	m3
Mampostería de Bloque de concreto 10x30x33	m2

#### 8.5.1.11 PUERTA DE MALLA PARA CERRAMIENTO

##### Descripción

Para el ingreso a los diferentes componentes del sistema de agua potable se colocarán puertas de malla junto a los cerramientos.

##### Especificaciones

Para las puertas de malla se utilizará el mismo tipo de malla que para el cerramiento. Y la estructura soportante de la puerta se elaborará con tubo de hierro galvanizado de 2". Los detalles estructurales se indican en los planos.

##### Medición y Forma de Pago

Los pagos serán realizados de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, la unidad de medida para este rubro será el metro cuadrado.

##### Conceptos de trabajo



La colocación y suministro de las puertas de malla hexagonal se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Sum,-Ins, Puerta de Malla para cerramiento	m2

### 8.5.1.12 CANDADOS

#### Descripción

Los candados se colocarán en las puertas metálicas y de malla para impedir el acceso de particulares a los diferentes componentes del sistema.

#### Especificaciones

Estos serán de hierro galvanizado de forma que resistan la intemperie.

#### Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad u, debidamente cuantificado y aprobado por el fiscalizador.

#### Conceptos de trabajo

Los trabajos de suministro de candados se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Sum, Candado de 40 mm	u

### 8.5.1.13 TAPAS METALICAS

#### Definición

Estas tapas impedirán el acceso de particulares, animales, elementos ajenos a los diferentes componentes del sistema como son los tanques de entrada de bocatomas, tanques de carga, cajas de válvulas, etc.

#### Especificaciones

Se instalarán tapas de tool de espesor 1/8" con las dimensiones y refuerzos que señalen el plano. Contará con los mecanismos apropiados que garanticen la seguridad de las obras cuyo ingreso estará controlado por dicha tapa. Deberá estar cubierta con pintura de esmalte con un mínimo de tres capas.

#### Medición y Forma de Pago

Se pagará por unidad u, debidamente cuantificado y aprobado por el fiscalizador.



## Conceptos de trabajo

Los trabajos de suministro e instalación de tapas de tool se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Sum,-Ins, Tapa metálica	m2

### 8.5.1.14 TUBOS DE HIERRO GALVANIZADO PARA CERRAMIENTO

#### Descripción

Estos tubos se colocarán dentro de la mampostería de piedra del cerramiento para luego anclar la malla de cerramiento en ellos.

#### Especificaciones

Se utilizará tubería de hierro galvanizado de 2" de diámetro, esta se encontrara embebida dentro de la mampostería de piedra del cerramiento.

#### Medición y Forma de Pago

Los pagos serán realizados de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, la unidad de medida para este rubro será el metro lineal.

#### Conceptos de trabajo

Los trabajos de suministro e instalación de los tubos de HG para cerramientos se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Sum,-Ins, Malla de cerram, 50/12 h=1,5 con tubo poste 2"	m

## 8.6 ESPECIFICACIONES DE LÍNEAS DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN.

### 8.6.1.1 EXCAVACIÓN DE ZANJAS.

Se entenderá como excavación de zanjas las que se realicen según el proyecto para colocar las tuberías de líneas de conducción o redes de agua potable, incluyendo las operaciones necesarias para compactar o limpiar el replantillo y taludes de las mismas, la remoción del material producto de las excavaciones, colocación adecuada y la conservación de dichas instalaciones por el tiempo que se requiera para la instalación satisfactoria de la tubería. Incluyendo igualmente las operaciones que deberá efectuar el



constructor para aflojar el material manualmente o con equipo mecánico previamente a su excavación, cuando se requiera.

### **Especificaciones**

Trabajos que debe realizarse el Contratista adquirirá todos los materiales y mano de obra, herramientas, plantas y equipos requeridos para la excavación y relleno de zanjas, para las tuberías de distribución, interconexiones, así como las piezas especiales, válvulas de compuerta, conexiones de servicio y para la limpieza y evacuación de los materiales excavados sobrantes; todo esto de acuerdo con los planos confeccionados para el objeto, de manera que el trabajo quede completo y listo para la operación.

Planos. La localización y detalles de las tuberías de distribución, interconexiones, están indicados en los planos respectivos.

Zanjas. Se excavarán las zanjas de acuerdo con las alineaciones y gradientes necesarias. La profundidad se ceñirá a lo indicado en los perfiles longitudinales. Los tramos de zanja entre dos pozos consecutivos, seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.

Antes de excavar la zanja en una cuadra, deberán considerarse los diámetros de las tuberías que vayan en cada una de las interconexiones, para determinar la profundidad de dicha excavación.

La profundidad de la zanja será de 0,50 m, para tuberías diámetro 32 mm y 25 mm.

Las zanjas para tuberías que lleven agua a baja presión deberán ser excavadas a una profundidad suficiente para asegurar, después de la consolidación del relleno, una profundidad mínima normal de cubierta de 1 m, medido desde la superficie del terreno al tope de la tubería; donde se requiera que la tubería sea colocada a una profundidad que no permita que esta condición sea satisfecha, la tubería será protegida como se indica en los planos o como proponga el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador.

Ancho de las zanjas. El ancho de la zanja será lo suficientemente amplio de forma que permitirá el libre trabajo de los obreros colocadores de tubería.

El ancho mínimo libre de obstrucciones de las zanjas para tuberías de agua, deberá ser 0,50 m, con excepción de los sitios donde haya enchufes o proyecciones para conexiones.



Tabla 32. Ancho de zanjas según el diámetro

<b>SEGÚN EL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA DIÁMETRO DE TUBERÍAS (mm)</b>	<b>ANCHO DE ZANJAS (m)</b>
32-40-50	0.50
63-90-110	0.60
150-200-250-300	0.70
350-400	0.80
450	0.90
500-550	1.00
600	1.10
700-1000	1.80

Fuente: Instalaciones de Tuberías

Elaborado: Autor

Fondo de la zanja. El fondo de la zanja se la emparejara mediante el uso de una regla de igual longitud que los tramos de tubería o piola extendida, de manera que los extremos de tramos contiguos queden centrados.

El fondo de la zanja deberá hallarse limpio y libre de piedras y terrones, de modo que los tubos se apoyen uniformemente sobre el suelo en toda su longitud.

Cuando el fondo de la zanja sea rocoso, se excavara hasta una profundidad mínima de 8 cm. Por debajo del nivel requerido y luego se la rellenara con tierra o arena perfectamente apisonada, hasta el nivel fijado.

Extracción del agua de las zanjas. Durante todo el periodo de trabajo, se mantendrán las zanjas secas, excepto durante lluvias excepcionalmente fuertes.

El agua proveniente de las zanjas será dispuesta en tal forma que no ocasione daños a la salud pública ni a las propiedades públicas o privadas, ni tampoco al trabajo que se halle en proceso.



## Medición y Forma de Pago

Los pagos serán realizados de acuerdo a los precios estipulados en el contrato, la unidad de medida para este rubro será el metro cubico.

## Conceptos de trabajo

Los trabajos de excavación se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Excavación a mano en Suelo sin clasificar, Profundidad entre 0 y 2 m	m3
Excavación a mano en Terreno Conglomerado, Profundidad entre 0 y 2 m	m3
Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 a 2 m de profundidad,	m3
Excavación mecánica en suelo conglomerado de 0 a 2 m de profundidad,	m3

### 8.6.1.2 PRUEBA HIDROSTÁTICA Y DE ESCAPE.

#### Especificaciones:

El Contratista comprobar las diversas unidades en la línea, incluyendo tubería, válvulas, anclajes en los accesorios y la impermeabilidad de la línea.

El Contratista notificara al Fiscalizador, con 48 horas de anticipación como mínimo, cualquier prueba que se va realizar en una sección de tubería.

El Contratista facilitara bombas, manómetros, calibradores, etc., y todo lo necesarios para llevar a cabo todas las pruebas requeridas por el Fiscalizador.

Las Pruebas hidrostática y de escapes se realizaran cumpliendo las siguientes especificaciones como se indica a continuación:

Redes de distribución: se realizaran pruebas en tramos de 50 a 100 m de longitud de tubería instalada.

Líneas de conducción: se realizarán pruebas en tramos no mayores a 500 m de longitud de tubería instalada.

Se proveerá de dos piezas para los extremos, que serán usadas como tapones de la tubería, de esta manera serán aisladas de las otras tuberías que ya fueron aprobadas.

Las piezas instaladas en los extremos del tramo de tubería a probarse deben ser apuntaladas de tal manera que no cause ningún daño a la tubería. La presión de prueba a la que se someterá la tubería será igual al 150% de la máxima presión hidrostática que



vaya a resistir el sector a probarse, en todo caso no será menor que la presión nominal de trabajo de la tubería.

La tubería se la llenará con agua 24 horas como mínimo antes de efectuar la prueba, y esta tendrá una duración mínima de una hora.

Todas las tuberías, accesorios y válvulas descubiertas serán revisados cuidadosamente durante la prueba y aquellas uniones que presentaren signos visibles de escape, se las hará reajustar.

El Contratista abrirá de nuevo la zanja, a su costo, para reparar cualquier escape.

La prueba de escape (duración mínima: dos horas), será efectuada luego de que la prueba hidrostática se haya completado satisfactoriamente.

Además de las pruebas en secciones separadas, a su terminación, todas las líneas serán probadas en conjunto o en partes, en forma similar a lo indicado. Las pruebas no serán permitidas contra una válvula cerrada.

Las tuberías principales serán esterilizadas con una solución de cloro de al menos 50 mg/l, después de probarse y limpiarse.

### **8.6.1.3 INSTALACIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS**

#### **Definición**

Conjunto de operaciones para conectar la tubería de la red de distribución de agua potable, hasta la caja del medidor. Comprenderá algunas o todas las operaciones siguientes: inserción de la conexión en la tubería de la red, instalación de tubería de PVC, de válvulas de paso, y del medidor.

La instalación se hará de acuerdo a los planos tipos, en forma simultánea, hasta donde sea posible, a la instalación de la tubería de la red de distribución de agua potable.

Los diámetros de las conexiones domiciliarias serán de 1/2". Todos los materiales que se utilicen deberán llenar los requisitos que señala la especificación pertinente.

Se deberán adoptar las medidas siguientes: las conexiones domiciliarias partirán de las matrices de agua potable mediante tees reductoras y accesorios adecuados dependiendo de diámetro de la matriz, luego de esto la conexión proseguirá con tubería de PVC Roscable de 1/2" hasta el medidor, todo la instalación deberá ser aprobada por el ingeniero supervisor y el fiscalizador de la obra.

Se medirán por unidades. El número se determinará en obra. No incluye la tubería de PVC.

Medidor



La presente sección establece los requisitos que deben cumplir los medidores de caudal, de tipo de velocidad, para conducciones domiciliarias de agua fría.

Se considera como apropiado a las condiciones locales los medidores de choro múltiple.

Los materiales empleados para la fabricación de las partes en contacto con el agua deberán ser resistentes a la corrosión, no tóxicos, ni contaminantes.

Todas las partes componentes de los medidores tales como, superficies de rozamiento, engranajes, roscas, ejes de transmisión, deberán tener un acabado que reduzca el rozamiento y mantenga en funcionamiento preciso del aparato. Para superficies exteriores deberá tener una buena apariencia.

### **Medición y Forma de Pago**

Su medición y pago se lo realizará por unidad instalada.

### **Conceptos de trabajo**

Los trabajos de instalación de domiciliarias se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Sum,-Ins, Collarin D=32 mm x 1/2" (Especif. Normas Internacionales)	u
Sum, Adaptador PVC/HG D=20 mm a 1/2"	u
Sum, Neplo HG D=1/2"	u
Sum,-Ins, Llave de corte D=1/2"	u
Sum,-Ins, Medidor de Agua potable D= 1/2"	u
Sum,-Ins, Llave de paso D=1/2"	u

## **8.7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS**

### **8.7.1.1 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE PRESIÓN**

#### **Definición**

La presente especificación tiene por objeto establecer las condiciones técnicas que deberán ser cumplidas por los materiales a ser utilizados en la construcción de las conducciones y redes de distribución de agua Accesorios tales como cruces, tés, reductores, etc. Podrán ser de PVC, AL o HF indistintamente, siempre que cumplan con las especificaciones de esta sección.

El Contratista suministrará los accesorios y piezas especiales requeridos de conformidad con los planos correspondientes y las especificaciones técnicas de este estudio.



En caso de que se pretenda suministrar accesorios similares a los recomendados, se proveerá información suficiente que permita al Fiscalizador determinar su utilidad o no para el fin propuesto.

Se preferirán piezas y accesorios de marcas que hayan demostrado su eficiencia en operación en sistemas en funcionamiento por un período no menor a cinco años; el Contratista garantizará las piezas y accesorios contra fallas o diseño inadecuado, defectos de mano de obra y/o materiales de ensamblaje, y cualquier característica que dificulte el buen funcionamiento de los mismos, para lo cual debe asegurarse sobre la compatibilidad entre las tuberías, accesorios y más componentes del sistema.

Las piezas y accesorios deben ser completamente nuevos y permitir su operación con un mínimo de atención. Se deben proveer los lubricantes y repuestos que se necesiten durante el período de prueba anterior a su aceptación definitiva, y las herramientas, instrumentos, accesorios y manuales que permitan su adecuada operación y mantenimiento futuros.

Todas las superficies de acero o hierro deberán ser pintadas con pintura anticorrosiva o con un esmalte de alta calidad que sea aceptado por la Fiscalización. Se puede utilizar pintura base del tipo Cook 391-R-259 Colorocon Barrier-Coat, Móvil 13 R-50 Chromax Q.D. Primer, o similares para superficies de hierro o acero, y del tipo Houghton Rust Veto-344 o similares para las superficies no ferrosas trabajadas a máquina. Son pertinentes las Especificaciones de la 2.44 a la 2.48 y las 2.190, 2.74 y 2.77 de la S.S.A.

#### Obligaciones del Proveedor

- El proveedor de los mismos deberá cumplir con las siguientes obligaciones, en lo referente a materiales:
- Envío de catálogos para aprobación
- Ensayos y pruebas conforme lo especificado, que contaren con la presencia de dos técnicos de la Fiscalización.
- Transporte y seguro de transporte desde la fábrica hasta la bodega de la Municipalidad o de la obra (según se indique). El seguro de transporte deberá cubrir también la operación de carga y descarga de los mismos.
- Instrucciones para almacenamiento y cuidado en el caso de que alguno (s) de los materiales necesite condiciones especiales para almacenamiento.
- Instrucciones necesarias para el montaje e instalación de los materiales en la obra.
- Piezas y herramientas especiales, de uso temporal durante el transporte, montaje y ensayos.

#### **8.7.1.2 TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE HIERRO GALVANIZADO (HG)**

##### **Descripción**



Las tuberías de hierro galvanizado estarán construidas por hierro maleable, que es un material intermedio entre el hierro fundido corriente y el acero. La protección contra la corrosión se efectuará mediante el proceso de galvanizado. Los accesorios de HG igual que las tuberías estarán construidas por hierro maleable, y la protección contra la corrosión se efectuará mediante el proceso de galvanizado. Estos accesorios estarán compuestos por uniones, tees, codos, tapones, reductores, etc.

### **Especificaciones**

La protección de la superficie tanto exterior como interior de los tubos y accesorios deberán tener una capa homogénea de zinc que los cubrirá completamente, y no presentará ningún poro; por el proceso de la inmersión deberán tener un depósito de zinc de 10 gr/m<sup>2</sup>., equivalente a un espesor de 0.085mm; las obtenidas por hidrólisis, deberán tener 325 gr/m<sup>2</sup>, equivalente a 0.04527 mm de espesor.

Para tubos con diámetro menor o igual a 38 mm el diámetro exterior en cualquier punto no sufrirá variaciones mayores de 0.34 mm en más, ni mayor de 0.8 mm en menos del especificado; para tubos de diámetro nominal igual o mayor a 50 mm el diámetro exterior del tubo no variará ni en más ni en menos del 1 % (uno por ciento) del diámetro especificado. Las longitudes del tubo para usos generales estarán comprendidas entre 5.0 y 7.0m

Cada tubo y accesorio de HG deberá estar roscado en sus extremos de tal manera que el número de hilos por cada 25.4 mm corresponda a la especificación de piezas estándar. Cada tubo deberá ser razonablemente recto y exento de rebabas en las partes roscadas, así como de rugosidades.

Estas tuberías y accesorios deberán cumplir con las Especificaciones: ASTM A.197 y con las especificaciones de piezas estándar; cuya resistencia a la presión hidráulica interna puede llegar de 125 a 175 lb/pul<sup>2</sup> (8.8 a 12.18 Kg/cm<sup>2</sup>).

### **Instalación de Tuberías y Accesorios**

En general se tendrá especial cuidado en las operaciones de carga, transporte, descarga y almacenamiento de las tuberías y accesorios, para evitar choques, golpes y acciones climatológicas que pudieran afectar su funcionalidad. Particularmente, para las tuberías de y los accesorios de HF, que son frágiles, se debe evitar dejarlos caer y utilizar los medios mecánicos convenientes para su movilización. Previamente a su instalación, al ser recibidos en bodega y al ser puestos en el sitio de trabajo, las tuberías y accesorios serán inspeccionados para detectar cualquier avería producida durante el transporte, y en caso necesario deberán ser adecuados o reemplazados para su utilización segura.

Las tuberías se colocarán mediante el sistema de apoyo continuo, es decir toda la superficie del tubo debe asentarse sobre la rasante del fondo de la zanja. Se seguirá una



alineación rectilínea, inclusive cuando el proyecto prevea la curvatura de la tubería utilizando el ángulo de deflexión que permite la junta. Esta curvatura se dará solamente una vez que se haya terminado el montaje de la junta, para lo cual se respetará el ángulo máximo de deflexión recomendado por el fabricante. En estos casos, podrá requerirse ensanchar la zanja en el lado extremo de la curva.

Para bajar las tuberías a la zanja, dependiendo de su diámetro y material, se exigirá la utilización de herramienta apropiada, tal como taclees y cadenas. Podrán utilizarse sogas cuando el peso de la tubería lo permita. Tuberías más livianas podrán bajarse manualmente, pero nunca arrojándolas desde el borde de la zanja.

En los puntos donde se instalen accesorios, se construirán anclajes de hormigón simple (pequeños) o ciclópeo (grandes), respetando la forma y dimensiones indicadas en los planos y las especificaciones del hormigón dadas en los documentos de la S.S.A. mencionados en la Sección 1 de este trabajo.

Las pruebas de presión de la tubería instalada se harán de conformidad con lo señalado en la sección 2.21 de las Especificaciones Técnicas de la S.S.A. En particular, se realizarán obligatoriamente las pruebas de presión y las que considere necesarias el Fiscalizador. El Contratista proveerá los equipos, materiales y mano de obra requeridos para la realización de las pruebas. En el caso de que las pruebas indiquen tuberías o accesorios defectuosos, éstos deberán ser reemplazados por el Contratista sin que ello sea motivo de pago adicional. En el caso de que las pruebas sean satisfactorias, el Fiscalizador dejará constancia escrita de este resultado y aprobará el planillaje de los rubros correspondientes. Entonces, se podrá proceder al anclaje, catastro y relleno definitivos de las tuberías y zanjas respectivamente.

La prueba de presión puede realizarse bajo las siguientes directrices:

No iniciar la prueba antes de que hayan transcurrido 24 horas desde que fue instalado el último tramo de tuberías a ser probado.

No probar tramos de una longitud mayor a 500 m.

Usar una presión de prueba mínima igual a 1.125 veces la presión de trabajo (Pt) de la tubería, la cual será controlada mediante uno a varios manómetros contrastados.

Se llenará de agua la tubería desde la parte baja y se purgará el aire contenido dentro de ella mediante válvulas instaladas en las partes altas, verificando la continuidad hidráulica antes de aplicar presión.

Se hará subir la presión en la tubería a una velocidad inferior a 1 kg/cm<sup>2</sup> por minuto.



Alcanzada la presión de prueba se cortará la entrada de agua y se mantendrá la tubería en esta situación durante 15 minutos. La prueba será satisfactoria si el manómetro no alcanza un descenso superior a  $(0.1125 \text{ Pt}) ^ 0.5$ .

Cuando ocurran fugas, deberán ser revisadas las juntas de tubos y accesorios. Si las porciones defectuosas no pueden ser ubicadas ni corregida la falla, se dividirá el tramo en subtramos, procediendo a levantarse los subtramos en los cuales no se puede conseguir pruebas satisfactorias.

Luego de terminado satisfactoriamente una prueba de presión y antes de procederse al relleno final de la zanja, se instalarán las conexiones domiciliarias. Debe tenerse mucho cuidado en la ejecución de las instalaciones domiciliarias, en donde por lo general se presentan en el futuro puntos de fuga de agua. Se utilizará herramienta apropiada para la instalación de los accesorios y se observarán las recomendaciones anteriores respecto de la excavación y el relleno, de tal forma que los tubos de ramificación no queden sujetos a esfuerzos anormales.

Una segunda prueba de presión será realizada cuando se hayan terminado de hacer las instalaciones domiciliarias del tramo, para lo cual se dejarán visibles los puntos de toma en las matrices y las juntas por accesorios en el ramal domiciliario, procediéndose solamente a un relleno parcial de las zanjas. Esta segunda prueba será ejecutada de igual manera que la primera, pero se alcanzará una presión máxima de 5.0 kg/cm<sup>2</sup>.

Antes de poner en servicio las tuberías de la red se procederá a desinfectarlas mediante una solución de cloro, tal como lo indica la sección 2.21 de las Especificaciones Técnicas de la S.S.A.. Al final se realizará un lavado y enjuagado de los tubos, utilizando para ello las válvulas de purga de la red o las válvulas de limpieza de los tanques rompe presiones.

Tramos cortos

Los tramos cortos a utilizarse en las diferentes estructuras serán de HG, de diferentes longitudes de acuerdo a lo especificado en los planos. Deberán ser roscados en sus extremos y cumplir con las especificaciones dadas anteriormente para las tuberías de HG.

### **Medición y Forma de Pago**

Los costos de pruebas en campo de las tuberías previa la autorización definitiva del relleno se incluirán en los costos indirectos.

Suministro e instalación de varios tipos de accesorios de HG, PVC, en varios diámetros, en unidades.

El pago se realizará aplicando los precios unitarios constantes en el Contrato.



## Conceptos de trabajo

Los trabajos suministro e instalación tubería y accesorios de HG se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

Descripción	Unidad
Accesorios Para Instalación	Global

### 8.7.1.3 TUBERÍAS DE PRESIÓN DE CLORURO DE POLIVINILO PVC.

#### Definición:

Esta especificación se refiere al suministro de tuberías de presión de PVC. Toda tubería y elemento a suministrarse bajo esta alternativa, cumplirá con los requisitos de las siguientes normas: AWWAC-900 "Polyvinyl Chloride (PVC) Pressure Pipe 4 In. Through 12 In. For Water" A STM D2241 "Standard. Specification for Polyvinyl Chloride (PVC) Plastic Pipe (SDR-PR)": y las siguientes Normas INEN 504. 506. 507. 508. 1333. 1367. 1368. 1369. 1371. 1372. 1373.

#### Especificaciones:

Materiales apropiados para agua potable. El material PVC empleado en la tubería y otros elementos, no deberán contener ingredientes que al desprenderse en el agua potable sean considerados tóxicos. El material PVC deberá ser aprobado y certificado como apropiado para su uso en redes de agua potable, según las normas INEN 1372 y 1373.

Tolerancias de fabricación. Los tubos serán de la mayor longitud que permita su diámetro.

Tolerancias y variaciones en cuanto a dimensiones y espesores cumplirán con las especificaciones AWWA. Designación C-90Ü. ASTM D 2241 ó INEN 1373. Sistemas de unión. Los sistemas de unión de los tubos entre sí o de estos con los demás accesorios de las conducciones, se harán mediante roscas en sus extremos para diámetros de tubería menores a 60 mm. Y para diámetros mayores podrán ser del tipo espiga campana, soldada o automática, con anillo de caucho para producir el sello hidráulico.

Las tuberías. Deberán ser de material homogéneo, sección circular, espesor uniforme, dimensiones y espesores de acuerdo con la Norma INEN 1373. La superficie cilíndrica interior de los tubos será lisa y uniforme. La tubería no deberá tener defectos tales como: abolladuras y aplastamiento.

Accesorios. Los accesorios para los diferentes tipos de tubería podrán ser de PVC, fabricados por moldes a inyección o a partir del tubo y su resistencia a la presión interna deberá ser como mínimo, igual a la de los tubos que conectan. Tubería de PVC Espiga-campana. Esta tubería está constituida por material técnico plástico compuesto de cloruro de POLIVINILO, estabilizantes, colorantes, lubricantes y exento de plastificantes. La



adición de estabilizantes deberá ser tal que garantice la imposibilidad de exceder los límites establecidos por las normas de calidad de agua.

Junta espiga-campana. Para efectuar este tipo de Junta, el diámetro interior de la campana corresponderá al diámetro exterior de la espiga. Esta unión podrá realizarse con pegante de presión, soldadura con solvente o al calor. Los pegamentos deberán tener características de aceptabilidad comprobada y de efectos no tóxicos para la salud.

La unión realizada con espiga-campana deberá garantizar un perfecto acople mecánico así como una adecuada impermeabilidad que evite las fugas de agua fuera de las normas establecidas.

Accesorios de PVC de campana. Consisten en codos, tes, cruces, reductores, adaptadores, uniones y tapones. Los diámetros interiores de los accesorios corresponderán a los diámetros exteriores de las tuberías, superficies internas y extremas serán lisas y libres de defectos. Los accesorios serán circulares, y sin achatamiento o alargamiento en sus diámetros. Los accesorios garantizarán una perfecta unión mecánica y una adecuada estanqueidad. Se designarán por sus diámetros nominales y deberán resistir las presiones especificadas para las tuberías, y cumplirán las normas INEN 1373.

#### **8.7.1.4 ACCESORIOS DE PVC PARA TUBERÍAS DE PRESIÓN**

##### **Definición**

Se entenderá por instalación de accesorios PVC para tuberías de agua potable, el conjunto de operaciones que deberá realizar el Constructor para colocar, según se indique en el proyecto, los accesorios que forman parte de los diferentes elementos que constituyen la obra.

##### **Especificaciones**

Las uniones, tramos cortos y demás accesorio (codos, tees, tapones, reducciones, etc.) serán manejados cuidadosamente por el Constructor a fin de que no se deterioren. Previamente a su instalación la Fiscalización inspeccionará cada unidad para verificar que no hayan sufrido daños durante su transporte al sitio de montaje. Las piezas defectuosas serán retiradas de la obra y no podrán emplearse en ningún lugar de la misma, debiendo ser reemplazadas a costo del Constructor.

Antes de su instalación, los accesorios deberán estar libres de tierra, exceso de pintura, aceite, polvo o cualquier otro material que se encuentre en su interior o en las uniones.

Simultáneamente al tendido de un tramo de tubería se instalarán los nudos de dicho tramo, colocándose tapones ciegos provisionales en los extremos libres. Los nudos estarán formados por las cruces, codos, reducciones y demás piezas especiales que señale el proyecto.



Junto con las tuberías ya instaladas, todas las piezas especiales se sujetarán a pruebas hidrostáticas según lo indicado para el caso de las tuberías.

Se deberá apoyar independientemente de las tuberías los accesorios al momento de su instalación para lo cual se apoyará o anclará estos de manera adecuada y de conformidad a lo indicado en el proyecto y/o las órdenes de Fiscalización.

### **Medición y Forma de Pago**

Todos los accesorios (codos, tees, tapones, etc.) se pagarán por unidad de acuerdo con los códigos establecidos en el presupuesto referencial.

#### **8.7.1.5 TUBO COLECTOR DE DREN**

##### **Definición**

Este tubo recolectara el agua captada por los drenes laterales en forma de espina de pescado, para luego conducirla fuera de la cimentación del tanque de reserva.

##### **Especificaciones**

Este tubo será del tipo sanitario de PVC 4" (110 mm), se unirá con yees de PVC tipo sanitario a 45° a los tubos perforados de los drenes.

### **Medición y Forma de Pago**

Se pagará por metro lineal, debidamente instalado y aprobado por la fiscalización.

### **Conceptos de trabajo**

Este rubro se pagará de acuerdo al siguiente código:

DESCRIPCION	UNIDAD
Drenes tubería PVC D=110 mm	m

#### **8.7.1.6 TUBERÍA PVC SANITARIA 200 MM PARA DESAGÜES Y LIMPIEZA**

##### **Definición**

Esta tubería se utilizará para conducir el agua resultante de la limpieza, desinfección y mantenimiento de los tanques rompe presión, tanques de empate de las aducciones y tanque de reserva.

##### **Especificaciones**

Este tubo será del tipo sanitario de PVC C/S (200 mm).

### **Medición y Forma de Pago**

Se pagará por metro lineal, debidamente instalado y aprobado por la fiscalización.



Conceptos de trabajo

Este rubro se pagará de acuerdo al siguiente código:

DESCRIPCION	UNIDAD
Sum, Tubería PVC para Alcant, U/E D=200 mm serie 5. Tipo B.	m

## 8.8 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES

### 8.8.1.1 CEMENTO

#### Especificaciones:

El Constructor suministrará con oportunidad el cemento a la obra en calidad y la cantidad necesaria.

El cemento será Portland Tipo 1 y no del tipo 1E y cumplirá todos los requerimientos con la norma ASTM C-150 de la última edición.

### 8.8.1.2 AGREGADOS

#### Especificaciones

La arena y la grava serán de banco natural o procedente de la trituración de piedras. Las operaciones incluyen la extracción del material en bruto del banco de préstamos, su acarreo a la planta de lavado y cribado incluye el suministro de agua necesaria y las operaciones para retirar el material de planta, colocarlo en bancos de almacenamiento y transportarlo para su utilización.

En el caso de obtención por trituración se incluye la extracción de la piedra, su fragmentación, su transporte a la trituradora, la clasificación, el almacenamiento temporal del material y su utilización.

La arena para la fabricación de hormigón y mortero, consistirá en fragmentos de roca duros de un diámetro no mayor de 5 mm. Estará libre de polvo, tierra, pizarras, álcalis, material orgánico, tierra vegetal, mica y otras sustancias perjudiciales.

### 8.8.1.3 AGUA

#### Especificaciones:

El agua a usarse tanto para el lavado de agregados como para la preparación de morteros u hormigones para el curado del hormigón será agua fresca, libre de toda sustancia que interfiera el proceso normal de hidratación del cemento. Se rechazará el agua que contenga sustancias nocivas- como aceites, ácidos, sale. ÁLCALIS, materia orgánica, etc. El Constructor presentará a la Fiscalización los resultados de los análisis físico-químicos del agua. Y de los ensayos de resistencia con morteros de cemento. Para la



aprobación del agua- la resistencia promedio obtenida será 95% ó más de la resistencia obtenida al prepararse el mortero con agua destilada. La especificación a utilizarse será la ASTM-C 109.

#### **8.8.1.4 PIEDRA PARA MAMPOSTERÍA**

##### **Especificaciones:**

La piedra para mampostería deberá ser de calidad aprobada y procedente de canteras o yacimientos, será sólida, resistente y durable, exenta de resquebrajamientos o rajaduras u otros defectos que perjudicaren su resistencia: libres de material vegetal, tierra u otros materiales objetables.

Toda piedra alterada por acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada- será rechazada. La piedra para mampostería será molón de calidad aprobada, deberá tener las caras planas y no presentara superficies redondeadas, deberá estar exenta de resquebrajamiento u otros defectos estructurales y no se emplearan aquellos desgastados o afectados por la intemperie.

Las piedras para mampostería no deberán tener depresiones o protuberancias que pudieren disminuir su resistencia o que impidan sean debidamente asentadas: la forma será tal que satisfaga los requerimientos arquitectónicos y estructurales de la mampostería especificada.

#### **8.8.1.5 BLOQUES**

##### **Especificaciones:**

Son mampuestos que se utilizarán para la construcción de paredes. Tendrán formas rectangulares y serán fabricados en base a dosificaciones de arena y cemento. Deben tener un coeficiente medio de rotura a la compresión de 45 Kg/cm<sup>2</sup>. Y para una muestra cualquiera un valor mínimo de 35 Kg/cm<sup>2</sup>, que se obtendrá con el área total del bloque sin descontar huecos.

Los bloques que se utilicen en mampostería no soportante pueden estar fabricados con dosificaciones arena, cemento y piedra pómez. Para que estos bloques puedan ser utilizados deben tener un coeficiente medio a la rotura 17.5 Kg/cm<sup>2</sup> y un valor mínimo de 15 Kg/cm<sup>2</sup> para muestra cualquiera, valores que se obtendrán trabajando con el área total del bloque.

#### **8.8.1.6 PINTURA.**

##### **Definición**

Trabajo de cubrir una superficie con una película de protección contra la intemperie.

##### **Especificaciones**



Todas las superficies que van a ser pintadas, deberán estar limpias, pulidas, secas y libres de polvo, suciedad, aceites o grasa. El trabajo se hará con el equipo, aparatos y materiales adecuados, dejando las superficies terminadas sin gotas, rayas, ondulaciones o marcas de pincel o brocha. Se deberá dejar pasar tiempo suficiente entre manos de pintura, de modo que se asegure un secado completo. Las superficies de hormigón y los muros enlucidos que se van a pintar deberán estar limpios y adecuados para dar buena adherencia.

Todas las obras de hierro serán prolijamente limpiadas con lija, recibiendo inmediatamente una mano de pintura anticorrosiva y por último dos manos de pintura de cubierta.

### **Medición y Forma de Pago**

La medición se realizará en obra y de acuerdo a las líneas o niveles especificados en los planos y/o a lo indicado por Fiscalización, el pago será de acuerdo al tipo de pintura empleado por metros cuadrados.

### **Conceptos de trabajo**

Los trabajos de pintura se liquidarán de acuerdo al siguiente concepto de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Preparado y pintado de superficie	m2

### **8.8.1.7 MALLAS ELECTROSOLDADAS**

#### **Definición**

Este material es una armadura prefabricada con aceros lisos o con resaltes, de alta resistencia, lista para ser colocada en el sitio de su uso final en la estructura.

#### **Especificaciones**

La malla electro soldada es producida con elementos de acero trefilado en frío, de un alto límite elástico.

Los aceros trefilados lisos cumplen con la especificación ASTM A82, que requiere en la sección 3.5.5 el código del INEN y en la sección 3.5.4.2 el ACI-318-83.

Los aceros con resaltes cumplen con las especificaciones ASTM A496 que requiere en la sección 3.5.7 el Código Ecuatoriano de la Construcción y en la sección 3.5.3.4 el Código ACI-318-83

El límite elástico convencional del acero es de 4200 Kg/cm<sup>2</sup>.



La suelda de los elementos debe ser controlada para garantizar la bondad y exactitud de la suelda y la distribución exacta de los aceros.

Las planchas tienen tamaño Standard de 6.25m x 2.40m y de 6.10m x 1.65m, o rollos dependiendo del tipo de ARMEX. El máximo es 2.40m.

Para las mallas los diámetros varían desde 3.00 mm hasta 10.00 mm con aumentos de 0.50 mm, y su forma puede ser cuadrada o rectangular dependiendo de su uso de acuerdo a especificaciones técnicas y contrato.

### Medición y Forma de Pago

La malla electro soldada que se emplee en las obras y su colocación se pagarán por metro cuadrado instalado de acuerdo a planos, y su unidad de medida será el m2 con aproximación a un decimal y se medirá las longitudes netas de la malla incluyendo traslapes.

### Conceptos de trabajo

La colocación y suministro de la malla electro soldada se liquidarán de acuerdo a los siguientes conceptos de trabajo:

DESCRIPCION	UNIDAD
Sum,-Ins, Malla electro soldada R257	m2
Sum,-Ins, Malla hexagonal 5/8	m2
Sum,-Ins, Malla electro soldada R158	m2

### 8.8.1.8 ALAMBRE GALVANIZADO

#### Descripción

El alambre galvanizado se colocará como refuerzo radial y circunferencial de la cúpula del tanque de ferrocemento.

#### Especificaciones

El calibre del Alambre Galvanizado será del No. 12, la colocación y espaciamiento se detallan en los planos estructurales del tanque de ferrocemento.

#### Medición y Forma de Pago

El alambre galvanizado se medirá y se pagará en kilos.

#### Conceptos de trabajo

La colocación y suministro de alambre galvanizado se liquidará de acuerdo al siguiente concepto de trabajo:



DESCRIPCION	UNIDAD
Sum,-Ins, Alambre galvanizado #12 en ferrocemento	kg

## 8.9 VÁLVULAS.

### Generalidades

Se requerirán en el proyecto válvulas de cierre y válvulas de aire. Las válvulas de diámetro nominal menor que 40 mm tendrán un cuerpo de bronce con extremos roscados y deberán sujetarse a lo dispuesto en las respectivas normas ISO o de la AWWA

Dispositivos que permiten el ingreso y salida de aire durante los procesos de llenado y vaciado de una tubería, así como la expulsión de aire acumulado en puntos altos de una tubería en operación.

Deberá tenerse especial cuidado de que las válvulas queden instaladas en posición vertical perfecta.

Se considera el suministro y la instalación de una válvula de aire que permita su purga en condiciones de operación normal, el ingreso y la expulsión de las cantidades de aire en vaciado y llenado de la tubería.

### Medición y Forma de Pago

Las válvulas se pagarán por unidad real suministrada, instalada y aprobada por la Fiscalización.

### Conceptos de trabajo

Los rubros se pagarán de acuerdo a lo siguiente:

DESCRIPCION	UNIDAD
Colocación Válvulas HF y bronce, D= 0 a 50 mm sin anclajes	u
Sum,-Ins, Válvula HF 63 mm	u
Sum,-Ins, Válvula Rw D=1 1/2"	u
Caja de válvula con tubo de Ho D=600 mm	u
Sum,-Ins, Válvula flotadora D=2" (Importada)	u
Sum,-Ins, Válvula Rw D=2"	u



## **8.10 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL FERROCEMENTO.**

El presente capítulo tiene por objetivo dar a conocer experiencias, recomendaciones y formas de construcción de tanques de agua potable con uso de ferrocemento.

A continuación trataremos los aspectos preliminares de la construcción como son:

a. Selección del terreno: El lugar donde se implantará el tanque de reserva de agua potable, debe ser de preferencia suelo firme, duro y seco con buena resistencia (1.5 Kg/cm<sup>2</sup>).

b. Preparación del área de cimentación.

Luego de haberse seleccionado el sitio de emplazamiento del tanque y estar completamente limpia toda el área de cimentación, a más de un área adicional para el movimiento del personal y movimiento de los materiales se hará lo siguiente:

### **Excavación.**

Se procederá a excavar el terreno superficial vegetal que no sea apto para cimentar el tanque, o también la excavación se la hará de acuerdo al nivel del proyecto. Se recomienda extraer como mínimo 30 cm de profundidad del suelo.

### **Señalización perímetro del tanque.**

Una vez que se ha nivelado y llegado a la cota de cimentación, se señalará una circunferencia con una cuerda, de radio igual a la del tanque a construirse, dejando como testigo una varilla en el centro del tanque para cualquier medición o comprobación.

### **Cimiento para pared.**

Teniéndose señalado el perímetro del tanque, bajo esta línea se excavará una zanja de 30 cm. De ancho (15 cm. a cada lado) y 30 cm. de profundidad para el cimiento de la pared. Estas zanjas se las rellenará con roca, grava y gravilla debidamente ajustadas hasta el nivel de cimentación.

### **Sumidero.**

Excavar un área de 40 cm. de lado por 20 de profundidad, distante 20 cm de la pared del tanque a Fin de poder recolectar las aguas y poder también ubicar puntos de salida a la red desagüe y desborde del tanque.

### **Drenaje**

En caso de que el terreno este sujeto a aportaciones de aguas de infiltración, superficiales o extrañas para evacuarlas, se tendrá que hacer un sistema de drenaje, el mismo que consistirá en hacer una excavación de 30 cm. de ancho por 30 cm. de profundidad, bajo el nivel de cimentación, tal como se indica en los planos. En obras de diámetro pequeño,



esta zanja se la rellenará con material granular y por ella evacuará las aguas; en otros casos, es necesario ubicar tuberías de desagüe perforadas en el interior, para lo cual se cuidará la pendiente de los ramales secundarios y principales a fin de que se evacuen sin ningún problema las aguas. La pendiente mínima será del 1%. Las zanjas se las rellenará hasta el nivel de cimentación debidamente compactada y la tubería principal de drenaje debe sobresalir del área de cimentación.

### **Empedrado.**

Se realizará un empedrado de 15 cm. con piedras bien colocadas, ajustadas firmemente y niveladas.

### **Fundición de piso**

Una vez que se tiene lista la base del tanque, se cubre el área excavada con una capa de 5 cm. De hormigón  $f'c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>. Marcar nuevamente la circunferencia del tanque sobre el hormigón fresco con una piola de largo igual a su radio interior, y sobre esta base colocar una capa de malla hexagonal de 5/8" dejando para traslape con la pared unos 20 a 30 cm. de largo.

### **Encofrado de pared.**

Se realizará cualquier tipo de encofrado circular interior de los descritos en capítulos anteriores del presente trabajo. Si se opta por hacer sectores de pared o utilizando tabla triplex en cualquiera de los casos el cajón de madera ubicado en el centro del tanque debe estar completamente fijo, para lo cual en el replanteo debe dejarse alambres o varillas para su sujeción en caso contrario debe fijarse con clavos.

Es importante dejar entre el encofrado de la pared y la primera capa de replantillo del piso, una abertura de 3 cm. aproximadamente para poder doblar y empotrar las varillas de la pared en el piso.

### **Colocación del refuerzo.**

Una vez terminado el encofrado circular, es procedente poner una delgada capa de aceite para encofrados, luego de lo que se ubicara las capas de mallas hexagonales interiores requeridas de acuerdo a la capacidad del tanque y del cálculo.

Estas capas deben estar bien tensadas y su traslape con las capas superiores deben ser simultaneas, nunca a la vez. Los traslapes se los realizaran en diferentes puntos, jamás el traslape inferior en el mismo punto del traslape superior.

De acuerdo con los cálculos, se colocará malla electro soldada para lo cual en la parte inferior se tendrá que romper la última varilla longitudinal a fin de que las varillas transversales puedan doblarse y anclarse al piso.



## 9 CAPITULO: MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### 9.1 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

Todos debemos tomar conciencia de lo importante que es utilizar adecuadamente el líquido vital, cuidar su calidad, aprovecharla al máximo y procurar no contaminarla cuando pase por nuestra comunidad.

Para la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, que trata directamente al funcionamiento del sistema, es decir a su fase de uso luego que el sistema haya sido diseñado y construido, también será necesaria la colaboración y responsabilidad de la comunidad en el cumplimiento de las siguientes recomendaciones para el consumo de este recurso humano disponible.

#### OPERACIÓN

La operación es el grupo de acciones adecuadas y oportunas que se efectúan para que todas las partes del sistema de agua potable funcionen de una forma continua y eficiente según las especificaciones de diseño.

La operación del sistema debe ser sencilla de operar y debe estar diseñado para que con una operación adecuada pueda producir continuamente el caudal estipulado en el diseño, por lo tanto, equipos y controles automáticos de difícil operación manual no son recomendables, pues pueden causar más problemas que beneficios en la operación.

Existen tres factores importantes en la operación del sistema:

- Confiabilidad.- los operadores deben estar capacitados
- Flexibilidad.- debe estar en operación continuamente aunque haya uno o más unidades fuera de funcionamiento.
- Mano de Obra.- se debe tener la cantidad necesaria de personal preparado para la operación del sistema.

#### MANTENIMIENTO

El mantenimiento se realiza con la intención de prevenir o corregir daños que se produzcan en las instalaciones del sistema.

##### a) Mantenimiento preventivo.

Este mantenimiento se efectúa con la finalidad de evitar problemas a futuro, en el funcionamiento del sistema.

##### b) Mantenimiento correctivo.



Es el que se efectúa en el instante que se observa daños causados por acciones extrañas o deterioros normales por el uso y tiempo del proyecto.

Un buen mantenimiento garantiza la vida útil del sistema y disminuye los gastos de reparación, las actividades que se debe tener en cuenta para un buen mantenimiento son las siguientes:

- Todo el sistema debe estar limpio y tener un orden en general.
- Sustitución y arreglo de elementos que estén fuera del orden normal del sistema.
- Responsabilidades del usuario.
- El agua debe ser utilizada estrictamente para uso doméstico no se debe desperdiciar en riego, lavado de automóviles etc.
- Verificar que se mantenga en buen funcionamiento las conexiones domiciliarias y que no exista perdidas entre los accesorios.
- Si el agua que ingresa a sus domicilios tiene un aspecto diferente a lo normal informar inmediatamente al operador de la planta o a los dirigentes de la comunidad.
- Este servicio de agua potable tendrá una tarifa que deberá ser cancelada por los usuarios de la comunidad que servirá para el mantenimiento.

#### **9.1.1.1 RESPONSABILIDADES DEL OPERADOR**

El operador es parte fundamental del sistema, si existe una buena operación y mantenimiento en el sistema de agua potable asegurara que el agua consumida sea de buena calidad, y que tengamos un servicio continuo y en la cantidad necesaria, las responsabilidades que deben tener en cuenta el operador son las siguientes:

- Operar y mantener en buen funcionamiento el sistema en todas sus partes.
- Hacer un mantenimiento responsable rutinario del sistema.
- Notificar cualquier anomalía a la junta administradora de agua potable, recibir instrucciones y dirigir tareas de operación y mantenimiento de emergencia.
- Comunicar a la junta administradora las necesidades de adquisición de materiales, herramientas y equipo de seguridad para el operador.
- Realizar nuevas conexiones previas el pago y autorización respectiva.

El operador deberá ser capacitado en talleres de operación y mantenimiento del sistema; de preferencia debe ser de la comunidad, en caso de que se presente algún problema en el sistema él podrá dar solución de manera rápida, ser mayor de edad.

#### **9.1.1.2 RESPONSABILIDADES DE LA COMUNIDAD**

La comunidad participara de dos maneras de forma directa e indirecta:

##### **Participación directa**



- La comunidad participará en mingas para solucionar problemas de mantenimiento que el operador no pueda afrontar solo.
- Realizaran tareas de mantenimiento que requiera mucha mano de obra.
- Nombrar un comité de Junta administradora de agua potable.
- Donar áreas para la construcción de las diferentes unidades de los sistemas.
- Participación a través de la junta de agua potable
- Al operador deberán facilitar materiales, herramientas y equipo para realizar sus labores.
- La junta podrá designar a cualquier persona de la comunidad a llevar un registro de los usuarios.
- Llevaran las cuentas de recaudación y gastos de mantenimiento del sistema.
- Controlaran las actividades realizadas por el operador.
- Colaborar en campañas de educación sanitaria, para promocionar los sistemas de saneamiento y fomentar el uso adecuado.
- En caso de reparaciones grandes o trabajos especiales será necesario informar al Municipio de Paute del problema.

### **9.1.1.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CADA UNA DE LAS ESTRUCTURAS DEL SISTEMA**

#### **Captación:**

Antes de poner en marcha la captación se debe realizar una limpieza y verificar que no existan filtraciones en la estructura.

#### **Operación:**

La operación que se ejecuta aquí, es abrir la válvula de la compuerta lentamente para evitar alguna reacción brusca en la tubería.

#### **Mantenimiento:**

El mantenimiento que se va dar a esta parte del sistema se lo realizará mensualmente, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Revisar la caja de captación y el muro para verificar si hay grietas o filtraciones, si se observa alguna anomalía esta deben ser reparada inmediatamente con cemento y arena.
- Girar las válvulas para que no se endurezcan; girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite, así como a los candados.
- Pintar con pintura anticorrosiva, todas las partes de metal.
- Revisar la tubería; si existen fugas, debemos repararlas inmediatamente.
- inspeccionar el área alrededor del nacimiento para detectar posibles focos de contaminación, tales como desagües, letrinas, basuras, desperdicios y desechos de animales.



- En caso de deforestación, informar inmediatamente a la Junta de Agua para que tome las acciones necesarias de investigación sobre los responsables y se avise a la Municipalidad.
- Revisar el cerco de protección y repararlo si tiene daños.

### **Línea de conducción y redes de distribución:**

#### **Operación:**

Antes de dar inicio a esta línea se debe realizar la desinfección de la misma, esta operación se la realiza solo cuando se va dar uso por primera vez, en nuestro caso el sistema de captación es directo por esta razón la desinfección será directamente a la tubería.

#### **Desinfección de la tubería:**

- Cerrar la válvula de entrada a la planta
- En un bote de 5 galones con agua, echar 1 onza de hipoclorito de calcio (50 miligramos por litro) y mezclarlo.
- Dejar que se llene el conducto con cloro y que permanezca llena durante 4 horas.
- Vaciar la tubería y dejar correr el agua hasta cuando ya no se sienta el olor a cloro.
- Cuando ya no se sienta el olor a cloro, abrir la válvula de ingreso a la planta.

#### **Mantenimiento**

Se recomienda realizar cada mes lo siguiente:

- Recorrer toda la línea y revisar si hay fugas de agua, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la tubería. Si encontramos alguna parte húmeda, debemos excavar con cuidado y mirar si se trata de alguna fuga.
- Si la tubería es de PVC, asegúrese que en ningún lugar esté descubierta o al aire libre.
- Limpiar la superficie donde se encuentra instalada la tubería, quitando la maleza, ramas, hojas y otros, con el fin de facilitar la inspección.
- Si evidenciamos algún problema, debemos repararlo inmediatamente. Si el daño es grave, comunicar al Comité/Comisión para que se tomen las medidas correctivas necesarias.
- Siempre recordar a los beneficiarios, que informen inmediatamente a la Junta de Agua, si hay algún problema en cualquier tramo de la tubería.

**NOTA:** Las tuberías rotas o en mal estado pueden permitir el ingreso de agentes contaminantes a la red, sobre todo cuando hay pérdida de presión o se suspende el servicio. Para evitar eso, repare lo más pronto posible los daños de las tuberías o accesorios que produzcan fugas.



### **Tanque de reserva:**

El tanque de reserva sirve para acumular y distribuir el agua a la comunidad. Su dimensión varía según el número de habitantes.

### **Operación.**

Antes de poner en marcha el tanque de distribución, deberá hacerse la limpieza y desinfección del tanque.

- Cerrar válvula de ingreso al tanque del bypass.
- Limpiar el tanque de reserva.
- Abrir las válvulas de compuerta de ingreso y salida del tanque.

### **Mantenimiento.**

Se debe realizar cada mes:

- Observar si existen grietas en los muros, tapaderas o losas. Si se detectan grietas se debe repararlas con mezcla de una parte de cemento por tres de área.
- Revisar el interior del tanque, de ser necesario usar una linterna.
- Observar el cerramiento de protección, si está deteriorado repararlo.
- Examinemos que los candados de las tapaderas estén bien o échelo un poco de aceite para lubricarlos y que entre la llave fácilmente.
- Haga una revisión general del estado de las cajas y las válvulas de entrada, salida y drenaje: asegure de girar las válvulas para que no se endurezcan; girar  $\frac{1}{4}$  de vuelta hacia la izquierda y derecha, aplicarle unas gotas de aceite para lubricar.

Se debe realizar cada 3 meses:

- Deben lavar el interior del tanque
- No debemos de usar ningún tipo de jabón o detergente.
- Limpiar paredes y piso con cepillos plásticos y agua únicamente, remover los sedimentos del fondo.

Se debe realizar a los 6 meses:

- Desinfectar con cloro las paredes y piso del tanque.
- En botes de 5 galones con agua vaciar  $\frac{1}{2}$  bolsita de cloro líquido y moverlo para que se mezcle,
- Con la solución y un cepillo plástico, limpiar paredes y luego el piso, protegerse la mano con una bolsa plástica amarrada a la muñeca,

Se debe realizar cada año

- Pintar con pintura anticorrosiva todos los elementos de metal



- Pintar las paredes externas y cúpula del tanque.

### **Tratamiento del agua**

Uno de las formas de mejorar la calidad del agua es haciéndola pasar por filtros de grava y arena donde se retiene la contaminación que trae el agua sin la aplicación de productos químicos. Pero se debe tener en cuenta los problemas que se pueden presentar si no se da un mantenimiento adecuado, por este motivo las normas de construcción recomiendan dos filtros como mínimo para dar el mantenimiento dejando uno en funcionamiento mientras el otro sigue trabando.

La operación de una planta determina las características específicas de sus instalaciones, la calidad del agua y el caudal a tratar.

### **Operación y mantenimiento**

En general las actividades de operación y mantenimiento en este tipo de plantas se clasifican en:

- Regulación de caudales
- Lavado de filtros y purga de lodos

El filtro lento desarrolla una capa biológica sobre la arena, formada por millones de microorganismos encargados de hacer la limpieza biológica y desinfectar el agua. Las tareas diarias de operación son ajustes y medición de caudales, monitorear la calidad de agua obtenida, limpiar la superficie de la arena de cada filtro lavado y almacenamiento de la arena, cuando se considere necesario realizar una reconstrucción del lecho filtrante, este mantenimiento es variable no tiene una frecuencia definida muchas de las veces se puede realizar la limpieza cada dos o tres semanas o en otros casos por meses.

### **Lavado de filtro.**

La operación de lavado de un filtro se lleva a cabo efectuando los siguientes pasos:

- Cerrar las válvulas de ingreso y dejar abierta la válvula de agua ya filtrada hasta que el nivel del agua en el filtro llegue aproximadamente a 15 cms. por debajo de las canaletas. Depende de si los filtros tienen lodo superficial.
- Cerrar la válvula de agua filtrada.
- Abrir la válvula de desagüe.
- Abrir la válvula de retro-lavado durante el tiempo estipulado en las normas de la planta.
- Abrir lentamente la válvula de lavado ascensional e incrementar el flujo gradualmente hasta obtener una rata capaz de expandir el lecho entre el 25 y el 50% de su espesor inicial.



- El lavado del lecho filtrante debe iniciarse cuando el nivel de agua en la caja de filtro llegue al máximo y comienza a rebosar por el aliviadero
- Cerrar la válvula de lavado superficial.
- Cerrar la válvula de agua de lavado cuando a criterio del operador, el filtro esté limpio y se elimine completamente el agua sucia.
- Cerrar la válvula de desagüe.
- Abrir la válvula de agua sedimentada hasta alcanzar el nivel normal.
- Abrir la válvula de agua filtrada para poner el filtro en servicio.
- Los movimientos de operación de las válvulas deben ser lentos.

## **Mantenimiento**

El adecuado mantenimiento determina la eficiencia del filtro y el tiempo de durabilidad del mismo, principalmente se debe tener en cuenta principalmente en la etapa de puesta en marcha o inicio de operación de filtro nuevo, es importante la maduración de la capa biológica que se forma, la frecuencia de los raspados, el tiempo que se realiza cada raspado o limpieza de la capa de arena y la forma en la que se realiza el re-arenado del filtro, después de este cambio de arena es necesario tener en cuenta que la arena nueva no reduce la contaminación bacteriológica y es recomendable desechar el líquido filtrado hasta que se encuentre en las condiciones aceptables, este proceso puede acelerarse utilizando arena madura de otro filtro.

En el mantenimiento de los filtros debe evitarse:

- Formación de bolas de lodo dentro del medio filtrante.
- Agrietamiento o contracción del lecho filtrante.
- Sobrecarga
- Acortamiento de carrera de filtración
- Retención de aire en el lecho filtrante
- Pérdida del material del lecho
- Siempre debe permanecer como mínimo una capa de agua de 10 centímetros por encima de la capa de arena, ya que la capa biológica sin agua se muere y el agua no sale apta para consumo humano.
- Para el llenado del filtro se recomienda amortiguar la caída del agua sobre la capa de arena y evitar dañar la capa biológica que es bastante frágil.
- Recuerde que el agua debe estar clarificada antes de llenar el filtro.
- El filtro debe permanecer en un lugar fresco y con poca luz para evitar el crecimiento de algas que alteran el buen funcionamiento de la capa biológica.
- La limpieza del filtro lento en arena se debe realizar cuando el flujo de agua a través de éste es muy poco, es decir, cuando la cantidad de agua de salida por la llave es mínima.



**NOTA:** El filtro lento elimina la turbiedad en casi un 100% y elimina también hasta el 99.99% de los microorganismos dañinos para el ser humano que puedan estar en el agua.

#### **9.1.1.4 RESUMEN FUNCIONAMIENTO GENERADOR DE HIPOCLORITO DE SODIO Dosificación**

El día anterior colocar 0.3 kilos de sal en la cubeta con 30 litros de agua, disolverlos y poner el equipo CLORID 30 en funcionamiento durante 24 horas. El primer día a la misma hora desconectar el equipo y tomar de la cubeta los 30 litros de solución y colocarlos en el tanque hipoclorador con 220 litros de agua, disolverlos y dosificar al agua cruda mediante la manguera a razón de 1 litro cada 70 minutos. El tanque de 250 litros se vaciará en 12 días. Al onceavo día colocar nuevamente 0.3 kilos de sal en la cubeta de 30 litros llena de agua, disolverlos y poner el equipo CLORID 30 en funcionamiento durante 24 horas. Al doceavo día el tanque hipoclorador de 250 litros se ha vaciado completamente y en la cubeta se han generado nuevamente 30 litros de solución de hipoclorito de sodio. Repetir el proceso del primer día.



## 10 CAPITULO: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 CONCLUSIONES

Luego de completar todos los estudios pertinentes y realizar los diseños necesarios para proceder a la ejecución del Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Comunidad de Pucaloma, podemos establecer las siguientes conclusiones:

- La comunidad cuenta actualmente con un sistema de abastecimiento de agua potable que fue construido hace más de 20 años por lo que la necesidad de un mejoramiento es inminente.
- El diseño del sistema de agua potable está íntimamente ligado con todos los aspectos tanto sociales, físicos o geomorfológicos de la zona a servir; es así que dependemos de ellos para la correcta determinación de parámetros tan importantes como periodos de diseño, análisis poblacional, cifras de consumo, en cuya apropiada elección radica el éxito de la ejecución o no del mismo.
- El sistema de distribución de agua potable ha sido íntegramente diseñado, desde las captaciones, hasta las domiciliarias que incluye: captación, conducción, planta de tratamiento y red de distribución de manera que sea 100% funcional durante toda su vida útil; además gracias a que se ha considerado las válvulas de control en los diferentes ramales del sistema, en caso de existir un daño el resto del sistema puede seguir funcionando mientras se repara el sector perjudicado.

### 10.2 RECOMENDACIONES

El trabajo de los programas computacionales no garantiza resultados óptimos si no se conoce las bases de su funcionamiento, no se trata simplemente de saber utilizar un programa sino también tener un criterio lógico y acertado.

Se debe asignar un operador para el Sistema de Agua Potable, esta persona debe recibir capacitación acerca del funcionamiento y operación de todos los elementos del sistema de agua potable rehabilitado, así como también debe ser capacitado a realizar reparaciones menores y el mantenimiento de los elementos que conforman dicho sistema.

Se debe llevar un control periódico de los registros de los medidores, con el fin de evitar instalaciones clandestinas destinadas a riego.

También es muy importante el trabajo conjunto y cooperativo entre autoridades y la comunidad para que el proyecto se haga realidad y garantice el Buen Vivir, la justicia y el progreso de su pueblo.



## BIBLIOGRAFÍA

- Secretaria del Agua (SENAGUA) Norma De Diseño Para Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable, Disposición De Excretas Y Residuos Líquidos En El Área Rural .Norma Co 10.7 - 602 – Revisión Parte de Código Ecuatoriano de la Construcción. Recuperado el 25 de agosto del 2014,de [http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma\\_rural\\_para\\_estudios\\_y\\_disenos.pdf](http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf)
- GAD PAUTE. Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial (PDyOT).2014-2015. Recuperado el 16 de febrero del 2015,de <http://www.paute.gob.ec/web/pdo/documentos-pdyot/documentos-pdyot>
- Gerardo Galvis Castaño, Jorge Latorre Montero, Jan Teun Visscher; “Filtración en múltiples etapas”; CINARA, IRC; Colombia; 1999.
- OPS/CEPIS. Guía Para Diseño De Sistemas De Tratamiento De Filtración En Múltiples Etapas. Lima, 2005. Recuperado el 16 de junio del 2015,de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/029\\_Dise%C3%B1o\\_tratamiento\\_Filtracion\\_ME/Dise%C3%B1o\\_tratamiento\\_Filtraci%C3%B3n\\_ME.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/029_Dise%C3%B1o_tratamiento_Filtracion_ME/Dise%C3%B1o_tratamiento_Filtraci%C3%B3n_ME.pdf)
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo Ecuador. (2013). buen vivir, Plan Nacional. Recuperado el 5 de Octubre de 2014, de <http://www.buenvivir.gob.ec/objetivo-3.-mejorar-la-calidad-de-vida-de-la-poblacion>
- INEC. Bases de Datos Provincia del Azuay 2001-2010
- LEWIS A. ROSSMAN .Manual De Epanet v2E. Cincinnati, 2005.
- Agüero, R. (2004). Guía para el diseño y construcción de captación de manantiales. Recuperado el 20 de agosto de 2014 de: [http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017\\_roger\\_dise%C3%B1ocaptacionmanantiales/captacion\\_manantiales.pdf](http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/017_roger_dise%C3%B1ocaptacionmanantiales/captacion_manantiales.pdf)



# ANEXOS