



## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL**

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

### **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO PARA  
LA COMUNIDAD DE GAMPALA TOROBAMBA DE LA PARROQUIA SICALPA,  
CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

#### **AUTOR:**

Santiago Israel López Reyes

#### **DIRECTOR:**

Ing. Nelson Patiño

Riobamba – Ecuador

2016

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título:

**“ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO PARA LA COMUNIDAD DE GAMPALA TOROBAMBA DE LA PARROQUIA SICALPA, CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”**

Presentado por:       López Reyes Santiago Israel

Y dirigida por:        Ing. Nelson Patiño

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velázquez

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

Ing. Nelson Patiño

**DIRECTOR DE LA INVESTIGACIÓN**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

Ing. Marcel Paredes

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_  
**Firma**

## **AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: el autor López Reyes Santiago Israel y al Director del Proyecto Ing. Nelson Patiño; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.”

---

Santiago López  
CI: 060378231-9  
Tesisista

---

Ing. Nelson Patiño  
DIRECTOR DE LA INVESTIGACIÓN

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero agradecer a Dios que por su divina misericordia me permitió llegar a cumplir con mis objetivos. A la Universidad Nacional de Chimborazo en especial a la escuela de Ingeniería Civil por brindarme las herramientas necesarias para llegar al aprendizaje a lo largo de la carrera y ahora al culminar el presente proyecto. Al personal docente de la facultad que de una u otra manera han colaborado en mi formación profesional y humana, en especial al Ing. Nelson Patiño director del proyecto.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis amados padres que nunca dudaron en brindarme el apoyo necesario para poder cumplir mis objetivos y fueron una fuente de inspiración para salir adelante enseñándome que la unión familiar supera todo inconveniente que la vida nos ponga a prueba. A mi querida y traviesa sobrina que con su encanto y amor siempre alegra mis días y anima a cumplir mis metas.

## INDICE GENERAL

### Contenido

RESUMEN.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
1. MARCO REFERENCIAL .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.2. PROBLEMATIZACIÓN .....	2
1.2.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	2
1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO.....	2
1.2.3. PROGNOSIS.....	2
1.2.4. DELIMITACIÓN.....	3
1.2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS .....	4
1.2.6. TOPOGRAFÍA.....	5
1.2.7. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPÍTULO II .....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. ANTECEDENTES.....	7
2.2. AGUA POTABLE .....	7
2.3. SISTEMA DE AGUA POTABLE.....	7
2.3.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACIÓN .....	8
2.3.2. CONDUCCIÓN .....	8
2.3.3. POTABILIZACIÓN.....	9
2.3.4. ALMACENAMIENTO.....	10
2.3.5. DISTRIBUCIÓN.....	10
2.3.6. ESTACION DE BOMBEO.....	11
CAPITULO III.....	12
3. METODOLOGÍA .....	13
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	13
3.2. MODALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN .....	13
3.3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	13
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	13
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....	14
3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS .....	14

3.5.	POBLACION Y MUESTRA .....	15
3.5.1.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	15
3.5.2.	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	20
3.5.3.	RESUMEN DE LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	29
3.6.	AFORAMIENTO DE LAS VERTIENTES .....	30
CAPITULO IV .....		38
4.	PROPUESTA .....	38
4.1.	CÁLCULO Y DISEÑO .....	38
4.1.1.	PERIODO DE DISEÑO .....	38
4.1.2.	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS .....	38
4.1.3.	POBLACIÓN DE DISEÑO .....	39
4.1.4.	DOTACIÓN DE AGUA .....	40
4.1.5.	CAUDALES DE DISEÑO .....	42
4.1.6.	DISEÑO DE LA CAPTACIÓN .....	44
4.1.7.	ESTACIÓN DE BOMBEO .....	46
4.2.	ESTUDIOS TOPOGRAFICOS .....	49
4.2.1.	GENERALIDADES .....	49
4.2.2.	TOMA Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAMPO .....	49
4.3.	CALIDAD DE AGUA .....	50
4.3.1.	ANALISIS DE LABORATORIO .....	50
4.3.2.	LÍMITES PARA DESINFECCIÓN POR CLORACIÓN .....	54
4.3.3.	CALIDAD BACTERIOLÓGICA .....	55
4.4.	CAPTACIÓN .....	56
4.4.1.	ESQUEMA DE CAPTACIÓN .....	57
4.5.	TANQUE DE RESERVA .....	57
4.5.1.	ESQUEMA DE LA RESERVA .....	58
4.6.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED .....	59
4.6.1.	EPANET (SOFTWARE UTILIZADO) .....	59
4.6.2.	DESCRIPCIÓN DE LA RED .....	60
4.6.3.	FASES EN EL PROCESO DE DISEÑO .....	60
4.6.4.	RESULTADOS .....	61
CAPITULO V .....		67
5.	IMPACTO AMBIENTAL .....	67
5.1.	ANTECEDENTES .....	67
5.2.	OBJETIVOS .....	67
5.2.1.	OBJETIVO GENERAL .....	67
5.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	67

5.3.	ALCANCE .....	67
5.4.	PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES .....	68
5.4.1.	IMPACTOS POSITIVOS .....	68
5.4.2.	IMPACTOS NEGATIVOS .....	68
5.5.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL .....	68
5.6.	PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL ...	69
5.6.1.	FASE DE CONSTRUCCIÓN .....	69
5.6.2.	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL .....	70
5.6.3.	PROTECCIÓN A TERCEROS .....	70
CAPITULO VI .....		71
6.	PRESUPUESTO GENERAL Y CRONOGRAMA .....	71
6.1.	PRESUPUESTO .....	71
6.2.	CRONOGRAMA .....	75
CAPITULO V .....		81
7.	CONCLUSIONES .....	81
8.	RECOMENDACIONES .....	82
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	83
CAPITULO VI .....		84
10.	ANEXOS .....	84

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### CONTENIDO

ILUSTRACIÓN 1: Mapa de la provincia de Chimborazo.....	3
ILUSTRACIÓN 2: Mapa del cantón Colta.....	4
ILUSTRACIÓN 3: Número de habitantes.....	21
ILUSTRACIÓN 4: Número de analfabetas.....	21
ILUSTRACIÓN 5: Ingresos promedio mensual.....	22
ILUSTRACIÓN 6: Actividades económicas.....	23
ILUSTRACIÓN 7: Poderío de animales y cultivos.....	23
ILUSTRACIÓN 8: Tipo de vivienda.....	24
ILUSTRACIÓN 9: Servicios básicos.....	25
ILUSTRACIÓN 10: Procedencia del agua.....	25
ILUSTRACIÓN 11: Frecuencia de agua.....	26
ILUSTRACIÓN 12: Enfermedades.....	27
ILUSTRACIÓN 13: Aguas servidas.....	28
ILUSTRACIÓN 14: Aparatos sanitarios.....	28
ILUSTRACIÓN 15: Disposición a colaborar.....	29
ILUSTRACIÓN 16: Disposición a pagar.....	30
ILUSTRACIÓN 17: Exámenes de laboratorio vertiente 1.....	52
ILUSTRACIÓN 18: Exámenes de laboratorio vertiente 1.....	53
ILUSTRACIÓN 19: Exámenes de laboratorio vertiente 1.....	54
ILUSTRACIÓN 20: Esquema de captación.....	58
ILUSTRACIÓN 21: Esquema de la reserva en planta.....	59
ILUSTRACIÓN 22: Esquema de la reserva en corte.....	60
ILUSTRACIÓN 23: Diseño de la red.....	62
ILUSTRACIÓN 24: Cotas en nudos y Diámetro en tuberías.....	63
ILUSTRACIÓN 25: Presión en nudos y velocidad en tuberías.....	64
ILUSTRACIÓN 26: Demanda en nudos y Caudal en tuberías.....	65

## INDICE DE TABLAS

### CONTENIDO

TABLA 1: Coordenadas de referencia comunidad Gampala Torobamba.....	3
TABLA 2: Coordenadas de referencia del Proyecto.....	4
TABLA 3: Variable independiente.....	13
TABLA 4: Variable dependiente.....	14
TABLA 5: Resumen de resultados.....	17
TABLA 6: Aforo 1, vertiente 1.....	31
TABLA 7: Aforo 1, vertiente 2.....	32
TABLA 8: Aforo 1, vertiente 3.....	33
TABLA 9: Aforo 2, vertiente 1.....	34
TABLA 10: Aforo 2, vertiente 2.....	35
TABLA 11: Aforo 2, vertiente 3.....	36
TABLA 12: Tasa de crecimiento poblacional.....	38
TABLA 13: Población de la comunidad Gampala Torobamba.....	39
TABLA 14: Nivel de servicio para sistemas de abastecimiento de agua.....	41
TABLA 15: Uso del agua en actividades cotidianas.....	41
TABLA 16: Dotación media futura para diferentes niveles de servicio.....	42
TABLA 17: Límites para desinfección por cloración.....	54
TABLA 18: Tratamiento según calidad bacteriológica.....	55
TABLA 19: Resumen de tubería EPANET.....	65
TABLA 20: Resumen de nudos EPANET.....	66

## RESUMEN

El presente trabajo se ha realizado como contribución a la comunidad “Gampala Torobamba”, la misma que se encuentra localizada a 46 kilómetros del cantón Colta en la provincia de Chimborazo.

El estudio se inició mediante la recolección de información a través de una encuesta a los habitantes de la comunidad para encontrar las necesidades y problemas existentes, actualmente el 70 % de la comunidad carece de un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo cual sus habitantes se encuentran preocupados del gran riesgo de contraer enfermedades infecciosas al no consumir agua tratada.

Se conoce que el agua es uno de los elementos esenciales para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida, es tan significativa que ha sido declarada un derecho fundamental para los seres humanos.

En el caso particular del ser humano, el agua es importante y debe ser ingerida directamente, por lo que ésta debe estar potabilizada y apta para el consumo de la sociedad, cabe acentuar que la principal fuente de ingreso en la comunidad es la agricultura y la ganadería por lo que el agua también se relaciona estrechamente con el desarrollo social y económico de sus habitantes.

Se plantea realizar el estudio y el diseño de un sistema a bombeo que garantice el abastecimiento del líquido vital hacia las 23 viviendas existentes en la comunidad, contribuyendo de esta manera en el desarrollo social, económico y turístico del sector. La vida útil del sistema se diseñará para 20 años teniendo así una población final de 206 beneficiarios.

El trabajo técnico de campo se basó principalmente en el estudio socio-económico, levantamiento topográfico de la zona mediante estación total, inspección de la fuente de abastecimiento de agua, aforamiento y toma de muestra para análisis físicos, químicos y bacteriológicos.

Luego de la recolección de información de campo se continuó con el trabajo técnico de oficina, para ello se procede al cálculo de los siguientes parámetros: población de diseño, dotación de agua, caudales de diseño, cálculo de la bomba de impulsión, así como la elaboración planos, presupuesto y cronograma valorado.

Con los resultados obtenidos se plantea una obra de captación por lecho filtrante de la fuente de agua, una estación de bombeo para el transporte del agua hacia una planta de tratamiento y almacenamiento de la misma. En cuanto a la distribución de agua se realizó mediante la ayuda del programa EPANET que garantiza la demanda requerida y un correcto funcionamiento de la red de distribución, la cual será abierta, a gravedad y con tubería de diámetro variable en PVC.

Con el aporte del Estudio de Impactos Ambientales, se concluye que no existe un impacto negativo de consideración, ya que la construcción de la infraestructura requerida no afecta ni a la flora, ni a la fauna del ecosistema.

## SUMMARY

This work has been made as a contribution to the community "Gampala Torobamba" this community is located 46 kilometers from the Colta canton in the province of Chimborazo.

The study was initiated by collecting information through a survey of community dwellers to find the existing needs and problems; currently 70% of the community lacks a system of drinking water supply, so that its inhabitants are concerned about the high risk of contracting infectious diseases by not consuming treated water.

It is known that water is one of the essential elements for the survival of all known forms of life. It is so significant that it has been declared a fundamental right for human beings.

In the particular case of humans, water is important and must be directly ingested, so it must be potable and suitable for consumption by society, it is important to emphasize that the main source of income in the community is agriculture and Livestock so water is also closely related to the social and economic development of its inhabitants.

It is proposed to carry out the study and design of a pumping system that guarantees the supply of vital liquid to the 23 existing homes in the community, thus contributing to the social, economic and tourism development of the sector. The lifetime of the system will be designed for 20 years with a final population of 206 beneficiaries.

The technical field work was based mainly on the socio-economic study, topographical survey of the area by total station, inspection of the source of water supply, sampling and sampling for physical, chemical and bacteriological analysis.

After the collection of field information, the technical work of the office was continued, for which the following parameters were calculated: design population, water supply, design flows, calculation of the pump, as well as Drafting plans, budget and timeline valued.

With the results obtained a work is proposed for filter bed collection of the water source, a pumping station for the transport of water to a treatment and storage plant. The distribution of water was carried out by the EPANET program, which guarantees the required demand and a correct functioning of the distribution network, which will be opened, by gravity and with a PVC pipe.

With the contribution of the Study of Environmental Impacts, it is concluded that there is no negative impact of consideration, since the construction of the required infrastructure does not affect either the flora or the fauna of the ecosystem.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de graduación pretende realizar el estudio y diseño de un sistema de agua potable que contribuya a mejorar el estado y condiciones de vida a los habitantes de la comunidad Gampala Torobamba. Este sistema deberá cumplir con lo estipulado en las normas de diseño vigentes.

La ingeniería civil desde la antigüedad se ha dedicado a brindar bienestar al ser humano a través de infraestructuras pero al mismo tiempo, proteger, mantener y restaurar el ambiente natural de las zonas intervenidas. Esto se logra mediante el correcto estudio tanto del diseño y las normas de diseño que para el presente caso los establece la ex – IEOS, como el impacto ambiental producido por la construcción del proyecto.

Las actividades realizadas se desarrollaron en campo y en gabinete entre las principales tenemos las siguientes:

Actividades de campo:

- Recopilación de datos
- Intervención con los pobladores
- Toma de muestras
- Levantamiento topográfico

Actividades de gabinete:

- Procesamiento de datos
- Diseño y cálculo del sistema de agua potable
- Plan de manejo ambiental
- Calculo de volúmenes de obra
- Análisis de precio unitario
- Presupuesto de obra
- Cronograma valorado
- Especificaciones técnicas
- Planos de diseño.

## **1.2. PROBLEMATIZACIÓN**

### **1.2.1. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Gampala Torobamba es una comunidad pequeña ubicada en el cantón Colta en una zona rural de la Provincia de Chimborazo, esta comunidad no cuenta con los servicios básicos, siendo el principal el agua potable, por lo que el aspecto de saneamiento pasa a tener una importancia fundamental para todos sus habitantes. Tomando en cuenta que el agua es considerada líquido vital para todas las formas de vida convirtiéndola en uno de los recursos más esenciales de la naturaleza. Esta debe estar apta para el consumo humano para beber, cocinar, saneamiento y demás usos domésticos, libre de materias orgánicas, gérmenes patógenos ni sustancias químicas.

El crecimiento poblacional en todo el mundo, ha llevado a afrontar un sinnúmero de problemas comunes, en nuestro país, y en particular en nuestra provincia que tenemos un alto índice de población indígena uno de estos problemas es el aumento poblacional en zonas rurales y la dotación del servicio de agua potable a estas.

La falta de un minucioso estudio para el diseño de estos sistemas de dotación de agua potable, ha imposibilitado por parte de las autoridades la implementación de ellos.

### **1.2.2. ANÁLISIS CRÍTICO**

La comunidad de Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo posee 225 habitantes, de ellos el 70% no están recibiendo un servicio adecuado de agua. El 30% de la comunidad se abastece del líquido vital mediante el sistema de agua potable correspondiente a la comunidad la Esperanza cuyo tanque reservorio se encuentra aproximadamente a 300 metros de Gampala Torobamba pero su caudal no es suficiente para ambas comunidades.

La falta de este servicio se ha convertido en un problema social y de salud pública dado que el consumo de agua contaminada produce enfermedades infecto-contagiosas para los seres humanos como el cólera, diarreas, la hepatitis A y la fiebre tifoidea.

La Organización Mundial de la salud (OMS) a través de la nota descriptiva N° 391 publicada el Junio de 2015 en su página web, calcula que la contaminación de agua potable provoca más de 502000 muertes por enfermedades al año.

El 28 de julio del 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas decretó mediante la resolución A/RES/64/292, al consumo de agua potable salubre y al saneamiento, como derecho humano fundamental para el pleno disfrute de la vida y demás derechos humanos.

### **1.2.3. PROGNOSIS**

La presente investigación está enfocada a la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo. Al no realizarse la presente investigación y diseño del sistema de agua potable para su posterior construcción, los habitantes en el mencionado sector pueden verse en serio problemas perjudiciales en su salud por enfermedades infecciosas y parasitarias, además, el agua también contribuye a la salud a través de la higiene.

Tomando en cuenta la población de la comunidad que va en constante aumento y debido a sus actividades económicas como ganadería y agricultura la demanda de este líquido vital es mayor y sus niveles de contaminación de igual manera se ven elevados produciendo enfermedades catastróficas viéndose comprometida la vida de los habitantes y viéndose afectado el aspecto socio-económico de la comunidad, del cantón y de la provincia. Es por ello de esta gran necesidad de dar seguimiento y el correcto estudio al presente proyecto.

#### 1.2.4. DELIMITACIÓN

El estudio y diseño del sistema de agua potable a bombeo está enfocada a la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

Gampala Torobamba limita al norte con la comunidad Santa Rosa, al este sector Rio Valencia, al sur comunidad La Esperanza y al oeste Rumi Chaca. La distancia desde el cantón Colta hasta el centro de la comunidad es de 46 kilómetros, y sus coordenadas geográficas son las siguientes:

**Tabla 1. Coordenadas de referencia comunidad Gampala Torobamba**

COMUNIDAD	LATITUD (NORTE)	LONGITUD (ESTE)	ALTURA (msnm)
Gampala Torobamba	9798579.85	747232.99	3491.75

Fuente: Topografía general de la provincia de Chimborazo

#### 1.2.4.1. UBICACIÓN DEL CANTÓN

**Ilustración 1. Mapa de la provincia de Chimborazo**



Fuente: Dirección de planificación – GPP

Investigado por: Santiago López

### 1.2.4.2. UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD

Ilustración 2. Mapa del cantón Colta



Autor: Santiago López

### 1.2.4.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 2. Coordenadas de referencia del proyecto

Comunidad Gampala Torobamba			
Descripción	COORDENADAS		
	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
Inicio de proyecto	-78.78391303	-1.82024953	3646.3350
Centro de la comunidad	-78.77729549	-1.82098862	3791.0160
Fin de proyecto	-78.77712355	-1.82255196	3788.8770

Autoría: Santiago López

### 1.2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

La zona en estudio se caracteriza por ser un sector de tierras frías. Las cordilleras dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas occidental y oriental, con alturas que oscilan entre los 3500 a 4300 msnm; el clima frío es típico del sector, precipitaciones bajo la forma de nieve y bolas de hielo (granizo) y con una cobertura nublosa muy frecuente.

Sus temperaturas varían entre 9 y 19 °C durante el año y la época de lluvias va de mediados de septiembre a mediados de enero.

### **1.2.6. TOPOGRAFÍA**

El centro poblado en estudio y en si gran parte del cantón Colta se encuentra ubicado bajo terrenos cuya topografía es bastante irregular con altitudes que varían entre los 800 y 1200 m, pendientes de orden de 8% y 50% que requerirá de un sistema de impulsión a bombeo y red de distribución abierta y a gravedad.

### **1.2.7. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cuál es el impacto y beneficio de la comunidad Gampala Torobamba al realizar el “ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO PARA LA COMUNIDAD DE GAMPALA TOROBAMBA DE LA PARROQUIA SICALPA, CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el Estudio y Diseño del Sistema de Agua Potable a Bombeo para la comunidad de Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Levantamiento de información socioeconómica
- Levantamiento topográfico de la zona
- Realizar Análisis Físico, Químico y Bacteriológico del agua obtenida de las vertientes
- Diseñar el Sistema de Captación
- Diseñar el Sistema de Bombeo
- Diseñar la Línea de Conducción
- Realizar el Presupuesto y Cronograma
- Realizar un Plan de Manejo Ambiental

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

La irregularidad topográfica de nuestro país y el crecimiento poblacional ha hecho que la implementación de servicios básicos, como lo es el Agua Potable, no llegue hacia comunidades rurales.

Gampala Torobamba en este caso no cuenta con un Sistema que suministre el líquido vital a sus habitantes, sin embargo, el 30% de sus habitantes han podido hacer uso de este servicio gracias a que se abastecen de un tanque de reserva que correspondiente al sistema de agua potable de la comunidad La Esperanza que se encuentra aproximadamente a 300 metros de Gampala Torobamba.

El caudal de dicho Sistema no es el suficiente para ambas comunidades, por lo que el otro 70% de la comunidad Gampala Torobamba se ha mantenido consumiendo directamente de tres vertientes disponibles cercanas, pero lo cual también representa un reto dado que estas vertientes se encuentran quebrada abajo en la parte inferior de la formación montañosa en la que se encuentra asentada la comunidad. Lo que ha obligado a que los pobladores utilicen animales de carga y utensilios no adecuados para el transporte del agua, lo que provoca que exista una contaminación de la misma generando enfermedades a toda la población.

Al dotar de agua potable de calidad en esta comunidad estaremos reduciendo de manera considerable las enfermedades que actualmente afectan el bien estar de los habitantes y el desarrollo de toda la comunidad.

Para lograr lo anteriormente dicho se realizará el correspondiente estudio, cálculo y diseño que sean de entera satisfacción y cumpla los objetivos.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

La Universidad Nacional de Chimborazo, a través de la facultad de Ingeniería Civil, con la finalidad de contribuir al desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida para comunidades rurales de la provincia de Chimborazo, ha realizado un convenio con el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Colta para la elaboración del proyecto “Estudio y Diseño del Sistema de Agua Potable a Bombeo para la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo”.

El informe técnico será orientado por el tutor de tesis, y también por medio del grupo de ingenieros técnicos delegados por el GAD municipal de Colta, con la finalidad de garantizar una correcta elaboración.

La fuente de información recogida proviene del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de cantón Colta 2014-2030, elaborado por el Ing. Efraín Yuquilema y Equipo Técnico de PDyOT Colta 2014.

#### **2.2. AGUA POTABLE**

Llamamos agua potable al líquido apto para el consumo humano libre de impurezas y dentro de los valores en contenido de minerales como cloruros, nitratos, nitritos, calcio, fosfato y más. El PH del agua debe oscilar entre 6,5 y 9,5 para considerarla potable.

Constantemente al transcurrir los años cada vez es más difícil que el agua, extraída de fuentes naturales y pozos, se ajuste a las exigencias de las normas en cuanto a la calidad y pureza. El agua y el saneamiento son de importancia fundamental para la salud pública.

Los principales factores que afectan la falta de la dotación de Agua Potable son:

- La necesidad de dar tratamiento de purificación para mejorar la calidad del agua.
- La necesidad de un sistema de conducción del agua de la fuente hasta un punto de almacenamiento o consumo
- Escasez de la fuente de agua en algunas épocas del año

#### **2.3. SISTEMA DE AGUA POTABLE**

El sistema de Agua Potable contempla el conjunto de obras de ingeniería reservados para la dotación de agua potable desde su ubicación natural a cualquier zona poblada para fines de consumo doméstico, de aseo personal o de servicios básicos diarios entre otros.

El agua suministrada a la comunidad deberá ser la mejor tanto en calidad como en cantidad y frecuencia, satisfaciendo todas las necesidades del hombre.

En ingeniería se manejan tres sistemas principales para este servicio, así tenemos sistemas de agua potable a gravedad, sistemas a bombeo y sistemas mixtos. Los sistemas a gravedad aprovechan al máximo las pendientes naturales del terreno, haciendo uso de la fuerza de gravedad. En los sistemas a bombeo es necesaria la aplicación de una fuerza externa que en este caso será la impulsión de cualquier tipo de bomba. Y en el caso de los sistemas mixtos, estos básicamente combinan ambos sistemas de gravedad y bombeo.

Los diferentes componentes que forman parte del ciclo del sistema de agua potable se describirán a continuación.

### **2.3.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACIÓN**

Se conoce como captación a las obras civiles que permitan la filtración y acumulación del agua proveniente de una fuente. Las fuentes pueden ser: Aguas Meteóricas, esta es más común en pequeñas poblaciones y se trata de la captación del agua lluvia por lo que no es de buena calidad y exige la necesidad de potabilización; Aguas Superficiales, accesibles para cualquier persona se trata del agua utilizada de los ríos, arroyos, lagos, etc.; Aguas Subterráneas, son las que se obtienen a través de su extracción del subsuelo, podemos nombrar tres tipos de aguas subterráneas, las profundas, las de primera napa y los manantiales.

Independientemente de la procedencia del agua ésta debe cumplir dos parámetros fundamentales:

Primero la calidad de agua proveniente deberá ser evaluada mediante análisis físico-químico, bacteriológico y demás análisis necesarios que aseguren estándares aptos para el consumo humano.

Segundo, la fuente deberá asegurar un caudal mínimo de 2 veces el caudal máximo diario futuro calculado. La estructura de captación deberá tener una capacidad tal, que permita derivar al sistema de agua potable un caudal mínimo equivalente a 1,2 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del periodo de diseño (CPE<sup>1</sup> INEN<sup>2</sup> 5 Parte 9-2, 1997,pág.22).

### **2.3.2. CONDUCCIÓN**

Se trata de la parte del sistema que nos permitirá transportar el agua desde su punto de abastecimiento hasta la planta de tratamiento, un tanque de reserva o directamente a la red de distribución domiciliaria. Este transporte podrá ser mediante gravedad o bombeo, el presente estudio realizara un sistema a bombeo dado que la fuente de abastecimiento se encuentra a una diferencia de altura de -193.245 metros del centro de la comunidad.

La conducción del agua se lo puede realizar por un sistema abierto, pero en lo posible siempre se debe buscar preservarla de agentes contaminantes por lo que es mejor un sistema de conducción cerrado, es decir por medio de tuberías. Se deberá cuidar que los perfiles de la línea de tuberías no manejen niveles de presión muy bajos ni muy altos y que estas tuberías queden enterradas de forma segura en especial si son de PVC o asbesto cemento.

Si el sistema de conducción es a bombeo, el caudal de diseño se establecerá en función del consumo máximo diario y el número de horas de bombeo, que deberán ser justificadas plenamente por el consultor, de acuerdo con la siguiente expresión;

$$Q_b = 1,05 Q_{MD} \frac{24 \text{ horas}}{\text{No. de horas de bombeo al día}}$$

En donde:

$Q_b$  = Caudal de Bombeo

$Q_{MD}$  = Caudal máximo diario calculado al final del periodo de diseño

(CPE INEN 5 Parte 9-2,1997,pág.22).

### 2.3.3. POTABILIZACIÓN

Al tratarse de abastecimiento de fuentes naturales estas no garantizan estar en condiciones óptimas para el consumo humano por lo tanto es necesario llevar el agua a través de un proceso de purificación con la finalidad de eliminar elementos patógenos y bacteriológicos.

La capacidad de la planta de potabilización será de 1,10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del periodo de diseño. En cualquier tipo de agua se considerará la desinfección como tratamiento mínimo. (CPE INEN 5 Parte 9-2,1997,pág.23).

#### Tipos de tratamiento

A pesar de que todos los sistemas buscan un mismo objetivo la purificación de agua, este se puede realizar de varias formas. Para la desinfección, por ejemplo, la cloración es la más utilizada por su sencillez y bajo costo de construcción, pero hay varias otras maneras. A continuación se presentaran otras maneras comunes de tratamientos de agua, estas dependen del grado de calidad que se quiera obtener según los resultados físico-químico y bacteriológico de los análisis realizados en laboratorio, y del tipo de uso que se le vaya a dar.

- AERACIÓN

Se trata del intercambio de gases mediante un aireador que aumenta los niveles de oxígeno dentro del agua y disminuye la presencia de dióxido de Carbono. Estos aireadores no solo mejora la calidad del agua, también para remediar y mantenerla limpia y libre de olores, como en caso de campos de golf, acuarios, parques públicos, etc.

- COAGULACIÓN

El objetivo de la coagulación es hacer posible la sedimentación de partículas en estado coloidal por medio del agregado de sustancias químicas llamadas coagulantes, se sedimenta por acción de la gravedad o son eliminados por filtros rápidos de arena. El proceso de coagulación tiene tres fases: agregados de coagulantes, mezcla o difusión y floculación.

- SEDIMENTACIÓN

Mientras el agua se encuentra en circulación arrastra con ella partículas que al ponerlas en reposo y al ser más pesadas que el agua por acción de la gravedad son depositadas en el fondo dejándola limpia de impurezas.

- **FILTRACIÓN**

Se realiza pasando a través de lechos filtrantes formados por arena y grava, donde serán retenidas las partículas que no fueron eliminadas en la sedimentación. Si el agua pasa de forma forzada los filtros recibe el nombre de filtros de presión, caso contrario si el agua pasa de forma natural y libre recibe el nombre de filtros de gravedad.

#### **2.3.4. ALMACENAMIENTO**

Después de realizar la captación del agua y ser potabilizada, es necesario mantenerla almacenada en una estructura instalada o construida para la reserva, comúnmente a través de un tanque especial para este fin, esto se lo realiza para garantizar las variaciones horarias de consumo y prevenir la falta temporal del suministro. Para ello el tanque debe abastecer 1,10 veces el caudal máximo diario al final del periodo de diseño.

Estas estructuras o tanques deben regirse bajo parámetros y normas de higiene y seguridad. Algunos parámetros que debe cumplir están las paredes y fondo deben ser impermeables, resistente a agentes químicos y resistentes a la corrosión, y el tanque no puede poseer fugas o filtraciones. Los principales materiales utilizados son el acero, el concreto y el ferrocemento. El tanque reservorio puede ser ubicado en tres posiciones: elevados, enterrados o semienterrados y superficiales.

#### **2.3.5. DISTRIBUCIÓN**

Las obras de distribución cumplen el objetivo de proporcionar el Agua pura y almacenada a cada uno de los hogares y usuarios, con la cantidad, frecuencia y presión requerida en todas las zonas por abastecerse. Estos sistemas están compuestos por un conjunto de tuberías de diámetros mayores para las líneas principales y tuberías de menor diámetro para ramificaciones o conexiones secundarias, desde las cuales se hacen la distribución y conexión domiciliaria.

Las tuberías deben ir enterradas y siempre en terrenos propiedad del Municipio y nunca en terrenos de propiedad particular.

##### **2.3.5.1. TIPOS DE REDES DE DISTRIBUCION**

La clasificación del tipo de red dependerá de la topografía y la planimetría de la zona teniendo así:

- **RED ABIERTA**

O de ramificaciones formadas por una tubería principal que sigue la línea por donde mayor consumo se prevea, según se desea realizar la distribución se conectarán por tuberías secundarias de menor diámetro progresivamente según

le aleja del tanque de almacenamiento, dando la impresión de un esqueleto de pescado.

- **RED CERRADA**

Este sistema se forma por un sistema de tuberías subterráneas que se entrecruzan en las calles de la población. Estas tienen tuberías principales llamadas circuitos y tuberías secundarias o de relleno. La principal ventaja de este tipo de distribución es que alimenta los tramos de la red por diversas direcciones evitando estancamientos.

### **2.3.6. ESTACION DE BOMBEO**

Son un conjunto de estructuras civiles que constan de varios elementos como tuberías, equipos y accesorios que permitan la toma de agua directa de la fuente de abastecimiento y la impulse a un segundo punto de cota superior de almacenamiento o distribución directa.

Los componentes básicos para la estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo
- Cisterna de bombeo
- Equipo de bombeo
- Generador de energía eléctrica
- Tubería de succión
- Tubería de impulsión
- Válvulas de regulación y control
- Tableros de protección y control

#### **Capacidad de la bomba**

Se debe realizar tomando en cuenta los siguientes factores que son parte de la concepción básica del sistema de abastecimiento:

- **PERIODO DE BOMBEO:**  
Se refiere al número de horas de bombeo y el número de arranques que va a tener al día según el rendimiento proveniente de la fuente, el consumo de agua y la disponibilidad de energía eléctrica.
- **TIPO DE ABASTECIMIENTO:**  
Si en el diseño del sistema se planifica la construcción del tanque de almacenamiento después de la estación de bombeo, la capacidad del equipo de bombeo debe calcularse según el caudal máximo diario y el número de horas de bombeo.  
Si el sistema no cuenta con un tanque de almacenamiento posterior a la estación de bombeo, la capacidad se calculara según el caudal máximo horario y las pérdidas en la red de distribución. (OPS/CEPIS/05.161,2005)

#### **Tipos de bomba**

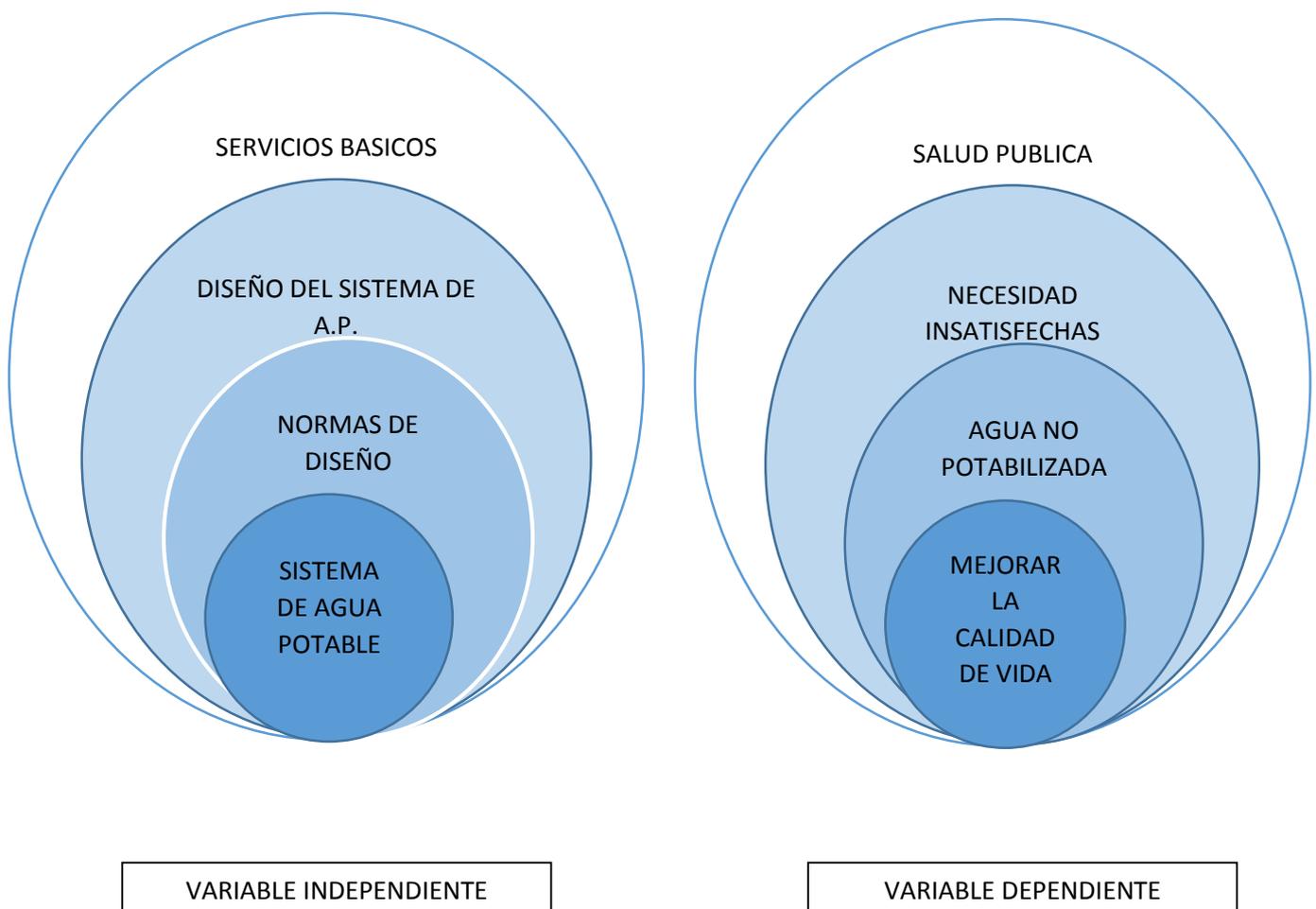
Se destacan las que a continuación se presentan:

- **BOMBA CENTRÍFUGAS HORIZONTALES**  
Se llama así pues posee el eje de transmisión horizontal, pudiendo ser ubicada en lugares secos apartados de la fuente de abastecimiento, sus bajos costos lo hacen apropiado para áreas rurales.
- **BOMBAS CENTRÍFUGAS VERTICALES**  
Posee su eje de transmisión en posición vertical sobre el cual se apoyan varios impulsores que elevan el agua por etapas. Su uso es limitado teniendo que ubicarse en el sitio de captación como en el caso de pozos profundos.
- **BOMBAS SUMERGIBLES**  
Diseñada para funcionar sumergida en un líquido, esta bomba presiona el agua hacia la superficie en lugar de absorberla. Tienen un motor sellado herméticamente que está unido de forma compacta al cuerpo, es muy utilizada en pozos profundos y su impulsión puede llegar a alturas considerables.

## 2.4. HIPOTESIS

Una vez realizado el estudio y el diseño del sistema de agua potable se brindará a la comunidad Gampala Torobamba una mejor calidad de vida, la misma que se verá reflejada en el desarrollo poblacional y en la disminución de enfermedades intestinales de tipo infecciosa y parasitaria.

### 2.4.1. VARIABLES



## CAPITULO III

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. TIPO DE ESTUDIO

Para el presente proyecto se realizará un análisis y estudio tanto en campo mediante recolección de información, levantamiento topográfico, toma de muestras; y también en oficina con un enfoque basado en la investigación cuantitativa y cualitativa, debido a que el factor más importante y predominante en el momento de realizar el diseño son los valores numéricos para de esta manera determinar secciones optimas, caudales, velocidades, etc.

#### 3.2. MODALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

- **Por el lugar:** La investigación en gran parte es realizada en campo, pues lleva parte de la información más importante como levantamiento topográfico, reconocimiento de las fuentes de abastecimiento, etc.
- **Por el objeto:** Si le observamos de este aspecto, la investigación es de modalidad aplicada, puesto que los datos recabados deberán ser procesados buscando solución a los problemas.
- **Por el tiempo:** Se la toma como una modalidad descriptiva, este tipo de investigación nos otorga una idea muy precisa de la situación actual de la población en estudio, los problemas que presentan al carecer de un sistema de abastecimiento de agua potabilizada. (Criollo & Pazmiño, 2015, pág. 39)

#### 3.3. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

##### 3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

TABLA 3. Variable independiente

La dotación de Agua Potable				
DEFINICIÓN	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA	INSTUMENTO
Agua potable se le considera aquel liquido libre de todo agente contaminante y que se encuentre	Calidad de agua	Características físicas y químicas, bacteriológicas	Observación Laboratorio	Ficha de Campo Equipos de laboratorio
	Cantidad de agua	Caudal máximo Diario.	Método volumétrico y recipiente	Balde, cronómetro

óptimo para consumo humano		Caudal Máximo Horario.		
----------------------------	--	------------------------	--	--

Elaborado por: Santiago López

### 3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

**TABLA 4. Variable dependiente**

CONCEPTO	CATEGORÍA	INDICADORES	ÍNDICE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
Cuáles son las condiciones que mejoren la calidad de vida económicamente, físicamente y medicamente	Salud de la persona	Calidad de agua en buen estado	Control del estado de salud de los habitantes	Observación Encuestas	Fichas de campo
	Condiciones sanitarias	Cantidades indispensables de uso diario	Visualización del estado de salud e higiénico de la población	observación	
	Bienestar de las personas	Frecuencia continua de la dotación	Cantidad de agua que posee permanentemente.	observación	

Elaborado por: Santiago López

### 3.4. RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recopilación de la información requerida se realiza dos pasos que consisten en:

- Recolección de información
- Procesamiento de información

Se necesitara la ayuda de instrumentos básicos como cuadernos, fichas de campo, etc. Los que nos servirán para anotar información relevante.

Las técnicas más importantes son:

**Observación.-** mediante los sentidos, para ésta técnica debes mantener siempre alta atención. Según Bichman, la observación se convierte en una técnica científica cuando:

- Sirve a un objetivo de investigación,
- Es planificada,
- Se registra sistemáticamente y se confronta con verdades generales y
- Se somete a comprobación y controles

**Encuesta.-** Prácticamente la encuesta en una entrevista escrita que se la realiza de forma directa entre el entrevistador y el entrevistado. Esta entrevista va estructurada por una secuencia de preguntas que sirvan de anclaje al objetivo de la investigación y la realidad estudiada.

### 3.5. POBLACION Y MUESTRA

Como se muestra en la TABLA 5 existen 160 habitantes en la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo en 40 familias.

De los 160 habitantes se tomará al azar una muestra representativa la cual se determina a continuación:

$$n = \frac{N * z^2 * p(1 - p)}{(d^2(N - 1) + [z^2 * p(1 - p)])}$$

Donde:

n = Número de encuestas

N = Población del área de estudio

Z = Nivel de confianza 95% (1,96)

d = Precisión 5% (0,05)

p = Nivel óptimo 5%(0,05)

$$n = \frac{160 * 1,96^2 * 0,05(1 - 0,05)}{(0,05^2(160 - 1) + 1,96^2 * 0,05(1 - 0,05))}$$

*n = 51 encuestas*

#### 3.5.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Esto es parte fundamental de la información necesaria a levantar en campo para un buen Diseño del sistema de agua potable a bombeo para la comunidad Gampala Torobamba.

##### 3.5.1.1. VIVIENDAS

Las características que poseen la mayor parte de las viviendas es que su principal material constructivo es el adobe y el ladrillo, el piso no tiene recubrimiento por lo que son de tierra y las cubiertas de teja. Por estas condiciones las construcciones son de una sola planta.

### **3.5.1.2. POBREZA Y DESIGUALDAD**

Según las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), la CEPAL, ha conseguido caracterizar a la pobreza bajo indicadores censales que nos permitan saber si las viviendas están cumpliendo al satisfacer de las necesidades básicas. Algunos puntos a considerar son: tipo de material, acceso a agua potable, eliminación de residuos, número de miembros, nivel educativo, etc. Si una familia presenta al menos un NBI, esta se ubicara dentro del rango de “pobreza”.

En el censo de población y vivienda realizado por el INEC en el año 2010 se establece que el nivel de pobreza por NBI para el cantón Colta es del 93,27%, una cifra bastante considerable para el cantón.

### **3.5.1.3. IDENTIDADES CULTURALES**

Gampala Torobamba está habitada por indígenas que en su mayoría conservan rasgos y costumbres de su nacionalidad Puruhá, especialmente en la población adulta podemos destacar que algunos son bilingües hablando Kichwa y español. También conservan algo de la vestimenta, poncho para los hombres, blusas con bordados y anaco para las mujeres.

### **3.5.1.4. MIGRACIÓN**

La migración se ha hecho presente también es esta comunidad, los padres migran temporalmente en busca de trabajo, los niños también en varias ocasiones lo hacen también, unos por trabajos y otros por estudio.

Los miembros que no han migrado se dedican a actividades principalmente agropecuarias desde ya muchos años atrás, y que les ha permitido salir a delante en la subsistencia de su familia.

### **3.5.1.5. ENCUESTAS**

En el cálculo de la muestra se obtuvo un total de 51 encuestas, sin embargo dado a las actividades que realizan los habitantes se es difícil la aplicación, en su lugar se realizó una encuesta por cada casa (40) a beneficiarse del proyecto de la comunidad Gampala Torobamba. A continuación, se detalla la tabulación de cada pregunta respondida por los encuestados:

ENCUESTA: ver anexo 2

### **3.5.1.6. RESUMEN DE LOS RESULTADOS**

Se aplicaron encuestas que puedan recolectar la información necesaria para determinar la situación socio económica actual de la población que pueda servir para la ejecución del proyecto de construcción del sistema de agua potable.

A continuación se detallan los resultados obtenidos luego de la aplicación y tabulación de las encuestas realizadas a los propietarios de los lotes de los sectores en estudio.

**TABLA 5. Resumen de los resultados**

		UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO																					
		FACULTAD DE INGENIERIA																					
		ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL																					
		PROYECTO: “ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO PARA LA COMUNIDAD DE GAMPALA TOROBAMBA DE LA PARROQUIA SICALPA, CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”																					
		No. De Encuesta																		19	20	21	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	19	20	21	
NUMERO DE HABITANTES	Adultos mayores (M)	1	1			1							1			1	1		1	1			
	Adultos mayores (F)	1				1						1					1		1				
	Adultos (M)	1		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1		2		1	1		1	1	
	Adultos (F)		1	1	1		1	1	1	1	1	2	1	2	1		1	1		1	1	1	
	De 13 a 21 años (M)			1				1		4	2		1	2		1	2	2				1	
	De 13 a 21 años (F)			1			2		3	1		2	2	3	2							4	2
	Menores a 12 años (M)			2	3		1	2	3		3	3		2	1	2						2	1
	Menores a 12 años (F)				3		2		1	2		1				2		1					1
	TOTAL	3	2	6	8	3	7	5	9	9	7	11	6	10	4	8	5	5	3	2	9	6	
	Reciben educación	1		6			4	5	8	5	6	2	3		3			5				4	4
	Migran (M)					1	1	2				4		1	1				1				
Migran (F)				1							5					1							
INGRESOS PROMEDIO MENSUAL	Menor a 100 dólares	x		x		x		x	x	x		x	x	x	x		x		x	x			
	De 100 a 250 dólares		x		x		x				x					x		x			x	x	



ENFERMEDADES GASTROINTESTINALES	Si	x	x	x						x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	No				x	x	x	x	x		x	x										
ELIMINACIÓN DE AGUAS SERVIDAS	Alcantarillado																					
	Pozo séptico			x					x	x	x		x	x	x	x		x			x	x
	Letrina	x	x		x	x	x	x				x					x		x	x		
APARATOS SANITARIOS	Ducha		x		x	x	x	x	x	x	x		x	x			x		x	x	x	x
	Inodoro	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Lavabo		x	x	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Lavandería		x			x					x		x			x		x		x	x	x
DISPOCICIÓN A COLABORAR EN CONSTRUCCION	Si	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	No																					
DISPOCICIÓN A PAGAR POR EL SISTEMA	Si	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	No																					

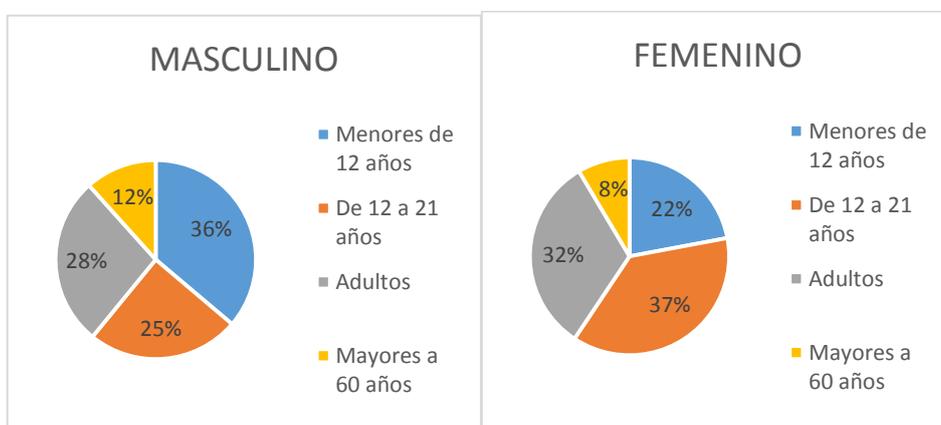
FUENTE: Santiago López

### 3.5.2. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 1.- ¿Cuántas personas viven con usted?

Ilustración 3. Número de habitantes

	MASCULINO	%	FEMENINO	%
Menores de 12 años	25	36 %	13	22 %
De 12 a 21 años	17	25 %	22	37 %
Adultos	19	28 %	19	32 %
Mayores a 60 años	8	12 %	5	8 %
	69		59	



Fuente: Santiago López

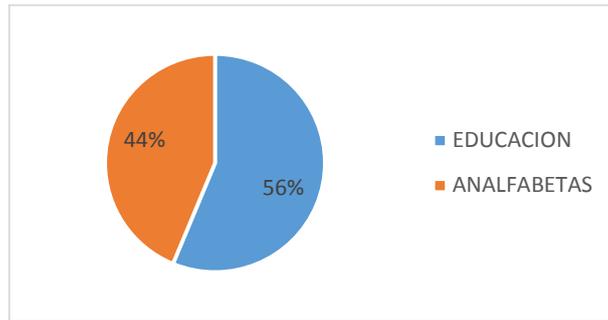
#### Análisis e interpretación de resultados:

Los porcentajes observados en las tablas de resultados nos indican que el total de la población en muestreo es de 128 habitantes, de los cuales 69 representan al sexo masculino y 59 restantes al sexo femenino, la población que supera en cantidad es la de 12 a 21 años de género femenino con un total de 37%, seguido por los menores de 12 años masculinos y adultos de ambos géneros. Las personas mayores a 60 años pertenecen a la menor población en la comunidad.

#### 2.- ¿Cuántas personas se encuentran recibiendo o han recibido educación?

Ilustración 4. Numero de analfabetas

EDUCACION	72	56 %
ANALFABETAS	56	44 %



Fuente: Santiago López

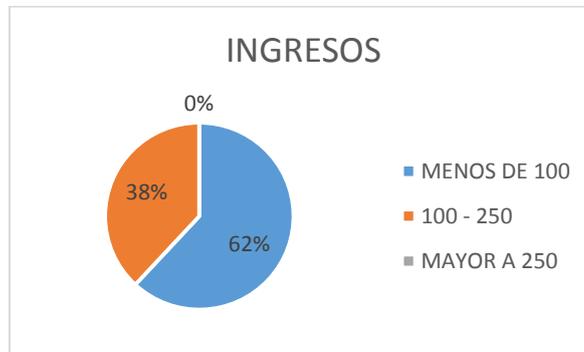
### **Análisis e interpretación de resultados:**

Se aprecia que más de la mitad de la población en un 56% si recibe o ha recibido educación básica. Estos son índices buenos pues demuestra el desarrollo que busca tener la comunidad Gampala Torobamba.

### **3.- ¿Cuánto son sus ingresos promedio mensual?**

**Ilustración 5. Ingresos promedio mensuales**

MENOS DE 100	13	62 %
100 - 250	8	38 %
MAYOR A 250	0	0 %



Fuente: Santiago López

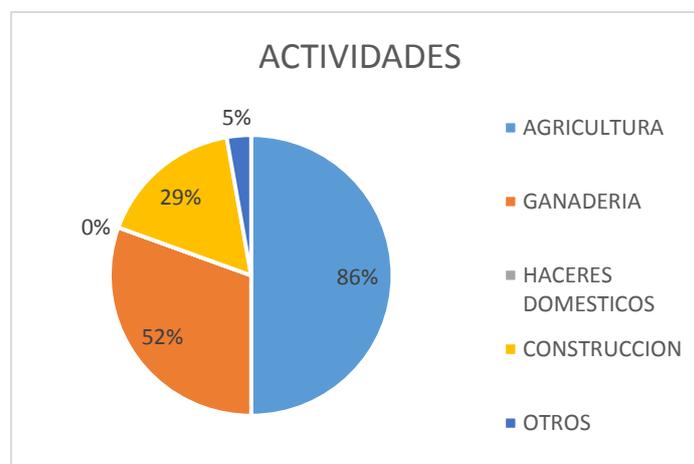
### **Análisis e interpretación de resultados:**

De los resultados obtenidos se puede observar que la mayor parte de la población en un 62 % gana un mensual promedio menor a 100 dólares, tan solo el 38 % gana entre 100 y 250 dólares, y el 0 % es decir nadie gana sobre los 250 dólares.

#### 4.- ¿Cuáles son sus principales actividades económicas?

Ilustración 6. Actividades económicas

ACTIVIDADES		
AGRICULTURA	86%	18
GANADERIA	52%	11
HACERES DOMESTICOS	0%	0
CONSTRUCCION	29%	6
OTROS	5%	1



Fuente: Santiago López

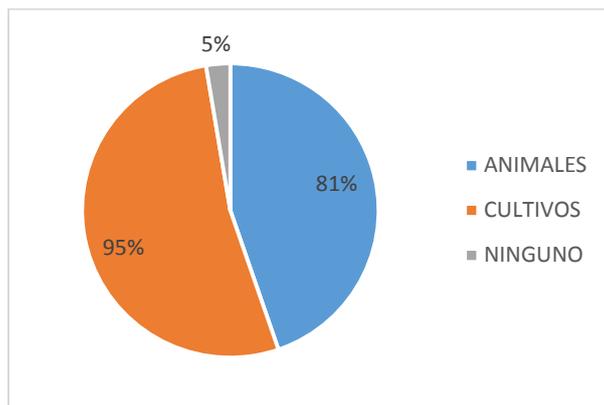
#### Análisis e interpretación de resultados:

Se puede apreciar que la principal actividad económica del sector es la agricultura ya que el 86 % de la población se dedica a esto, pero la ganadería también es una actividad que predomina con 52 % en la mayoría se practica combinada con la agricultura para así solventarse económicamente, además de esto la población se dedican también a otras actividades como son el comercio o la manufactura pero tan solo el 5 % lo hace.

#### 5.- ¿Tiene usted animales o cultivos?

Ilustración 7. Animales y Cultivos

ANIMALES	81%	17
CULTIVOS	95%	20
NINGUNO	5%	1



Fuente: Santiago López

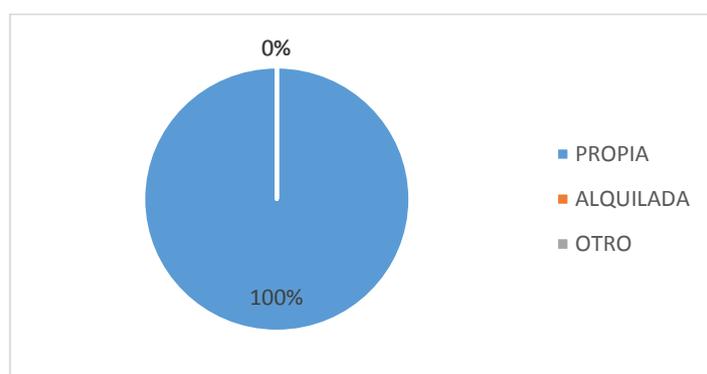
### **Análisis e interpretación de resultados:**

Los porcentajes observados en la tabla nos indican que el 95 % del total de la población posee cultivos y el 81 % también posee animales, pero solo el 5 % no tiene ninguno de los dos.

### **6.- La vivienda en la que habita es:**

**Ilustración 8. Tipo de vivienda**

TIPO DE VIVIENDA		
PROPIA	100%	21
ALQUILADA	0%	
OTRO	0%	



Fuente: Santiago López

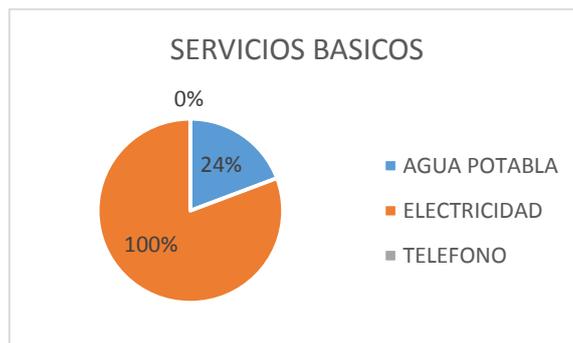
### **Análisis e interpretación de resultados:**

En la gráfica está representado que todas las personas viven en propiedad propia, la construcción del sistema de agua potable contribuirá a un rápido desarrollo de la población del sector ya que muchas familias comenzarán la construcción de sus viviendas al poder contar con el principal servicio básico.

**7.- Seleccione los servicios básicos con los que cuenta usted en su hogar**

**Ilustración 9. Servicios básicos**

SERVICIOS BASICOS		
AGUA POTABLE	24%	5
ELECTRICIDAD	100%	21
TELEFONO	0%	0



Fuente: Santiago López

**Análisis e interpretación de resultados:**

Del total de las personas encuestadas se puede observar que el 100 % de la población posee electricidad, el 24 % cuenta con agua potable proveniente del tanque de reserva de la comunidad conjunta que es La Esperanza, esto representa que la población necesita primordialmente la construcción del servicio de agua potable para así comenzar con su desarrollo y en un futuro poder ampliar la dotación de los demás servicios como lo son el alcantarillado y teléfono.

**8.- Seleccione el lugar de procedencia del agua que actualmente se encuentra consumiendo**

**Ilustración 10. Procedencia del agua**

PROCEDENCIA DEL AGUA		
VERTIENTE	100%	21
RIO	0	0
LLUVIA	0	0
AGUA EMBOTELLADA	0	0



Fuente: Santiago López

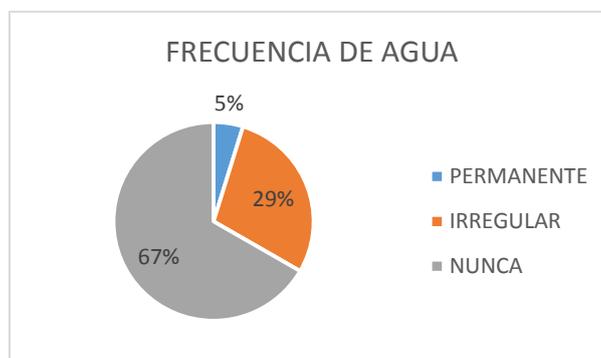
**Análisis e interpretación de resultados:**

Los porcentajes observados en la tabla de resultados nos indican que la población se abastece en su totalidad de agua por medio de las vertientes de las que disponen en su sector, estas cifras nos indican que el sector necesita una pronta intervención para poder acceder a una fuente de agua que les brinde seguridad en el consumo y así evitar enfermedades por consumo de fuentes no potables.

**9.- Seleccione la frecuencia con la que cuenta con agua en su vivienda**

**Ilustración 11. Frecuencia de agua**

FRECUENCIA DE AGUA		
PERMANENTE	5%	1
IRREGULAR	29%	6
NUNCA	67%	14



Fuente: Santiago López

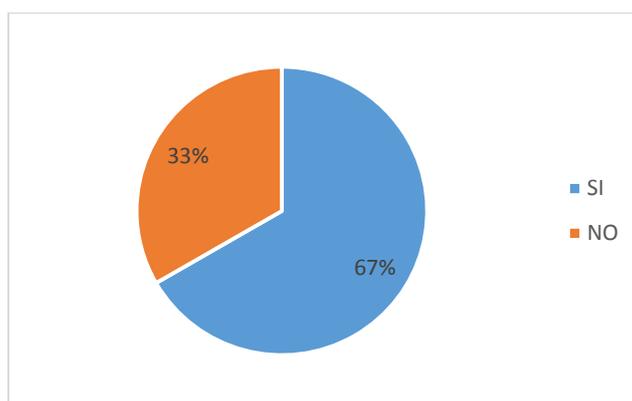
### **Análisis e interpretación de resultados:**

Como la gráfica nos muestra el 67 % de la población nunca tiene agua en su casa, su única forma de abastecerse es descender la quebrada hasta la vertiente y transportar el agua por medio de utensilios no aptos y contaminados. El porcentaje de la comunidad que posee agua potable al ser abastecida por el agua de la comunidad La Esperanza el caudal no es el óptimo por lo que la frecuencia del líquido vital solo es permanente para el 5 % de la comunidad.

### **10.- ¿En su familia se ha presentado algún tipo de enfermedad gastrointestinal a causa del agua que consume?**

**Ilustración 12. Enfermedades**

ENFERMEDADES		
SI	67%	14
NO	33%	7



Fuente: Santiago López

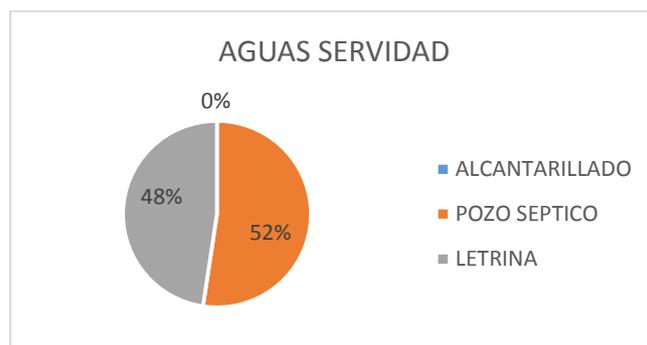
### **Análisis e interpretación de resultados:**

Claramente nos muestra la gráfica que el 67 % de la población han padecido algún problema de salud a causa del agua contaminada que se han visto obligados a consumir, esto es más común en los niños y es muy importante que este número se pueda disminuir pues siempre se busca velar por el bien estar del ser humano.

### **11.- Seleccione el medio que utiliza actualmente para la eliminación de las aguas servidas**

**Ilustración 13. Aguas servidas**

AGUAS SERVIDAD		
ALCANTARILLADO	0%	0
POZO SEPTICO	52%	11
LETRINA	48%	10



Fuente: Santiago López

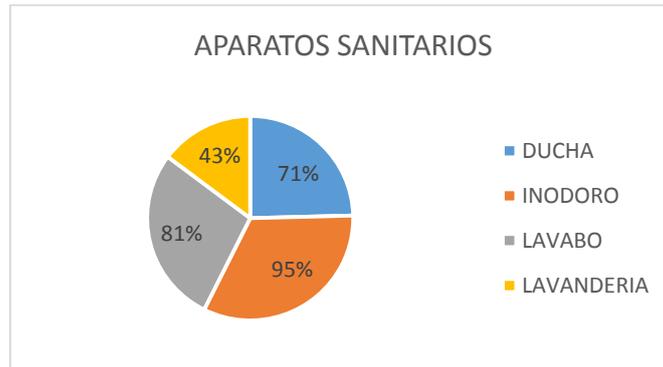
**Análisis e interpretación de resultados:**

En la gráfica se puede apreciar que el 52 % de la población desaloja las aguas servidas a través de pozos sépticos, mientras que el 48 % lo hace a través de letrinas. Esta cifra nos indica que el sector también necesita una pronta atención en la construcción de un sistema de alcantarillado ya que a pesar de que la población cuenta con pozos sépticos para el desfogue de las aguas servidas, muchos de estos no son bien concebidos y pueden ocasionar la aparición de enfermedades relacionadas a la falta de higiene.

**12.- Seleccione los aparatos sanitarios con los que cuenta en su vivienda**

**Ilustración 14. Aparatos sanitarios**

APARATOS SANITARIOS		
DUCHA	71%	15
INODORO	95%	20
LAVABO	81%	17
LAVANDERIA	43%	9



Fuente: Santiago López

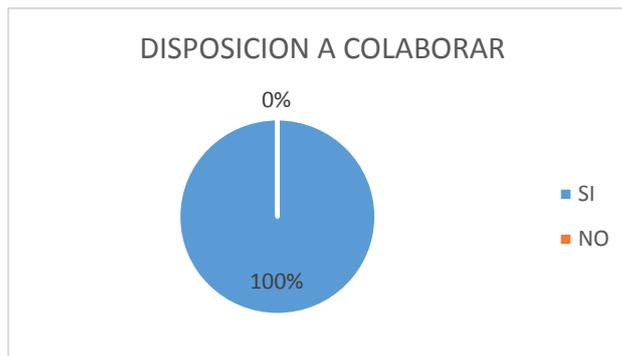
**Análisis e interpretación de resultados:**

De los resultados obtenidos se puede observar que la mayor parte de la población hace uso de inodoros con el 95% del total, las cifras de quienes usan ducha y lavabo también son altas, es decir que el uso del agua en los habitantes es de forma permanente, esto nos indica que la construcción del sistema de agua potable va a representar un gran aporte a la comunidad.

**13.- ¿Está usted dispuesto a colaborar cuando fuese necesario en la construcción del proyecto de Agua Potable?**

**Ilustración 15. Disposición a colaborar**

DISPOSICION COLABORAR		A
SI	100%	21
NO	0%	



Fuente: Santiago López

**Análisis e interpretación de resultados:**

La totalidad de la población considera importante la construcción de este proyecto, por lo que el 100% de los encuestados estarán dispuestos a colaborar en las labores necesarias para que el sistema de agua potable se lleve a cabo, ya que así la población mejorará su calidad de vida y tendrán un mejor desarrollo.

#### 14.- ¿Está usted dispuesto a pagar una tarifa por el servicio de Agua Potable?

Ilustración 16. Disposición a pagar

DISPOSICION PARA PAGAR		
SI	100%	21
NO	0%	



Fuente: Santiago López

#### Análisis e interpretación de resultados:

La totalidad de la población considera importante la construcción de este proyecto, por lo que el 100% de los encuestados estarán dispuestos a pagar una tarifa mínima por recibir el servicio de agua potable, ya que así la población mejorará su calidad de vida y tendrán un mejor desarrollo.

#### 3.5.3. RESUMEN DE LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Del análisis de datos recopilados podemos destacar que la comunidad no cuenta con el abastecimiento satisfactorio de Agua Potable, lo que les obliga a buscar un suministro del líquido vital, pero la calidad no es la eficiente causando enfermedades intestinales.

La comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado, que sería la forma óptima de evacuar las aguas servidas, en lugar de ello se han visto obligados a construir pozos sépticos y letrinas, afectando de esta manera el medio ambiente creando focos contaminadores.

El suministro que actualmente tienen de Agua, está ubicado en un punto a más de un kilómetro colina abajo del centro de la comunidad y su acceso es muy dificultoso con pendientes pronunciadas y la presencia de barro negro, esto ha hecho que personas de avanzada edad no puedan abastecerse del líquido sin la necesidad de otra persona.

La construcción de este proyecto de agua potable es realmente beneficiosa para toda la comunidad, para mejorar su estado de salud y su desarrollo en general.

### 3.6. AFORAMIENTO DE LAS VERTIENTES

La comunidad de Gampala Torobamba cuenta con tres vertientes de agua natural dentro de su zona las cuales se las van a aprovechar en la captación del líquido vital.

Para esta actividad se optó por el aforo volumétrico que es el más utilizado para pequeñas corrientes naturales de agua con pequeños caudales como es el caso.

Este tipo de aforamiento consiste en medir el tiempo que tarda el flujo de agua en llenar un recipiente cuya capacidad sea conocida, el caudal vendría a ser fácilmente calculable a través de la siguiente ecuación:

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

Donde:

Q = Caudal

V = Volumen del recipiente

t = Tiempo

#### PRUEBA #1

La primera prueba de aforo fue realizada durante la época de invierno es decir la estación lluviosa (Octubre – Mayo).

**TABLA 6. Aforo 1, Vertiente N°1**

**REGISTRO DE AFOROS CAPTACIONES**

**Proyecto:** ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO DE LA COMUNIDAD GUAMPALA TOROBAMBA  
**Parroquia:** SICALPA  
**Localización:** VERTIENTES 1-QUEBRADA DE GAMPALA TOROBAMBA  
**COTA:** 3646,335  
**Aforo:** VOLUMÉTRICO  
**Recipiente:** BALDE  
**Forma:** CONO TRUNCADO

**Volumen =** 10,00 litros

**Tiempos :**

t 1 = 68,00 seg.

t 2 = 66,00 seg.

t 3 = 66,00 seg.

t 1 = 69,00 seg.

t 2 = 67,00 seg.

t p =	<u>67,20</u>	seg.	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>
-------	--------------	------	------------------------

Q 1 = 0,15 l/seg.

Q 1 = 12,86 m3/d

Elaborado por: Santiago López

**TABLA 7. Aforo 1, Vertiente N°2**

**REGISTRO DE AFOROS CAPATAACIONES**

**Proyecto:** ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO DE LA COMUNIDAD GUAMPALA TOROBAMBA

**Parroquia:** SICALPA

**Localización:** VERTIENTES 2- QUEBRADA DE GAMPALA TOROBAMBA

**COTA:** 3644,59

**Aforo:** VOLUMÉTRICO

**Recipiente:** BALDE

**Forma:** CONO TRUNCADO

**Volumen =** 6,00 litros

**Tiempos :**

t 1 = 202,00 seg.

t 2 = 212,00 seg.

t 3 = 209,00 seg.

t 1 = 0,00 seg.

t 2 = 0,00 seg.

<b>t p =</b> <u>207,67</u> seg.	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>
---------------------------------	------------------------

**Q 2 =** 0,03 l/seg.

**Q 2 =** 2,50 m3/d

Elaborado por: Santiago López

**TABLA 8. Aforo 1, Vertiente N°3**

**REGISTRO DE AFOROS CAPTACIONES**

**Proyecto:** ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO DE LA COMUNIDAD GUAMPALA TOROBAMBA

**Parroquia:** SICALPA

**Localización:** CAPTACION TIPO VERTIENTE DE LA QUEBRADA DE PILAHUYACO

**COTA:** 3632,53

**Aforo:** VOLUMÉTRICO

**Recipiente:** BALDE

**Forma:** CONO TRUNCADO

**Volumen =** 6,00 litros

**Tiempos :**

t 1 = 102,00 seg.  
 t 2 = 104,00 seg.  
 t 3 = 100,00 seg.  
 t 1 = 102,00 seg.  
 t 2 = 0,00 seg.

<b>t p =</b>	<b>102,00</b>	<b>seg.</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>
--------------	---------------	-------------	------------------------

**Q 3 =** 0,06 l/seg.

**Q 3 =** 5,08 m3/d

Elaborado por: Santiago López

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_t = 0,15 + 0,03 + 0,06$$

$$Qt = 0,24 \frac{l}{seg}$$

**PRUEBA #2**

Esta segunda prueba de aforo fue realizada durante la época de verano, o también llamada la estación seca. El verano dura aproximadamente 4 meses (Junio – Septiembre).

**TABLA 9. Aforo 2, Vertiente N°1**

<b>REGISTRO DE AFOROS CAPATAACIONES</b>			
<b>Proyecto:</b>	ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO DE LA COMUNIDAD GUAMPALA TOROBAMBA		
<b>Parroquia:</b>	SICALPA		
<b>Localización:</b>	VERTIENTES 1-QUEBRADA DE GAMPALA TOROBAMBA		
<b>COTA:</b>	3646,335		
<b>Aforo:</b>	VOLUMÉTRICO		
<b>Recipiente:</b>	BALDE		
<b>Forma:</b>	CONO TRUNCADO		
<b>Volumen =</b>	<u>6,00</u>	<b>litros</b>	
<b>Tiempos :</b>	t 1 =	<u>33,25</u>	seg.
	t 2 =	<u>32,55</u>	seg.
	t 3 =	<u>32,34</u>	seg.
	<b>t p =</b>	<u>32,71</u>	<b>seg. TIEMPO PROMEDIO</b>
	<b>Q 1 =</b>	<u>0,18</u>	<b>l/seg.</b>
	<b>Q 1 =</b>	<u>15,85</u>	<b>m3/d</b>

Elaborado por: Santiago López

**TABLA 10. Aforo 2, Vertiente N°2**

**REGISTRO DE AFOROS CAPATACIONES**

**Proyecto:** ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO DE LA COMUNIDAD GUAMPALA TOROBAMBA

**Parroquia:** SICALPA

**Localización:** VERTIENTES 2- QUEBRADA DE GAMPALA TOROBAMBA

**COTA:** 3644,59

**Aforo:** VOLUMÉTRICO

**Recipiente:** BALDE

**Forma:** CONO TRUNCADO

**Volumen =** 6,00 litros

**Tiempos :**

t 1 = 170,20 seg.

t 2 = 174,36 seg.

t 3 = 171,46 seg.

<b>t p =</b> <u>172,01</u> seg. <b>TIEMPO PROMEDIO</b>
--

**Q 2 =** 0,03 l/seg.

**Q 2 =** 3,01 m3/d

Elaborado por: Santiago López

**TABLA 11. Aforo 2, Vertiente N°3**

**REGISTRO DE AFOROS CAPTACIONES**

**Proyecto:** ESTUDIO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO DE LA COMUNIDAD GUAMPALA TOROBAMBA

**Parroquia:** SICALPA

**Localización:** CAPTACION TIPO VERTIENTE DE LA QUEBRADA DE PILAHUYACO

**COTA:** 3632,53

**Aforo:** VOLUMÉTRICO

**Recipiente:** BALDE

**Forma:** CONO TRUNCADO

**Volumen =** 6,00 litros

**Tiempos :**

t 1 = 83,40 seg.

t 2 = 82,46 seg.

t 3 = 84,62 seg.

<b>t p =</b>	<b>83,49</b>	<b>seg.</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>
--------------	--------------	-------------	------------------------

**Q 3 =** 0,07 l/seg.

**Q 3 =** 6,21 m3/d

Elaborado por: Santiago López

$$Q_t = Q_1 + Q_2 + Q_3$$
$$Q_t = 0,18 + 0,03 + 0,07$$
$$Q_t = 0,28 \frac{l}{seg}$$

Promedio total de las dos pruebas:

$$Q = \frac{0,24 + 0,28}{2}$$

$$Q = 0,26 \frac{l}{seg}$$

## CAPITULO IV

### 4. PROPUESTA

Estudio y diseño de un sistema de Agua Potable a bombeo para la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

#### 4.1. CÁLCULO Y DISEÑO

##### 4.1.1. PERIODO DE DISEÑO

Es considerado el tiempo para el cual el sistema operará en forma eficiente, tanto por su capacidad de recolección, tratamiento, resistencia física de las instalaciones y la calidad del servicio. Para escoger el periodo de diseño debemos tomar en cuenta las siguientes consideraciones: que las obras de captación tiene una vida útil de 25 a 50 años, así mismo la planta de tratamiento tiene una vida útil de 30 a 40 años, por parte de la tubería a usar tipo PVC con un periodo de vida útil máximo de 20 a 25 años, con las consideraciones mencionadas hemos seleccionado como mejor opción un periodo de diseño de 25 años. (Criollo & Pazmiño, 2015, pág.61).

$$n = 25 \text{ años}$$

##### 4.1.2. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Uno de los parámetros de diseño más importantes es el cálculo de la población a futuro a la cual el sistema de agua potable deberá abastecer al final de su vida útil o período de diseño. Para la Comunidad Gampala Torobamba no se han encontrado los registros necesarios de censos anteriores para la determinación del índice de crecimiento poblacional por lo cual nos basaremos en las normas de diseño de la SSA, numeral 4.2.4, las mismas que recomiendan estimar un valor de 1 % de crecimiento anual para la Sierra para la proyección geométrica indicados en el cuadro 2.3.

**TABLA 12. Tasas de crecimiento poblacional**

REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1,0
Costa, Oriente y Galápagos	1,5

Fuente. Código Ecuatoriano para el diseño de la Construcción de obras sanitarias, norma CO 10.7-602, Tabla 5.1, pág. 18, 1997.

### 4.1.3. POBLACIÓN DE DISEÑO

La población futura se escogerá tomando en cuenta los siguientes aspectos: económicos, geopolíticos y sociales, también se tomará como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales. (CPE INEN 5 Parte 9-2, 1997, pág. 18).

**TABLA 13. Población de la comunidad Gampala Torobamba**

COMUNIDAD	FAMILIAS	HABITANTES	HOMBRES (H)	MUJERES (M)
Gampala Torobamba	40	160	77	83

Investigado por: Santiago López

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de cantón Colta 2014-2030

Para el cálculo de la población que se proyecta a futuro durante la vida útil del sistema de agua potable se utilizara tres distintos métodos que se presentan a continuación:

#### 4.1.3.1. MÉTODO ARITMÉTICO

Este método se basa en que el crecimiento poblacional se da de forma constante, es decir de forma lineal y esta expresado por la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa * (1 + r * n)$$

Donde

Pf = Población futura

Pa = Población actual (160)

r = Índice de crecimiento poblacional (1%)

n = Periodo de diseño (25 años)

$$Pf = 160 * (1 + 0,01 * 25)$$

$$Pf = 200$$

#### 4.1.3.2. MÉTODO GEOMÉTRICO

Este método es el más empleado en nuestro país y este supone que el crecimiento en las poblaciones pequeñas es en todo instante en cantidades proporcionales a la población total, respetando la ecuación:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Donde

Pf = Población futura

Pa = Población actual (160)

r = Índice de crecimiento poblacional (1%)

n = Periodo de diseño (25 años)

$$Pf = 160 * (1 + 0,01)^{25}$$

$$Pf = 206$$

#### **4.1.3.3. MÉTODO EXPONENCIAL**

Para este método se utiliza la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa * e^{r*n}$$

Donde

Pf = Población futura

Pa = Población actual (160)

r = Índice de crecimiento poblacional (1%)

n = Periodo de diseño (25 años)

$$Pf = 160 * e^{0,01*25}$$

$$Pf = 206$$

De los métodos realizados, considerando que en este método se toman en cuenta aspectos demográficos y ya que es un método muy utilizado y conocido en Ecuador, se hará uso de los resultados obtenidos a través del método geométrico con una población futura de 206 habitantes.

#### **4.1.4. DOTACIÓN DE AGUA**

Esto deberá responder a las exigencias de consumo de agua durante el año ya que ésta no es constante por lo que es necesario calcular el gasto máximo diario y máximos horarios.

##### **4.1.4.1. NIVEL DE SERVICIO**

Siguiendo lo recomendado en las normas de diseño SSA numeral 4.3.1, se definen los niveles de servicio que se deben cumplir para abastecimiento de agua, a continuación se muestra la tabla

**TABLA 14. Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua**

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP DE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disposiciones técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
Ia	AP DE	Grifos públicos Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP DE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrinas sin arrastre de agua.
IIa	AP DE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa. Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP DRL	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa. Sistema de alcantarillado sanitario.
<p><b>SIMBOLOGÍA:</b>                      AP = Agua potable.                      DE = Disposición de excretas.                      DRL = Disposición de residuos líquidos.</p>		

Fuente: Normas de diseño SSA, numeral 4.3.1, pág. 19, 1988

#### 4.1.4.2. DOTACIÓN MEDIA ACTUAL

La dotación media actual (DMA) depende de los estándares de vida de la comunidad y de clima de la zona, básicamente esta cubre únicamente el consumo doméstico.

**TABLA 15. Usos del agua en actividades cotidianas**

USOS	CONSUMO (l/hab/día)	
	CLIMA FRIO	CLIMA CÁLIDO
Bebida	2	2
Alimentación	8	10
Lavado de utensilios	8	8
Aseo corporal menor	6	10
Baño de ducha	8	17
Lavado de ropa	15	15

Inodoro	15	15
<b>TOTAL</b>	<b>62</b>	<b>77</b>

Fuente: CPE INEN 005-9-2, 1997

Por medio de una comparación con las características que presenta la zona en la comunidad Gampala Torobamba, se escogió lo establecido en el cuadro de la CPE INEN 005-9-2, 1997 con una dotación media actual de 62 l/hab/día.

#### 4.1.4.3. DOTACIÓN MEDIA FUTURA

Para la dotación media futura (DMF), de acuerdo al nivel de servicio IIa seleccionado anteriormente, se elegirá de la normativa de diseño para área rural de la SSA según la siguiente tabla:

**TABLA 16. Dotación media futura para diferentes niveles de servicio**

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO	CLIMA CALIDO
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: Normas de diseño SSA, numeral 4.4.1, pág. 19, 1988

En bien de la comunidad Gampala Torobamba y a favor de su nivel socio-cultural, en el presente proyecto se trabajará con una dotación media futura de 60 l/hab/día.

$$Dmf = 60 \frac{l}{hab} / día$$

#### 4.1.5. CAUDALES DE DISEÑO

##### 4.1.5.1. CAUDAL MEDIO DIARIO (Qmd)

Este caudal debe ser calculado para el consumo de la población en un año de registro, para ello se utiliza la ecuación:

$$Qmd = \frac{f * (Pf * Dmf)}{86400}$$

Donde:

Qmd = Caudal medio diario

f = Factor de fugas (1,20 para nivel de servicio IIa)

Pf = Población futura (206)

Dmf = Dotación media futura (60)

$$Qmd = \frac{1,2 * (206 * 60)}{86400}$$

$$Qmd = 0,172 \frac{l}{s}$$

#### 4.1.5.2. CAUDAL MÁXIMO DIARIO(QMD)

El caudal máximo diario está representado por el día con el mayor registro de consumo en el periodo de un año, y se obtendrá por la ecuación:

$$QMD = Qmd * K1$$

Donde:

QMD = Caudal máximo diario

Qmd = Caudal medio diario (0,172)

K1 = Coeficiente de mayoración

Según la Norma CPE INEN 5 PARTE 9-2, el valor de mayoración para K1 es de 1,25 para todos los niveles de servicio.

$$QMD = 0,172 * 1,25$$

$$QMD = 0,215 \text{ l/s}$$

#### 4.1.5.3. CAUDAL MÁXIMO HORARIO(QMH)

El caudal máximo horario se refiere a la mayor demanda que puede haber en una hora durante un periodo de un año, viene dado por la ecuación:

$$QMH = Qmd * K2$$

Donde:

QMH = Caudal máximo horario

Qmd = Caudal medio diario (0,172 l/s)

K2 = Coeficiente de variación horaria

Según la Norma CPE INEN 5 PARTE 9-2, el valor de variación horaria para K2 es de 3 para todos los niveles de servicio.

$$QMH = 0,172 * 3$$

$$QMH = 0,516 \text{ l/s}$$

#### 4.1.6. DISEÑO DE LA CAPTACIÓN

##### 4.1.6.1. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Para el cálculo del volumen para el almacenamiento de agua, entran en cuestión varias situaciones importantes a considerar, a continuación se enlistan las más importantes:

- Garantizar satisfacer la demanda de consumo hasta el final del periodo de diseño.
- Garantizar la prevención y control de posibles incendios.
- Dotar de agua en caso de interrupción del abastecimiento.
- Obtener un diseño económico del sistema.
- Mantener las presiones requeridas del servicio en la red de distribución.

Para poblaciones menores a 1000 habitantes la capacidad de almacenamiento generalmente dada por el 50% del caudal medio diario (Qmd), para el presente proyecto se ha visto conveniente usar el caudal de bombeo pues se aprovecha de mejor manera el volumen de almacenamiento, tomando en consideración el alto índice de producción agrícola de la población.

$$Vol. \text{ almac.} = 0,5 * \frac{Qb * 86400}{1000}$$

Donde:

Vol.almac. = Volumen de almacenamiento

Qmd = Caudal de bombeo (0,451 l/s)

$$Vol. \text{ almac.} = 0,5 * \frac{0,451 * 86400}{1000}$$

$$Vol. \text{ almac.} = 19,48 \text{ m}^3$$

$$Vol. \text{ almac.} \cong 30 \text{ m}^3$$

##### 4.1.6.2. CAUDAL DE LA FUENTE

Es muy importante que la cantidad de agua disponible de la fuente sea la necesaria para satisfacer la demanda de consumo al final del periodo de diseño.

Según las normas de diseño de la SSA, numeral 5.1.1, la fuente de abastecimiento deberá garantizar un caudal mínimo de 2 veces el caudal máximo diario futuro calculado.

$$Qf. \text{ abast.} = 2 * QMD$$

Donde:

Qf.abast. = Caudal de la fuente de abastecimiento

QMD = Caudal máximo diario (0,215 l/s)

$$Qf. abast. = 2 * 0,215$$

$$Qf. abast. = 0,43 \text{ l/s}$$

#### **4.1.6.3. CAUDAL DE LA CAPTACIÓN**

Para el caudal de la captación las normas de diseño de la SSA en numeral 5.2.1, recomienda la captación deberá tener una capacidad tal que garantice al sistema de agua potable un caudal mínimo de 1,20 veces el caudal máximo diario al final del periodo de diseño.

$$Q_{capt.} = 1,20 * QMD$$

Donde:

$Q_{capt.}$  = Caudal de la captación

QMD = Caudal máximo diario (0,215 l/s)

$$Q_{capt.} = 1,20 * 0,215$$

$$Q_{capt.} = 0,258 \text{ l/s}$$

#### **4.1.6.4. CAUDAL DE LA CONDUCCIÓN**

La línea de conducción se diseñará para conducir el caudal requerido en el día de máxima demanda del período de diseño establecido. Las normas de diseño de la SSA en el numeral 5.3.1.1, recomiendan que el caudal de diseño de la conducción será 1.10 veces el caudal máximo diario calculado al final del período de diseño cuando la conducción no requiere bombeo.

$$Q_{cond.} = 1,10 * QMD$$

Donde:

$Q_{cond.}$  = Caudal de la conducción

QMD = Caudal máximo diario (0,215 l/s)

$$Q_{cond.} = 1,10 * 0,215$$

$$Q_{cond.} = 0,236$$

#### **4.1.6.5. Planta de tratamiento**

Las normas de la SSA de acuerdo al numeral 5.4.1, recomiendan que la capacidad de la planta de tratamiento o potabilización será 1.10 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del período de diseño.

$$Q_{p. trat.} = 1,10 * QMD$$

Donde:

$Q_{p. trat.}$  = Caudal planta de tratamiento

QMD = Caudal máximo diario (0,215 l/s)

$$Q_{p. trat.} = 1,10 * 0,215$$

$$Q_{p. trat.} = 0,236 \text{ l/s}$$

#### 4.1.6.6. Red de distribución

En el numeral 5.6.1, de las normas de la SSA para diseño de sistemas de agua potable, establece que cualquiera que sea el nivel de servicio, la capacidad de la red de distribución se calculará para el consumo máximo horario (QMH). En poblaciones pequeñas no se considera incremento para combatir incendios.

$$Q_{dist.} = QMH \text{ l/s}$$

Donde:

Q<sub>dist.</sub> = Caudal red de distribución

QMH = Caudal máximo horario (0,516 l/s)

$$Q_{dist.} = 0,516 \text{ l/s}$$

#### 4.1.7. ESTACIÓN DE BOMBEO

La estación de bombeo para el sistema de agua potable de la comunidad Gampala Torobamba, es necesaria para la impulsión del líquido vital a una cota superior donde estará ubicada la planta de tratamiento.

Las características que debe tener la bomba dependerán del caudal que se desea suministrar, tomando en cuenta las variaciones y que cubra los caudales máximos y mínimos.

Se plantea una estación de bombeo que contiene los siguientes componentes:

- Caseta de Bombeo
- Cámara Húmeda
- Equipo de Bombeo
- Línea de impulsión
- Válvulas de regulación y control
- Área de operaciones y control
- Cerramiento de protección

#### 4.1.7.1. CAUDAL DE BOMBEO

Para éste cálculo se usará lo estipulado en las normativas del ex IEOS mediante la siguiente ecuación:

$$Q_b = 1,05 * QMD * \frac{24}{N}$$

Donde:

Q<sub>b</sub> = Caudal de bombeo

QMD = Caudal máximo diario (0,215 l/s)

N = Número de horas de bombeo al día

El número de horas de bombeo en un día dependerá de la disponibilidad de energía, consumo de agua etc. Es recomendable asumir un periodo de bombeo 12 horas diarias como máximo, por razones económicas y operativas. (OPS/CEPIS/05.161, 2005, pág. 4)

$$Qb = 1,05 * 0,215 * \frac{24}{12}$$

$$Qb = 0,451 \text{ l/s}$$

#### 4.1.7.2. VELOCIDAD DEL LIQUIDO

Esta velocidad deberá cumplir con lo estipulado en las normativas ex IEOS 1992, donde la presión límite máxima permitida para tuberías de plástico será de 4,5 m/s y una mínima de 0,6 m/s. para determinar la velocidad se usa la ecuación:

$$V = \frac{Qb}{At}$$

Donde:

V = Velocidad

Qb = Caudal de bombeo (0,451)

At = Área de la tubería

$$V = \frac{0,000451 * 4}{\pi * 0,023^2}$$

$$V = 1,085 \text{ m/s}$$

#### 4.1.7.3. VÁLVULAS

**Válvulas de Aire:** Las líneas de tuberías a presión deberán diseñarse de tal manera que en los puntos altos se encuentren instaladas válvulas de aire y por medio estas válvulas sacar el aire que se encuentra presente en las tuberías, para evitar daños en el sistema. (Cátedra de Agua Potable y Alcantarillado, 2014).

**Válvulas de desagüe:** Se instalan en los puntos más bajos de la línea de conducción, dando facilidades para el drenaje cuyo diámetro debe ser compatible con la línea de conducción principal. (Cátedra de Agua Potable y Alcantarillado, 2014).

#### 4.1.7.4. ALTURA DINÁMICA

Se puede decir que es el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba de impulsión. Se utiliza la ecuación:

$$ADT = \text{cota mayor} - \text{cota menor}$$

Donde:

ADT = Altura dinámica total

H.est = Altura estática (diferencias de cotas)

$$ADT = 3819.84 - 3626.59$$

$$ADT = 193.25 \text{ m}$$

#### 4.1.7.5. POTENCIA DE LA BOMBA

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$Pb = \frac{Qb * ADT}{76 * n}$$

Donde:

Pb = Potencia de la bomba y motor

Qb = Caudal de bombeo

ADT = Altura dinámica total

n = Eficiencia del sistema de bombeo (%)

Cada fabricante elabora curvas características de sus equipos es por ello que se debe conocer las mismas para obtener sus capacidades y rendimientos reales. De igual forma es recomendable que la eficiencia para impulsar el agua a la altura deseada sea mayor a 70%. (OPS/CEPIS/05.161, 2005, pág. 11).

$$Pb = \frac{0,451 * 193.25}{76 * 72\%}$$

$$Pb = 1,59 \text{ HP}$$

Siguiendo la tabla de curvas otorgado por los fabricantes y su recomendación de perdidas la bomba a utilizar será una bomba con una potencia de 3 Hp, de acero inoxidable AISI 316L hasta 2.2 kW, monofásica sumergible 220 – 230 V - 60 Hz tipo 4SR13gm/20. Para su instalación se requerirá la construcción de un camión según las especificaciones del fabricante.

#### 4.1.7.6. RED ELECTRICA

Dada la distancia a la que se ubican las vertientes de abastecimiento de agua y por lo tanto el sistema de bombeo, el sector no cuenta con una fuente de energía eléctrica cercana que dote del servicio a la bomba para su debido funcionamiento.

Por lo tanto se requiere la construcción de una red eléctrica para el transporte de energía hacia el transformador que alimentará el sistema de bombeo. Dicha red será tomada desde el punto más cercano de estación de distribución eléctrica ubicada dentro de la comunidad, y contará con los postes, líneas de transporte a tensiones elevadas y todo elemento necesario que garantice el suministro eléctrico hasta el punto de consumo final.

Los costos de construcción para esta red eléctrica se incluirán en el presupuesto como un rubro general en la instalación del sistema a bombeo.

## **4.2. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

### **4.2.1. GENERALIDADES**

Esta parte del proyecto nos dará una visualización clara del trazado y detalles del área del proyecto esenciales para el diseño. Las normas SSA hacen referencia que el levantamiento topográfico llevara los datos sobre la ubicación exacta de los puntos de mayor interés, estos pueden ser del terreno o de obras aledañas construidas.

En el proyecto en desarrollo se realizó el levantamiento topográfico de los puntos necesarios por donde se trazara e implantara el diseño tomando en cuenta los siguientes sitios:

- Captación
- Línea de conducción
- Planta de tratamiento
- Tanque de almacenamiento
- Puntos para la red de distribución

### **4.2.2. TOMA Y PROCESAMIENTO DE DATOS DE CAMPO**

La realización del levantamiento topográfico y procesamiento de datos se realizó conjuntamente con la ayuda del personal profesional por parte del GADM de Colta y habitantes de la comunidad, para ello se hizo uso de los siguientes materiales y equipos:

- Estación total
- Trípode metálico para estación total
- 2 prismas de 360°
- 2 Bastones
- GPS
- Cinta métrica
- Estacas
- Suministro de oficina

Una vez realizado el levantamiento topográfico en campo se pasó a trabajar en oficina procesando los datos con la ayuda de programas como AutoCAD 2015, CivilCAD 2015 y Epanet. De los cuales se obtuvo los siguientes resultados principales.

- El punto de captación vertiente uno se encuentra a 3626.597 m.s.n.m. y sus coordenadas geográficas son:

Latitud 9798432.3430 Sur

Longitud 746565.9030 Este

- El punto de captación vertiente dos se encuentra a 3632.529 m.s.n.m. y sus coordenadas geográficas son:

Latitud 9798518.7160 Sur

Longitud 746573.0790 Este

- El punto de captación vertiente tres se encuentra a 3646.335 m.s.n.m. y sus coordenadas geográficas son:

Latitud 9798655.5570 Sur

Longitud 746533.1610 Este

- El punto para el almacenamiento del agua se encuentra a 3819.842 m.s.n.m. y sus coordenadas geográficas son:

Latitud 9798953.8040 Sur

Longitud 746946.0470 Este

### **4.3. CALIDAD DE AGUA**

#### **4.3.1. ANALISIS DE LABORATORIO**

Para suministrar el tratamiento adecuado al agua, es indispensable conocer cuáles son las características de la misma en el orden físico - químico y bacteriológico. Razón por la cual, se ha tomado una muestra de la vertiente para conocer el estado de la misma y saber su tratamiento posterior.

Las muestras de las vertientes de agua fueron analizadas en los laboratorios del GAD Municipal de Colta los cuales se encuentran acreditados por el OAE. Los resultados fueron los siguientes:

## ILUSTRACIÓN 17. Exámenes de laboratorio. Vertiente 1



### LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS

#### REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		<b>MUESTRA N° :</b>	<b>15</b>
Fuente: Quebrada Gampala Torabamba (Muestra 1)		Recolectado por: Angel Yuquilema	
Fecha de recolección: 31 de enero de 2016	Hora: 09H12	Fecha de análisis: 31 de enero de 2016	
Sistema de agua potable: Vertiente			
Parroquia: Sicalpa ( Gampala Torabamba)	Localidad:	Colta	

#### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH		6.5 – 8.5	6,98
Color	Pt - Co	15	0
Turbiedad	NTU	5	0,62
Temperatura	° C		19,40
Sólidos Totales Disueltos	mg / L	1000	136,10
Conductividad	µs/cm		382
Sal	%		0,10
Dureza Cálrica	mg / L	300	136,80
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Hierro Total	mg / L $Fe^{++}$	0.3	0,20
Hierro Soluble	mg / L	-	-
Hierro Coloidal	mg / L	-	-
Sulfatos	mg / L $SO_4^{2-}$	200	2,00
Cloro Total	mg / L	-	-
Cloro Residual	mg / L	0.3 -1.5	0,00
Nitritos	mg / L $NO_2^{-}-N$	3.0	0,006
Nitratos	mg / L $NO_3^{-}$	50	1,30
N Amoniacal	mg / L $NH_3-N$	1.0	0,04
Flúor	mg / L $F^{-}$	1.5	0,08
Fósforo	mg / L $PO_4^{3-}$	0.1	1,17
Manganeso	mg / L $Mn^{2+}$	0.4	0,000

#### ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	UFC / 100 mL	Ausencia	<b>22</b>
Coliformes Fecales	UFC / 100 mL	< 1	<b>0</b>

**Técnica:** Filtración por membrana

**Límite permisible:** Norma Técnica Ecuatoriana 1 108:2014 Quinta Revisión. Agua Potable. Requisitos.

**Abreviaturas:** U.F.C: Unidades Formadoras de Colonias

**Observaciones:** Se observa que el agua de la vertiente (1) Quebrada Gampala Torabamba hay una presencia de Coliformes totales, para mitigar este problema se debería construir un tanque de captación para poder recolectar el agua de la vertiente y así que el personal de la comunidad pueda clorar el agua y así este cien por ciento apta para el consumo.

---

**Dr. Ángel Yuquilema V**  
 Firma de responsabilidad

Dir: Frente a la Plaza Cultural de Juan de Velasco. Entre 2 de Agosto y Riobamba Antiguo. Telf. (03) 2912 - 353  
 E mail: [municipiodecolta@andinanet.net](mailto:municipiodecolta@andinanet.net)

COLTA - CHIMBORAZO - ECUADOR

## ILUSTRACIÓN 18. Exámenes de laboratorio. Vertiente 2



*Gobierno Autónomo Descentralizado  
Municipal del Cantón Colta*



Por un Colta Lindo y Próspero

Comuna de la Nacionalidad Ecuatoriana

Capital de la Nación Puruhá

### LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS

#### REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		<b>MUESTRA N° :</b>	<b>16</b>
Fuente: Quebrada Gampala Torobamba (Muestra 2)		Recolectado por: Angel Yuquilema	
Fecha de recolección:	31 de enero de 2016	Hora: 09H34	Fecha de análisis: 31 de enero de 2016
Sistema de agua potable: Vertiente			
Parroquia: Sicalpa ( Gampala Torobamba)	Localidad:	Colta	

#### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH		6.5 - 8.5	8,10
Color	Pt - Co	15	0
Turbiedad	NTU	5	0,45
Temperatura	°C		19,40
Sólidos Totales Disueltos	mg / L	1000	96,70
Conductividad	µs/cm		202
Sal	%		0,10
Dureza Cálctica	mg / L	300	119,70

2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Hierro Total	mg / L $Fe^{++}$	0.3	0,19
Hierro Soluble	mg / L	-	-
Hierro Coloidal	mg / L	-	-
Sulfatos	mg / L $SO_4^{2-}$	200	2,00
Cloro Total	mg / L	-	-
Cloro Residual	mg / L	0.3 - 1.5	0,00
Nitritos	mg / L $NO_2^- - N$	3.0	0,006
Nitratos	mg / L $NO_3^-$	50	0,90
N Amoniacal	mg / L $NH_3 - N$	1.0	0,00
Flúor	mg / L $F^-$	1.5	0,55
Fósforo	mg / L $PO_4^{3-}$	0.1	1,46
Manganeso	mg / L $Mn^{++}$	0.4	0,000

#### ANÁLISIS BACTERIOLOGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	UFC / 100 mL	Ausencia	Numerosos
Coliformes Fecales	UFC / 100 mL	< 1	0

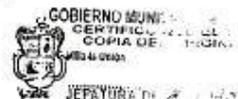
**Técnica:** Filtración por membrana

**Límite permisible:** Norma Técnica Ecuatoriana 1108:2014 Quinta Revisión, Agua Potable. Requisitos.

**Abreviaturas:** U.F.C: Unidades Formadoras de Colonias

**Observaciones:** Se observa que el agua de la vertiente (2) Quebrada Gampala Torobamba hay una presencia de Coliformes totales, para mitigar este problema se debería construir un tanque de captación para poder recolectar el agua de la vertiente y así que el personal de la comunidad pueda clorar el agua y así este cien por ciento apta para el consumo.

**Dr. Angel Yuquilema V**  
Firma de responsabilidad



Dir: Frente a la Plaza Cultural de Juan de Velasco. Entre 2 de Agosto y Riobamba Antiguo. Telf. (03) 2912 - 353

E mail: [municipiodecolta@andinanet.net](mailto:municipiodecolta@andinanet.net)

COLTA - CHIMBORAZO - ECUADOR

## ILUSTRACIÓN 19. Exámenes de laboratorio. Vertiente 3



### LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUAS

#### REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

<b>DATOS DE LA MUESTRA:</b>		<b>MUESTRA Nº :</b>	<b>17</b>
Fuente: Quebrada Gampala Torabamba (Muestra 3)		Recolectado por: Angel Yuquilema	
Fecha de recolección: 31 de enero de 2016	Hora: 09H39	Fecha de análisis: 31 de enero de 2016	
Sistema de agua potable: Vertiente			
Parroquia: Sicalpa ( Gampala Torobamba)	Localidad:	Colta	

#### ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

1) CARACTERÍSTICAS FÍSICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH		6.5 – 8.5	6,73
Color	Pt - Co	15	0
Turbiedad	NTU	5	0,50
Temperatura	° C		20,10
Sólidos Totales Disueltos	mg / L	1000	103,40
Conductividad	µs/cm		216
Sal	%		0,10
Dureza Cálrica	mg / L	300	102,60
2) CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS			
PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Hierro Total	mg / L <sup>Fe<sup>++</sup></sup>	0.3	0,18
Hierro Soluble	mg / L	-	-
Hierro Coloidal	mg / L	-	-
Sulfatos	mg / L <sup>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></sup>	200	1,00
Cloro Total	mg / L	-	-
Cloro Residual	mg / L	0.3 -1.5	0,00
Nitritos	mg / L <sup>NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-N</sup>	3.0	0,007
Nitratos	mg / L <sup>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></sup>	50	1,50
N Amoniacoal	mg / L <sup>NH<sub>3</sub>-N</sup>	1.0	0,10
Flúor	mg / L <sup>F<sup>-</sup></sup>	1.5	0,38
Fósforo	mg / L <sup>PO<sub>4</sub><sup>-</sup></sup>	0.1	1,69
Manganeso	mg / L <sup>Mn<sup>++</sup></sup>	0.4	0,000

#### ANÁLISIS BACTERIOLOGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LÍMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Coliformes Totales	UFC / 100 mL	Ausencia	Numerosos
Coliformes Fecales	UFC / 100 mL	< 1	0

**Técnica:** Filtración por membrana

**Límite permisible:** Norma Técnica Ecuatoriana 1 108:2014 Quinta Revisión. Agua Potable. Requisitos.

**Abreviaturas:** U.F.C: Unidades Formadoras de Colonias

**Observaciones:** Se observa que el agua de la vertiente (3) Quebrada Gampala Torabamba hay una presencia de Coliformes totales, para mitigar este problema se debería construir un tanque de captación para poder recolectar el agua de la vertiente y así que el personal de la comunidad pueda dorar el agua y así este cien por ciento apta para el consumo.

  
 \_\_\_\_\_  
**Dr. Angel Yuquilema V**  
 Firma de responsabilidad



Dir: Frente a la Plaza Cultural de Juan de Velasco. Entre 2 de Agosto y Riobamba Antiguo. Telf. (03) 2912 - 353

E mail: [municipiodecolta@andinanet.net](mailto:municipiodecolta@andinanet.net)

COLTA - CHIMBORAZO - ECUADOR

### 4.3.2. LÍMITES PARA DESINFECCIÓN POR CLORACIÓN

TABLA 17. Límites para desinfección por cloración

Parámetros		Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas		Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,30
Aluminio total		Al	mg/l	0,10
Amoniaco		N-amoniacal	mg/l	1,00
Arsénico total		As	mg/l	0,05
Bario		Ba	mg/l	1,00
Berilio		Be	mg/l	0,10
Boro total		B	mg/l	0,75
Cadmio		Cd	mg/l	0,001
Cianuro total		CN	mg/l	0,01
Cobalto		Co	mg/l	0,20
Cobre		Cu	mg/l	1,00
Color		Color real	Unidades de color	20
Coliformes totales			nmp/100 ml	50*
Cloruros		Cl	mg/l	250
Compuestos fenólicos		Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente		Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)		DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza		CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Estaño		Sn	mg/l	2,00
Fluoruros		F	mg/l	Menor a 1,40
Hierro total		Fe	mg/l	0,30
Litio		Li	mg/l	2,50
Manganeso total		Mn	mg/l	0,10

Materia Flotante				Ausencia
Mercurio total		Hg	mg/l	0,001
Níquel		Ni	mg/l	0,025
Nitrato		N-Nitrato	mg/l	10,00
Nitrito		N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor		O.D.	mg/l	Ausencia
Oxígeno disuelto				No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l

Fuente: TULAS, libro VI, Anexo 1. Tabla 1. Pág. 299

### 4.3.3. CALIDAD BACTERIOLÓGICA

**TABLA 18. Tratamiento según Calidad Bacteriológica**

<b>Clasificación</b>	<b>nmp/100 de bacterias Coliformes (*)</b>
a) Exige solo tratamiento de desinfección	0 – 50
b) Exige métodos convencionales de tratamiento	50 – 5000
c) Contaminación intensa. Obliga a tratamientos más activo	5000 – 50000
d) Contaminación muy intensa. Hace inaceptable el agua, requiere de tratamientos especiales, la fuente se utiliza en casos extremos.	Más de 50000

Fuente: Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. (IEOS 1993)

De los resultados obtenidos en el análisis de calidad del agua, se observa que el límite permisible de los gérmenes totales y los Coliformes totales según la normativa ecuatoriana NTE INEN 1 108:2006 se encuentra dentro del rango permisible, por lo tanto se prevé realizar la desinfección del agua con un sistema automático de cloración. Las muestras, han sido analizadas por los laboratorios del GAD Municipal Colta.

#### **Oxidación química (CLORACIÓN)**

El hipoclorito de calcio se usa cuando el agua es deficiente en alcalinidad y dureza, por cuanto contiene del 3% al 5% de cal. Puede utilizarse en forma granular o en tabletas, las cuales proveen una fuente estable de cloro por 18 h a 24 h, y se disuelven más lentamente que los granos. El hipoclorito de sodio se comercializa en forma líquida, es

inestable, se deteriora más rápidamente que el hipoclorito de calcio y requiere mayor cuidado en su manejo, pero puede resultar más económico.

El hipoclorito de calcio o sodio se dosifica en pequeños tanques prefabricados que disponen de un sistema muy simple de orificio calibrado con carga constante, que puede regularse manualmente. Una o dos veces al día se prepara a mano la solución, de acuerdo a la dosis de cloro adoptada y al caudal de la planta. El volumen del tanque de solución se determina en función de la capacidad de la planta, la dosis de cloro aceptada y la concentración de la solución, y debe tener una capacidad mínima para 12 h de operación.

### **Dosificación de cloro**

Se procedió a tomar muestras para realizar los respectivos análisis, el resultado de estos indican que es apta para el consumo humano, pues satisface los requisitos físicos, químicos y microbiológicos mínimos exigidos.

Para el tratamiento se ha previsto la utilización de cloro granular, el mismo que será dosificado en el tanque hipoclorador.

La cloración que se hará con sales de cloro, hipoclorito de calcio que permitirá tener cloro residual a nivel de la red de distribución.

La cantidad necesaria de hipoclorito de calcio por día es:

$C = \text{Volumen de agua en litros/día} * \text{ppm a dosificar} / 1000 / 0,65$  de la solución de hipoclorito de calcio.

$$C = 0,236 * 86400 * 1 \text{ ppm} / 1000 / 0,65$$

$$C = 31,37 \text{ gr/día de hipoclorito de calcio.}$$

## **4.4. CAPTACIÓN**

El agua a captarse debe cumplir las normas mínimas de calidad establecidas por la SSA; EX – IEOS, de acuerdo al numeral 5.1. En lo que se refiere a las obras de captación, existen diferentes tipos, pero básicamente se las puede clasificar en obras de derivación directa y obras de almacenamiento.

### **Captación tipo vertiente**

Normalmente proveen poco caudal. Las obras están construidas básicamente de una cámara, la misma que sirve para proteger los afloramientos contra problemas de contaminación y evitar que los mismos se obstruyan. Los afloramientos deberán descargar libremente, sin forzar ni alterar las condiciones hidráulicas naturales existentes. La cámara debe disponer de los accesorios básicos e indispensables para su correcto funcionamiento y control, tales como cernidera en el ingreso de la tubería de salida a la conducción, tubería de desborde al nivel de los afloramientos, sistema de desagüe, boca de visita con tapa sanitaria y válvula de control al inicio de la línea de conducción.

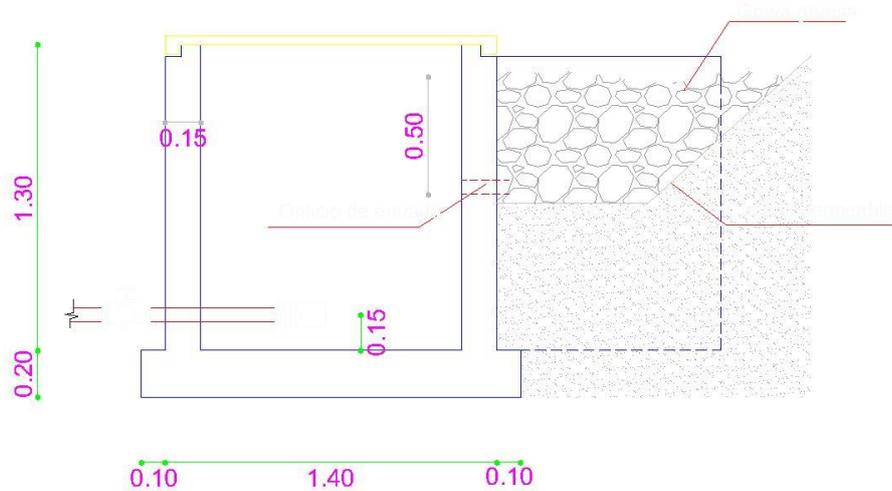
Las captaciones para el presente proyecto se lo realizan como ya lo mencionamos en tres vertientes cuyos caudales se juntaran en el punto  $X= 746565.9030$  ;  $Y=$

9798432.3430, a 3626.5970 m.s.n.m. en el cual se colocará un tanque recolector para su bombeo y posterior cloración, almacenamiento y distribución.

#### 4.4.1. ESQUEMA DE CAPTACIÓN

Para el diseño hidráulico del tanque de la captación se tomará de los planos tipo con los que cuenta el Ex- IEOS.

Ilustración 20. Esquema de captación



CAJON RECOLECTOR

Fuente: EX-IEOS

#### 4.5. TANQUE DE RESERVA

Es importante tener un lugar de almacenamiento para el agua con la finalidad de garantizar un caudal que abastezca la población en las horas pico o de mayor consumo. El agua se almacenará en las horas de menor consumo que generalmente es durante la noche, además, debe permitir que el proceso de desinfección se lleve a cabo.

La construcción del tanque será de ferro-cemento, provisto de una cámara de válvulas, tubería de salida, desagüe y desborde. Para otorgar seguridad a la planta de tratamiento se ha previsto la construcción de cerramiento de malla el mismo que estará acorde a las especificaciones constructivas normadas para este tipo de unidades.

Para el cálculo del volumen se determinó un volumen del tanque de 19,48 m<sup>3</sup>, por razones de seguridad vamos a tomar el modelo de un tanque tipo con el que cuenta el Ex- IEOS, el cual va a tener una capacidad de 30 m<sup>3</sup>.

$$Vol. \text{ almac.} = 0,5 * \frac{Qmd * 86400}{1000}$$

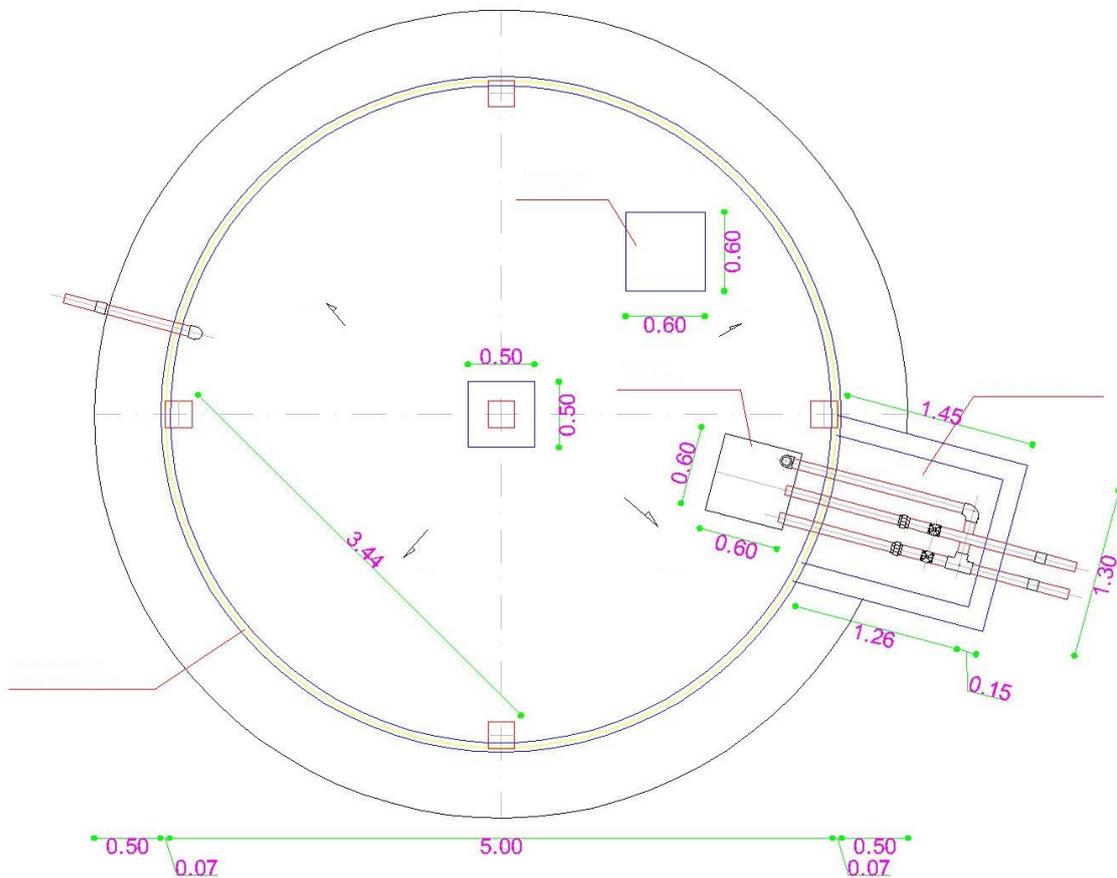
$$Vol. \text{ almac.} = 0,5 * \frac{0,451 * 86400}{1000}$$

$$Vol. \text{ almac.} = 19,48 \cong 30 \text{ m}^3$$

El punto establecido para la implantación del tanque de reserva del sistema es X= 746940.0470 ; Y= 9798953.8040, en la cota 3819.8420 m.s.n.m.

#### 4.5.1. ESQUEMA DE LA RESERVA

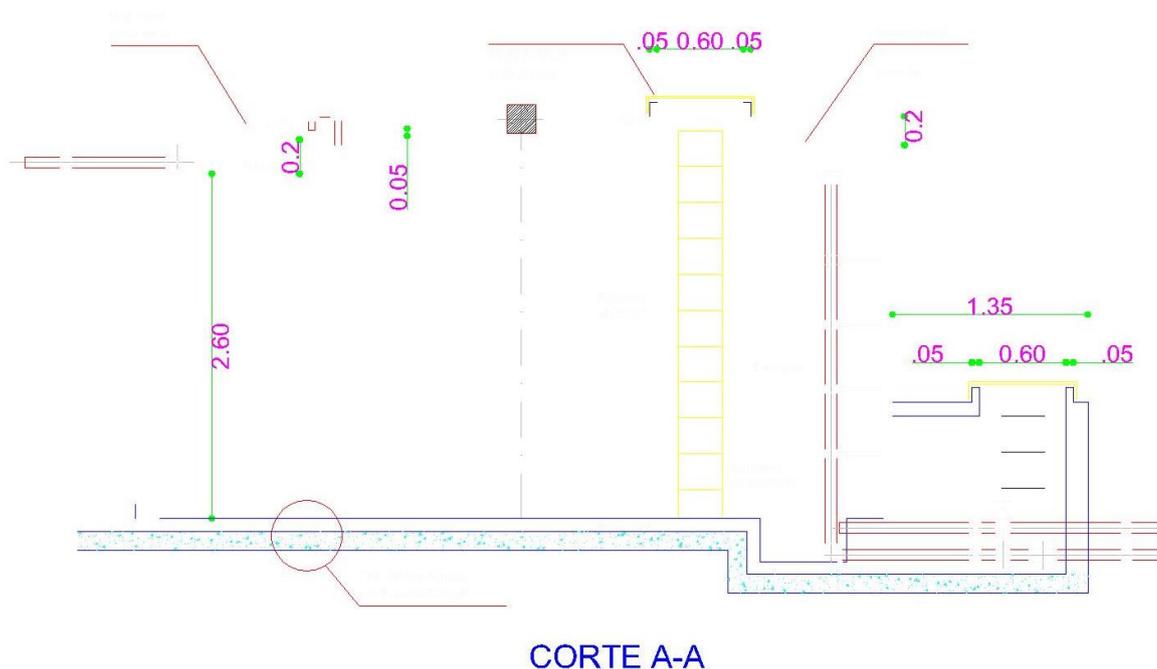
Ilustración 21. Esquema de la reserva en planta



PLANTA  
TANQUE FERROCEMENTO TIPO INGRIS 40 m3

Fuente: EX-IEOS

Ilustración 22. Esquema de la reserva en corte



Fuente: EX-IEOS

## 4.6. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED

### 4.6.1. EPANET (SOFTWARE UTILIZADO)

Desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, Epanet es un programa para el análisis de sistema de distribución de agua potable. El software se ha distribuido fácilmente ya que es gratuito y es aceptado en la mayor parte de instituciones como son los GAD municipales por su eficiencia y sencillez gracias a su interfaz gráfica fácil de usar.

Epanet permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran

fundamentalmente tubos, nodos, depósitos y embalses (referencias de carga constante) y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

#### 4.6.2. DESCRIPCIÓN DE LA RED

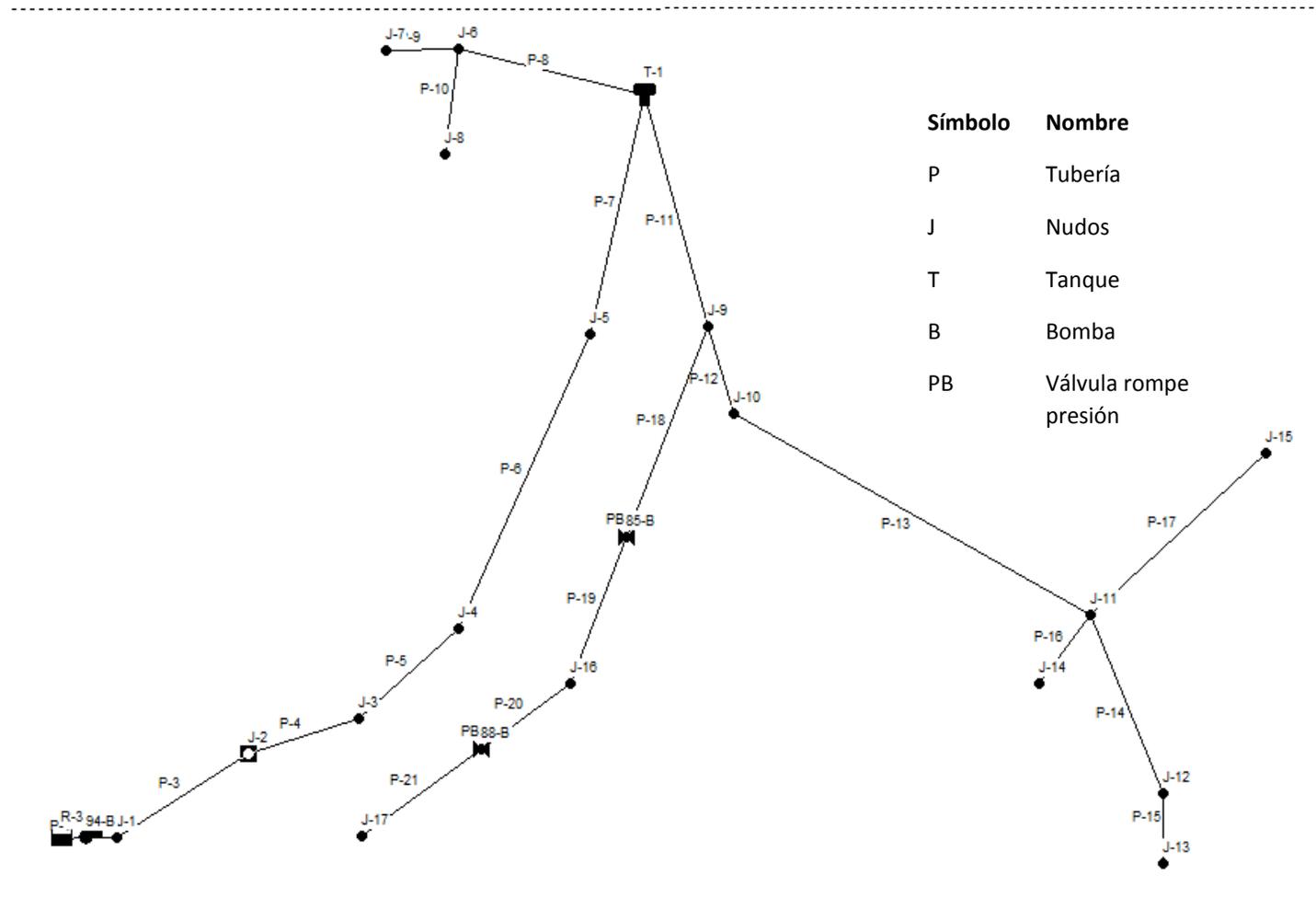
Dada la topografía de la zona, al ser escarpada y con diferencia de cotas considerable, se plantea un diseño de red abierta o ramificada, cuya principal ventaja es la economía que esta representa. Los parámetros principales de funcionamiento hidráulico son la presión y la velocidad.

- **Presión:** que asegura que los beneficiarios reciban agua en todos los puntos considerados, en período estático se consideraron presiones que no superen los 40 m.c.a y una mínima de 7 m.c.a como lo establece las normas para diseños rurales
- **Velocidad:** que determina que la red no es demasiado grande y costosa de construir (velocidades bajas), o pequeña y costosa de operar (velocidades altas), para el análisis de las presiones en la red no se consideraron velocidades mínimas ya que agua no acarrea sedimentos.

#### 4.6.3. FASES EN EL PROCESO DE DISEÑO

- **Trazado de la red:** Para el trazado de la red se dibuja tomando como referencia los puntos de la topografía, de tal manera que se tenga un diseño óptimo y se pueda cubrir la mayor área con menos tubería, para esto se utiliza el software CivilCAD, donde posteriormente se exporta el trazado de la red al programa Epanet a través del software Epcad.
- **Modo de operación del programa:** donde se editan las propiedades utilizadas en el análisis de la red, en nuestro caso se trabaja con las unidades para caudal en LPS, la ecuación de pérdidas de Hazen William con lo que se usa la rugosidad dependiendo del material en las tuberías.
- **Dimensionado de la red:** Determinar tamaño y propiedades de los elementos. Para hacerlo se tomó en cuenta el escenario más desfavorable ya que si funciona en el escenario adverso, lo hará sin problemas en el resto de casos, cargando así en el programa una curva de consumo donde en la hora pico para simular el peor escenario usa un factor de 1,6. El caudal máximo horario calculado, QMH es 0.513 l/s y el número de familias beneficiadas es 21, con lo que tenemos una demanda base en cada acometida de 0.0245 l/s.
- **Resultados del cálculo:** Donde se obtienen los reportes de los resultados que arroja el programa luego de realizado el análisis en periodo extendido.

#### 4.6.4. RESULTADOS

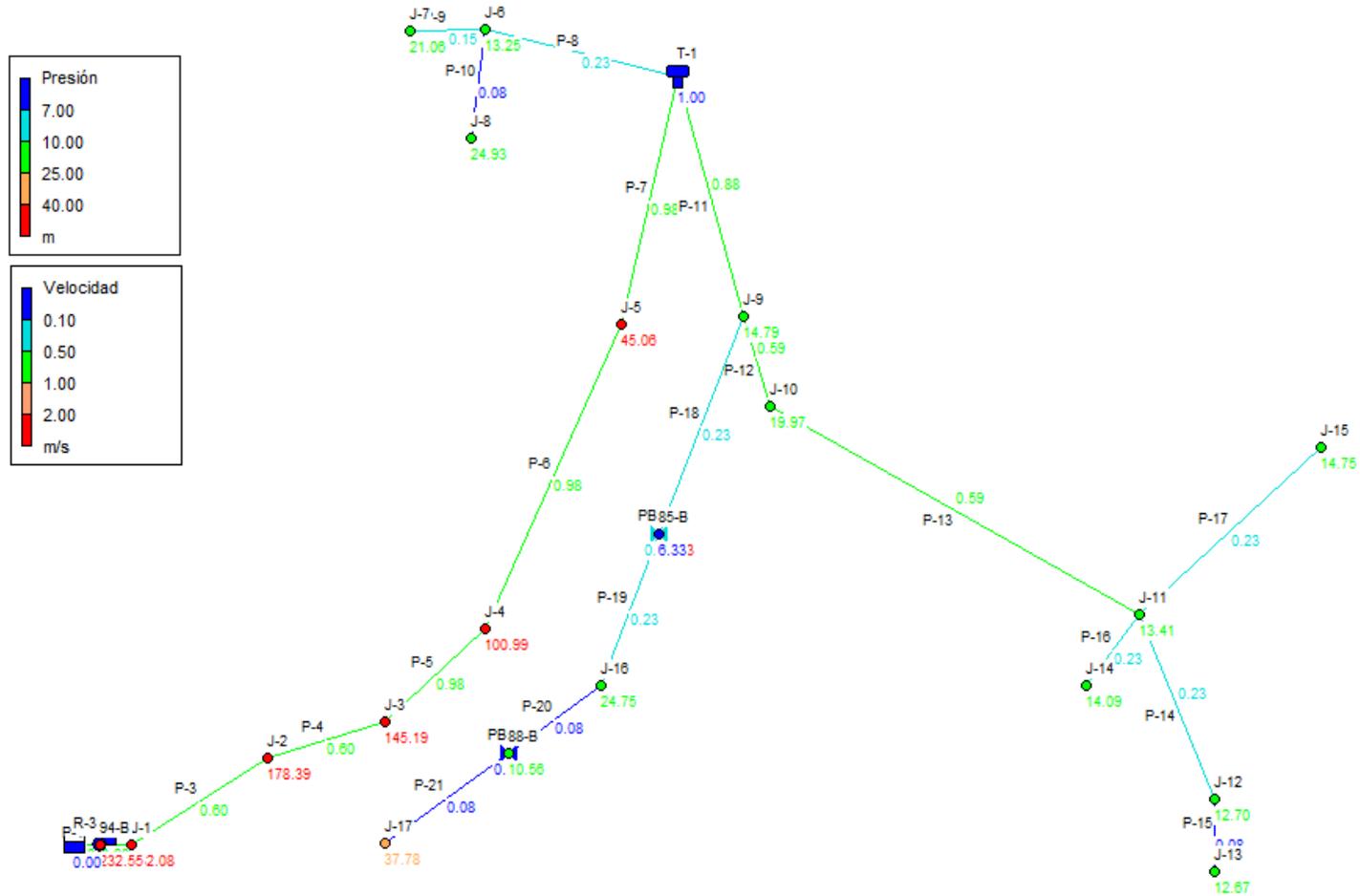


Símbolo	Nombre
P	Tubería
J	Nudos
T	Tanque
B	Bomba
PB	Válvula rompe presión

Ilustración 23. Diseño de la Red

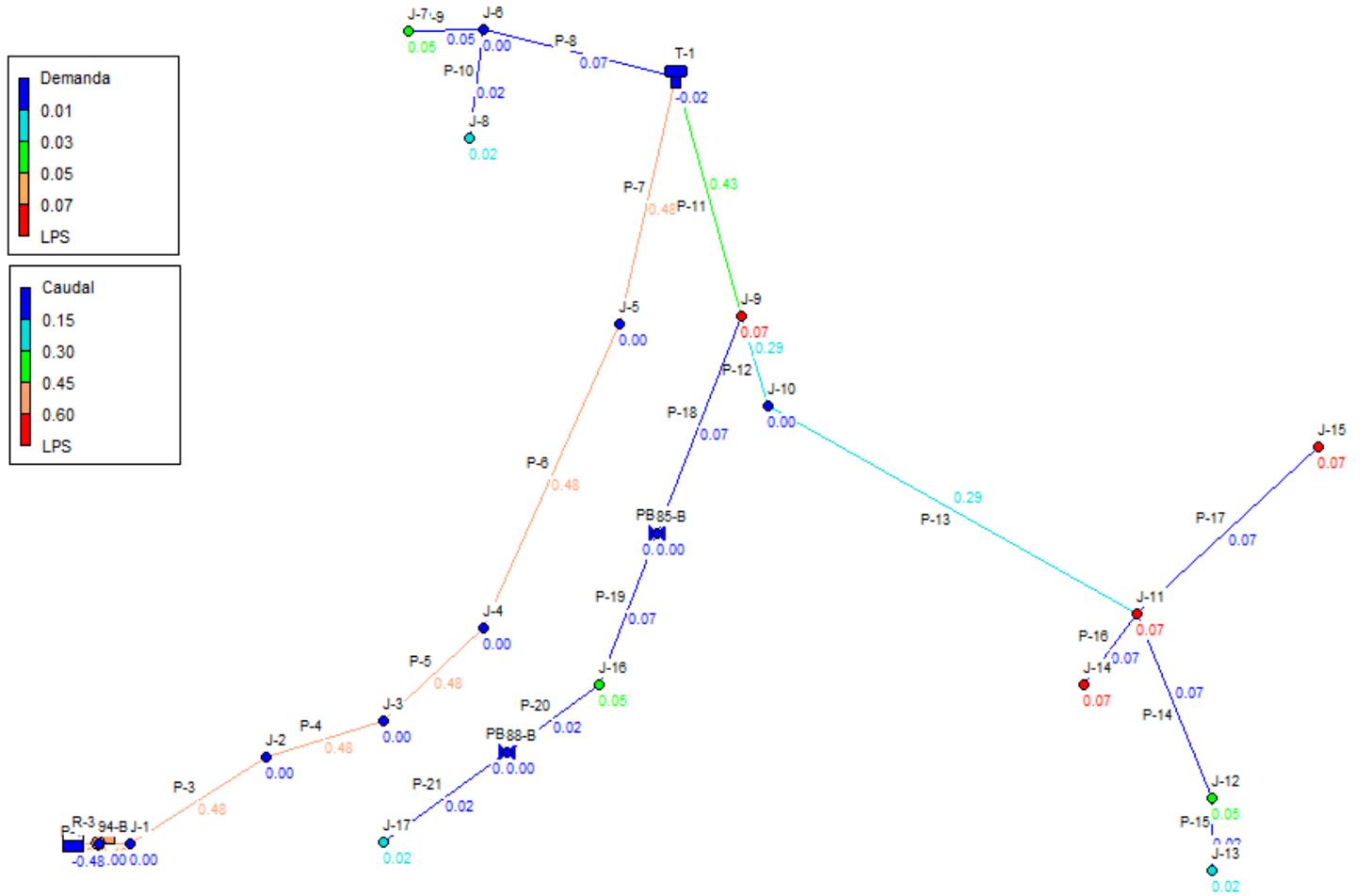


Ilustración 25. Presiones en nudos y Velocidades en tuberías



FUENTE: Autor

**Ilustración 26. Demanda en nudos y Caudales en tubería**



FUENTE: Autor

\*\*\*\*\*  
 \* E P A N E T \*  
 \* Análisis Hidráulico y de Calidad \*  
 \* de Redes Hidráulicas a Presión \*  
 \* Versión 2.0 Ve \*  
 \* Traducido por: \*  
 \* Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos \*  
 \* Universidad Politécnica de Valencia \*  
 \*\*\*\*\*

**Tabla 19. Resumen de tuberías Epanet**

PRUEBA						
Tabla de Red - Líneas						
	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Estado	Material
ID Línea	m	mm	LPS	m/s		
Tubería P-1	18.39	32	0.48	0.6	Abierto	Hierro G
Tubería P-2	22.34	32	0.48	0.6	Abierto	Hierro G
Tubería P-3	110.45	32	0.48	0.6	Abierto	Hierro G
Tubería P-4	82.11	32	0.48	0.6	Abierto	Hierro G
Tubería P-5	94.88	25	0.48	0.98	Abierto	PVC
Tubería P-6	227.79	25	0.48	0.98	Abierto	PVC
Tubería P-7	173.82	25	0.48	0.98	Abierto	PVC
Tubería P-8	136.47	20	0.07	0.23	Abierto	PVC
Tubería P-9	51.61	20	0.05	0.15	Abierto	PVC
Tubería P-10	74.96	20	0.02	0.08	Abierto	PVC
Tubería P-11	169.95	25	0.43	0.89	Abierto	PVC
Tubería P-12	63.83	25	0.29	0.59	Abierto	PVC
Tubería P-13	290.93	25	0.29	0.59	Abierto	PVC
Tubería P-14	135.79	20	0.07	0.23	Abierto	PVC
Tubería P-15	50.29	20	0.02	0.08	Abierto	PVC
Tubería P-16	61.29	20	0.07	0.23	Abierto	PVC
Tubería P-17	168.93	20	0.07	0.23	Abierto	PVC
Tubería P-18	159.15	20	0.07	0.24	Abierto	PVC
Tubería P-19	110.39	20	0.07	0.22	Abierto	PVC
Tubería P-20	79.53	20	0.02	0.07	Abierto	PVC
Tubería P-21	104.05	20	0.02	0.08	Abierto	PVC
Bomba PMP-5	No Disponible	No Disponible	0.48	0	Abierto	
Válvula PBV-1	No Disponible	20	0.07	0.25	Activo	
Válvula PBV-2	No Disponible	20	0.03	0.09	Activo	

FUENTE: Autor

**Tabla 20. Resumen de nudos Epanet**

<b>PRUEBA</b>			
<b>Tabla de Red - Nudos</b>			
	<b>Demanda</b>	<b>Altura</b>	<b>Presión</b>
<b>ID Nudo</b>	<b>LPS</b>	<b>m</b>	<b>m.c.a.</b>
<b>Conexión J-1</b>	0	3859.22	232.08
<b>Conexión J-2</b>	0	3856.93	178.39
<b>Conexión J-3</b>	0	3855.23	145.19
<b>Conexión J-4</b>	0	3848.69	100.99
<b>Conexión J-5</b>	0	3832.98	45.06
<b>Conexión J-6</b>	0	3820.29	13.25
<b>Conexión J-7</b>	0.05	3820.16	21.06
<b>Conexión J-8</b>	0.02	3820.24	24.93
<b>Conexión J-9</b>	0.07	3812.67	14.79
<b>Conexión J-10</b>	0	3811.21	19.97
<b>Conexión J-11</b>	0.07	3804.56	13.41
<b>Conexión J-12</b>	0.05	3803.85	12.7
<b>Conexión J-13</b>	0.02	3803.82	12.67
<b>Conexión J-14</b>	0.07	3804.24	14.09
<b>Conexión J-15</b>	0.07	3803.68	14.75
<b>Conexión J-16</b>	0.05	3776.17	24.75
<b>Conexión J-17</b>	0.02	3740.99	37.78
<b>Conexión 85-A</b>	0	3811.79	41.33
<b>Conexión 85-B</b>	0	3776.72	6.33
<b>Conexión 88-A</b>	0	3776.13	45.56
<b>Conexión 88-B</b>	0	3741.06	10.56
<b>Conexión 94-A</b>	0	3626.22	-0.38
<b>Conexión 94-B</b>	0	3859.68	232.55
<b>Embalse R-3</b>	-0.48	3626.6	0
<b>Depósito T-1</b>	-0.02	3821	1

FUENTE: Autor

## **CAPITULO V**

### **5. IMPACTO AMBIENTAL**

#### **5.1. ANTECEDENTES**

La aparición de problemas que pueden afectar gravemente el ambiente generando la degradación de elementos ambientales, tales como el aire, el recurso hídrico, el suelo, de la biodiversidad, son causas varias que han ayudado a que el hombre empiece a cuestionar sus modelos de desarrollo, buscando formas que garanticen el mantenimiento del patrimonio natural en bien de las futuras generaciones.

El plan de manejo ambiental (PMA) se ha convertido en el instrumento guía que proporciona los procedimientos, medidas, prácticas y acciones orientadas a prevenir, minimizar y en lo posible eliminar los impactos ambientales negativos a causa de la construcción de cualquier proyecto.

#### **5.2. OBJETIVOS**

##### **5.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una guía que garantice el debido manejo ambiental que sea necesaria realizar durante la construcción del sistema de agua potable a bombeo para la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

##### **5.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar los posibles impactos ambientales positivos y negativos del proyecto
- Proponer acciones que permitan mitigar y proteger el medio ambiente

#### **5.3. ALCANCE**

En el presente plan de manejo ambiental se encontrarán detalladas las distintas actividades necesarias desarrollarse para el cumplimiento de medidas de mitigación y remediación ambiental eficiente de los impactos ambientales negativos que genere la construcción del sistema de agua potable a bombeo para la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

Esta debe garantizar la no afectación a la fauna, flora, habitantes de la comunidad y personal que intervenir en las diferentes etapas del proyecto.

## 5.4. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

### 5.4.1. IMPACTOS POSITIVOS

Los impactos positivos son efectos benéficos para el ecosistema, entre los principales se tiene:

- Condiciones sanitarias saludables.
- Óptimo funcionamiento hidráulico del sistema de agua potable.
- Mejoramiento de la producción agrícola y ganadera.
- Mejoramiento del nivel de vida y salud de la comunidad.
- Reducción de los malos olores, focos de infección, índices de mortalidad y migratorio.
- Desarrollo de una cultura ecológica.
- Desarrollo participativo de la comunidad en asuntos ambientales.

### 5.4.2. IMPACTOS NEGATIVOS

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

- Desbroce de cobertura vegetal.
- Impacto paisajístico.
- Alteración de la flora y fauna.
- Generación de polvo en la remoción de material extraído.
- Contaminación sonora por la generación de ruidos en el área del proyecto
- Contaminación del suelo por el mal manejo de desechos, residuos y escombros.
- Generación de daños ambientales durante la etapa de construcción

## 5.5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN AMBIENTAL

Para cumplir con los objetivos planteados y tratar de reducir a lo mínimo los impactos ambientales generados en el proyecto, se plantea las siguientes medidas:

- **Desbroce de cobertura vegetal:**

La vegetación que es removida será ubicada adecuadamente a un costado del área de trabajo, una vez concluido el trabajo deberá ser reincorporada la capa vegetal.

El material excedente no deberá ser depositado en cursos de agua.

Evitar la acumulación de tierra y escombros en sitios que puedan ser cauces naturales de agua lluvia.

- **Alteración de la flora y fauna:**

El material que se obtiene al realizar la excavación, será usado para el relleno del área intervenida. Si hubiera sobrantes de material serán colocados en un lugar debidamente autorizado.

Prohibir el vertimiento de líquidos industriales y de construcción que resulten como sobrantes, en el suelo o en cuerpos de agua cercanos.

- **Dispersión de material extraído:**

Cubrir con lonas a los lados del área de trabajo para evitar que el viento arrastre el material extraído.

Transportar en volquetas perfectamente cubierto su balde con lonas o carpas.

Rociar permanentemente el suelo con agua para evitar el levantamiento de polvo por la movilización de maquinaria y transporte de materiales.

- **Generación de ruidos:**

Dotar de silenciadores a los tubos de escape, de los vehículos que interviene en el proyecto y de igual forma dar el respectivo mantenimiento a todo vehículo y maquinaria.

No realizar trabajos que generen ruidos en horas de descanso de la población.

Instruir al transportista sobre el uso racional de bocinas, cornetas y pitos

- **Generación de desechos, residuos y escombros:**

En el área de trabajo se debe colocar tachos o recipientes para recolectar los desechos comunes, residuos o escombros generados por el personal que interviene en la obra.

Instalar en los frentes de trabajo baterías sanitarias provisionales, en proporción al número de trabajadores. De no ser posible las baterías sanitarias, construir letrinas sanitarias a tal distancia y forma, que eviten la contaminación de la fuente de agua.

- **Generación de daños ambientales:**

Realizar una limpieza adecuada del área en la que se realizó los trabajos de construcción para evitar contaminación ambiental. Si durante la construcción se genera algún daño ambiental, se deberá remediar el daño de acuerdo a las indicaciones de los organismos competentes.

## **5.6. PROGRAMA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL**

Este programa busca reducir y controlar los factores de riesgo que pueden afectar la salud del personal en obra a través de accidentes de trabajo o enfermedades ocupacionales, brindando el más alto nivel de bienestar físico, mental y social del personal.

Para la elaboración de este plan se han tomado en cuenta las normas establecidas por el Código de Trabajo e Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

### **5.6.1. FASE DE CONSTRUCCIÓN**

Identificar claramente las condiciones laborales riesgosas, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas.

Informar a los trabajadores por escrito o por cualquier otro medio sobre los riesgos asociados al desarrollo de las actividades de construcción y capacitarlos a fin de prevenirlos, minimizarlos y eliminarlos.

Entregar de forma gratuita el equipo de protección personal básico y específico acorde a las actividades a desarrollar durante la fase de construcción.

Acondicionar una bodega provisional para el almacenamiento de herramientas y equipos menores, de uso en las actividades de construcción así como mantener todo equipo limpio y libre de grasa.

### **5.6.2. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL**

El contratista deberá proveer a sus trabajadores y sin costo alguno para ellos, los siguientes elementos de protección personal:

Cascos de seguridad contruidos conforme a las normas internacionales y nacionales, específicos para las características de la exposición.

Protección respiratoria adecuada para los trabajos en atmósferas contaminadas.

Protectores de ojos tales como lentes y pantallas en trabajos de esmerilado enlucido, picado de piedras, o cualquier actividad con riesgo de proyección de partículas líquidas o sólidas a los ojos.

Guantes protectores de cuero, caucho u otro material adecuado, en los trabajos con riesgo de lesiones para las manos.

Botas de caucho, cuero o zapatos de seguridad, con suela antideslizante, en trabajos con riesgo de lesiones a los pies

Protectores auditivos en el caso de trabajos con exposición a ruido conforme a las normas específicas.

### **5.6.3. PROTECCIÓN A TERCEROS**

Prohibir el ingreso de personas ajenas a la obra, excepto a las autoridades de control. Los visitantes autorizados, proveedores y autoridades de control, para ingresar a la obra portarán el respectivo casco de seguridad.

Informar a la comunidad sobre la obra, su duración e implementar la señalización y demás medidas de seguridad para el tránsito de personas y vehículos.

Afiliar a los trabajadores al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS).

## CAPITULO VI

### 6. PRESUPUESTO GENERAL Y CRONOGRAMA

#### 6.1. PRESUPUESTO

**INSTITUCION:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

**PROYECTO:** "ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE A BOMBEO PARA LA COMUNIDAD GAMPALA TOROBAMBA DE LA PARROQUIA SICALPA, CANTON COLTA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO"

**UBICACION:** CANTÓN COLTA

**ELABORADO:** SANTIAGO LÓPEZ

**TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS**

<u>No</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
	<b>CAPTACIÓN (3 VERTIENTES)</b>				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	15.00	2.55	38.25
2	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	15.00	1.53	22.95
3	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	100.91	5.39	543.90
	<b>CAJON RECOLECTOR (3 UNIDADES)</b>				
4	REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2	M3	5.88	138.59	814.91
5	ENCOFRADO RECTO Y DESENCOFRADO	M2	66.00	21.30	1,405.80
18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	22.50	11.99	269.78
6	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	6.50	172.22	1,119.43
20	ENLUCIDO EXTERIOR MORTERO 1:4	M2	42.90	8.77	376.23
1	ENLUCIDO INTERIOR + IMPRM. SIKA 1	M2	30.66	8.22	252.03
8	ACCESORIOS CAPTACIÓN	GLB	3.00	262.10	786.30
9	TAPA SANITARIA DE TOL 0.75X0.75M	U	3.00	90.16	270.48
10	GRAVA GRUESA 20-40 MM	M3	6.75	20.76	140.13
	<b>CONEXIÓN AL TANQUE DE RESERVA BAJO</b>				
11	REPLANTEO LINEAL	KM	0.22	148.52	32.67
12	RELLENO Y COMPACTADO	M3	67.20	4.74	318.53
13	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC E/C 32MM	ML	223.99	4.69	1,050.51
	<b>TANQUE DE RESERVA BAJO 40 M3</b>				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	30.00	2.55	76.50
3	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	15.00	5.39	80.85
14	EMPEDRADO DE LA BASE	M2	29.61	11.30	334.59
15	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2	M2	1.48	141.36	209.21
6	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	2.96	172.22	509.77
16	ACERO ESTRUCTURAL LOSA DE FONDO	KG	80.00	2.02	161.60
17	MALLA HEXAGONAL 1/2" GALLINERO	M2	30.00	5.73	171.90

18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	28.00	11.99	335.72
19	MASILLADO LOSA E=2CM + IMPRM. SIKA 1	M2	25.00	8.80	220.00
	<b>PARED CILINDRICA</b>				
20	ACERO ESTRUCTURAL COLUMNAS	KG	70.00	2.02	141.40
21	HORMIGON SIMPLE PLINTOS Y COLUMNAS 210 KG/CM2	M3	0.80	172.2 2	137.78
5	ENCOFRADO RECTO Y DESENCOFRADO	M2	78.00	21.30	1,661.40
17	MALLA HEXAGONAL 1/2" GALLINERO	M2	80.00	5.73	458.40
18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	40.00	11.99	479.60
7	ENLUCIDO INTERIOR + IMPRM. SIKA 1	M2	78.00	8.22	641.16
23	CHAMPEADO MORTERO EXTERIOR E INTERIOR E=3CM	M2	84.00	13.98	1,174.32
	<b>LOSA DE CUBIERTA</b>				
24	ACERO ESTRUCTURAL EN VIGAS Y PAREDES	KG	50.00	2.02	101.00
6	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	1.40	172.2 2	241.11
17	MALLA HEXAGONAL 1/2" GALLINERO	M2	25.00	5.73	143.25
18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	22.00	11.99	263.78
7	ENLUCIDO INTERIOR + IMPRM. SIKA 1	M2	22.00	8.22	180.84
5	ENCOFRADO RECTO Y DESENCOFRADO	M2	21.00	21.30	447.30
25	AIREADORES	U	4.00	36.67	146.68
26	ACCESORIOS DESAGUE/SALIDA	GLB	1.00	662.3 0	662.30
27	ACCESORIOS ENTRADA	GLB	1.00	154.8 2	154.82
28	ESCALERA TUBO H.G. 3/4" A= 0.40 M	U	1.00	84.07	84.07
9	TAPA SANITARIA DE TOL 0.75X0.75M	U	2.00	90.16	180.32
	<b>CUARTO DE MAQUINAS Y EQUIPO DE BOMBEO (2.00X2.00X2.80)</b>				
30	EXCAVACIÓN Y RELLENO MANUAL	M3	1.50	5.39	8.09
15	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2 E=3CM	M2	4.00	141.3 6	565.44
31	ACERO DE REFUERZO F`Y=4200 KG/CM2	KG	314.00	2.02	634.28
10 0	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2 EN COLUMNAS INC. ENCOFRADO	M3	1.00	235.8 7	235.87
10 1	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2 EN CADENAS INC. ENCOFRADO	M3	0.30	209.5 6	62.87
10 2	CONTRAPISO H.S. 180 KG/CM2 E= 10CM SUBBASE E= 15CM	M2	4.00	16.54	66.16
32	MAMPOSTERIA DE BLOQUE LIVIANO E=15CM	M2	20.00	13.77	275.40
19	MASILLADO LOSA E=2CM + IMPRM. SIKA 1	M2	4.00	8.80	35.20
33	ENLUCIDO INTERIOR Y EXTERIOR	M2	30.00	8.22	246.60
34	PUERTA DE ALUMINIO (1.00x2.10)	U	1.00	150.9 0	150.90
35	PERFIL "G" 80x40x15x3	ML	24.00	11.34	272.16
36	CUBIERTA MASTER MIL E=0.40MM	M2	10.00	8.21	82.10
37	SUMINISTRO E INSTALACION BOMBA MONOFASICA DE 3HP SISTEMA DE ARRANQUE SEMIAUTOMATICO INCLUYE POSTE Y ACOMETIDA ELECTRICA	U	1.00	33,37 8.75	33,378.75
	<b>LINEA DE IMPULSIÓN</b>				

11	REPLANTEO LINEAL	KM	0.69	148.5 2	102.48
3	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	206.80	5.39	1,114.65
12	RELLENO Y COMPACTADO	M3	206.46	4.74	978.62
38	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA HG 1 1/4" ISO 2 ROSCABLE	ML	192.56	13.36	2,572.60
39	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC ROSCABLE D=25MM 1.60	ML	94.88	6.72	637.59
40	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC E/C D= 25 MM 1.60 MPA	ML	401.88	7.23	2,905.59
41	SUMINISTRO E INSTALACION REDUCTOR HG 1 1/4" A PVC ROSCABLE 25 MM Y ADAPTADOR PVC ROSCABLE A PVC E/C + ACCS. SALIDA DE BOMBA	GLB	1.00	310.9 1	310.91
	<b>EQUIPO DE CLORACIÓN</b>				
42	CLORADOR CON PASTILLAS INC. INSTALACION Y CASETA METALICA	U	1.00	1,495 .00	1,495.00
	<b>TANQUE DE RESERVA 30 M3</b>				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	30.00	2.55	76.50
3	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	15.00	5.39	80.85
14	EMPEDRADO DE LA BASE	M2	29.61	11.30	334.59
15	REPLANTILLO H.S. 180 KG/CM2	M2	1.48	141.3 6	209.21
6	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	2.96	172.2 2	509.77
16	ACERO ESTRUCTURAL LOSA DE FONDO	KG	80.00	2.02	161.60
17	MALLA HEXAGONAL 1/2" GALLINERO	M2	30.00	5.73	171.90
18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	28.00	11.99	335.72
19	MASILLADO LOSA E=2CM + IMPRM. SIKA 1	M2	25.00	8.80	220.00
	<b>PARED CILINDRICA</b>				
20	ACERO ESTRUCTURAL COLUMNAS	KG	70.00	2.02	141.40
21	HORMIGON SIMPLE PLINTOS Y COLUMNAS 210 KG/CM2	M3	0.80	172.2 2	137.78
5	ENCOFRADO RECTO Y DESENCOFRADO	M2	78.00	21.30	1,661.40
17	MALLA HEXAGONAL 1/2" GALLINERO	M2	80.00	5.73	458.40
18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	40.00	11.99	479.60
7	ENLUCIDO INTERIOR + IMPRM. SIKA 1	M2	78.00	8.22	641.16
23	CHAMPEADO MORTERO EXTERIOR E INTERIOR E=3CM	M2	84.00	13.98	1,174.32
	<b>LOSA DE CUBIERTA</b>				
24	ACERO ESTRUCTURAL EN VIGAS Y PAREDES	KG	50.00	2.02	101.00
6	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	1.40	172.2 2	241.11
17	MALLA HEXAGONAL 1/2" GALLINERO	M2	25.00	5.73	143.25
18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	22.00	11.99	263.78
7	ENLUCIDO INTERIOR + IMPRM. SIKA 1	M2	22.00	8.22	180.84
5	ENCOFRADO RECTO Y DESENCOFRADO	M2	21.00	21.30	447.30
25	AIREADORES	U	4.00	36.67	146.68
26	ACCESORIOS DESAGUE/SALIDA	GLB	1.00	662.3 0	662.30

27	ACCESORIOS ENTRADA	GLB	1.00	154.8 2	154.82
28	ESCALERA TUBO H.G. 3/4" A= 0.40 M	U	1.00	84.07	84.07
9	TAPA SANITARIA DE TOL 0.75X0.75M	U	2.00	90.16	180.32
	<b>CERRAMIENTO (12X7.4 M)(2)</b>				
11	REPLANTEO LINEAL	KM	0.04	148.5 2	5.94
3	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	7.00	5.39	37.73
5	ENCOFRADO RECTO Y DESENCOFRADO	M2	60.00	21.30	1,278.00
42	HORMIGON CICLOPEO 1:2:4	M3	18.00	117.9 6	2,123.28
10 5	MALLA CERRAMIENTO H= 1.40M	ML	75.00	14.65	1,098.75
34	PUERTA DE ALUMINIO (1.00x2.10)	U	2.00	150.9 0	301.80
31	ACERO DE REFUERZO F`Y=4200 KG/CM2	KG	80.22	2.02	162.04
10 6	TUBO HG POSTE 2" (INCLUYE SUELDA)	ML	58.00	10.41	603.78
10 7	TUBO HG POSTE 1 1/2" (INCLUYE SUELDA)	ML	75.00	8.71	653.25
6	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	0.56	172.2 2	96.44
4	REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2	M3	0.06	138.5 9	8.32
	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>				
11	REPLANTEO LINEAL	KM	1.66	148.5 2	246.54
30	EXCAVACIÓN Y RELLENO MANUAL	M3	497.15	5.39	2,679.64
44	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC E/C D= 20 MM + PRUEBA	ML	1,132.4 4	10.41	11,788.70
45	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA PVC E/C D= 25 MM + PRUEBA	ML	524.73	11.82	6,202.31
46	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS DE TODAS LAS REDES	GLB	1.00	269.1 8	269.18
	<b>TANQUE ROMPE PRESION (2 UNIDADES)</b>				
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	8.66	2.55	22.08
2	LIMPIEZA Y DESBROCE	M2	8.66	1.53	13.25
3	EXCAVACIÓN MANUAL	M3	5.20	5.39	28.03
4	REPLANTILLO H.S. 140 KG/CM2	M2	8.66	138.5 9	1,200.19
5	ENCOFRADO RECTO Y DESENCOFRADO	M2	52.00	21.30	1,107.60
18	MALLA ELECTROSOLDADA	M2	42.00	11.99	503.58
6	HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	5.66	172.2 2	974.77
7	ENLUCIDO INTERIOR + IMPRM. SIKA 1	M2	12.66	8.22	104.07
9	TAPA SANITARIA DE TOL 0.75X0.75M	U	2.00	90.16	180.32
47	ACCESORIOS Y VALVULA ROMPE PRESIONES	GLB	2.00	244.9 7	489.94
	<b>VALVULAS DE AIRE</b>				
48	ACCESORIOS Y VALVULA DE AIRE	GLB	1.00	157.8 0	157.80
	<b>VALVULAS DE DESAGUE Y DESFOGUE</b>				
30	EXCAVACIÓN Y RELLENO MANUAL	M3	0.75	5.39	4.04

49	ACCESORIOS Y VALVULA DE DESAGUE	GLB	1.00	211.28	211.28
110	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA TRAMO CORTO	ML	3.00	9.15	27.45
	<b>CONEXIONES DOMICILIARIAS</b>				
30	EXCAVACIÓN Y RELLENO MANUAL	M3	20.70	5.39	111.57
50	CONEXIÓN DOMICILIARIA 1/2" + MEDIDOR Y ACCESORIOS	U	23.00	94.94	2,183.62
51	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERIA PVC 1/2"	ML	46.00	1.12	51.52
				<b>TOTAL:</b>	<b>107,299.31</b>

**SON :** CIENTO SIETE MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE, 31/100 DÓLARES

SANTIAGO LÓPEZ

FECHA: 15  
DE ENERO  
DE 2017

**ELABORADO**

## 6.2. CRONOGRAMA











## CAPITULO V

### 7. CONCLUSIONES

- El presente estudio constituye la herramienta fundamental para la ejecución o construcción del proyecto de agua potable para la comunidad Gampala Torobamba de la parroquia Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo; el cual cumple con las condiciones de cantidad y calidad, de esta manera garantiza la demanda requerida en los puntos de abastecimiento y la salud para la población de la comunidad.
- De las encuestas socio-económicas aplicadas se determinó que del total de la población el 54 % representa a los habitantes de género masculino y el 46% al género femenino, la principal actividad económica es la agricultura y ganadería, y el único servicio básico con el que cuentan es la electricidad.
- El 100% de la población está de acuerdo en colaborar y brindar las facilidades, cuando se lo requiera, para que el proyecto de abastecimiento de agua potable se lleve a cabo y poder mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad Gampala Torobamba.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis físico – químico y bacteriológico de la muestra de agua tomada en las vertientes, se observa que la muestra se encuentra dentro de los límites permisibles de Coliformes; por tal motivo se eligió la desinfección por cloración como único tratamiento, los parámetros restantes físico – químicos como es pH, turbiedad, dureza y sólidos totales cumplen de igual manera con los requerimientos de la normativa.
- De la tres vertientes mediante el aforo se determinó que suman un caudal de 0.26 l/s, la misma se diseñó con tubería PVC de diámetros 32 mm, 25 mm y 20 mm; las velocidades se encuentra en el rango recomendado por la normativa ecuatoriana de máximo 2.5 m/s.
- El diseño de la red de distribución se lo realizó con tubería PVC de rugosidad de 150, los diámetros utilizados varían desde los 32 mm hasta los 20 mm, las conexiones domiciliarias tienen un diámetro de 20 mm, las presiones soportadas en período estático no superan los 50 m.c.a. como lo indica la normativa, y en el análisis dinámico se encuentran entre 9 m.c.a y 45 m.c.a.
- En el diseño del sistema a bombeo, se optó por una bomba de potencia de 3 Hp de acero inoxidable tipo 4SR13gm/20, esta bomba será monofásica sumergible debido al alto rendimiento y fiabilidad, son aptas para usos en el campo y garantiza superar la altura manométrica con el caudal requerido.
- El software EPANET constituyó una herramienta informática de gran ayuda para modelar y tener un criterio de cómo se comporta hidráulicamente nuestro diseño de agua potable con resultados positivos, mediante el programa podemos controlar presiones, velocidades, diámetros, etc.
- El costo total del diseño del sistema de agua potable para el sector de Gampala Torobamba asciende a \$ 107,299.31 dólares americanos y un tiempo de ejecución de obra de 4 meses. Los rubros con mayor impacto monetario son los correspondientes a la red de distribución entre ellos: excavación, instalación de tubería PVC y el sistema a bombeo.

- Del estudio de Impacto Ambiental se deduce que el proyecto no poseerá incidencia significativa en lo que se refiere a la alteración de la fauna y flora del lugar, del análisis cualitativo y cuantitativo se pudo concluir que los impactos negativos ocurren durante la fase de construcción pero no representan ningún riesgo o daño al ambiente.

## **8. RECOMENDACIONES**

- Planificar de una manera adecuada las etapas del proyecto: recolección de datos en campo, y trabajo de gabinete, ya que de esto dependerá cuan confiable resulte ser la información que se obtiene para utilizarla en el diseño, esto puede acarrear fallas en el diseño que implicaría una pérdida de tiempo y recursos.
- El organismo o contratista que ejecute el proyecto de Sistema de Agua Potable deberá aplicar estrictamente las especificaciones técnicas contenidos en este estudio, y podrá realizar bajo fundamento fiable cualquier cambio necesario para garantizar la calidad y el buen funcionamiento del sistema.
- Siempre se debe aplicar las normas de manejo ambiental para cada etapa del proyecto de este modo reducir las molestias e impactos negativos que se causan, además que evita sanciones y multas.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMAPAR. (2015). Parámetros de Diseño para sistemas de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Riobamba.
- NORMAS EX – IEOS. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.
- CPE INEN 005-9-2 (1997: Código Ecuatoriano de la construcción. (C.E.C) diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN (INEN). Primera edición (2003). Normas para estudios y diseños de agua potable y disposición de aguas residuales para el área rural, Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC): Editorial INEN.
- Organización Panamericana de la Salud: “Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua”, en la web: [diseño\\_de\\_redes\\_de\\_distribucion.pdf](#).
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. (2010). Texto unificado de legislación ambiental, Libro VI – Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descargas de Efluentes.
- Carvajal, J. A., & Jara, A. M. (2015). “*Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado sanitario y su incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del sector Ciudadela Los Médicos en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo*”. Riobamba, Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo.
- López Mario, & Hidalgo Evelyn. (2016). “*DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS SECTORES SINTAGUZO, TROJE, LUCEROPAMBA Y CHINIGUAICO DE LA COMUNIDAD LOS GALTES, PARROQUIA PALMIRA, CANTÓN GUAMOTE, MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL SOFTWARE EPANET*” (Tesis de pregrado). UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO, Riobamba-Ecuador.
- GADMC. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de cantón Colta 2014-2030, elaborado por el Ing. Efraín Yuquilema y Equipo Técnico de PDyOT Colta 2014.

## **CAPITULO VI**

### **10. ANEXOS**

ANEXO 1. Registro fotográfico

ANEXO 2. Modelo de la encuesta aplicada

ANEXO 3. Análisis de precios unitarios

ANEXO 4. Volúmenes de obra

ANEXO 5. Especificaciones técnicas

ANEXO 6. Planos