

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERÍA CIVIL

“DISEÑO DE LAS OBRAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
PARA LA POBLACIÓN DE CUYUJA COMO PARTE DE LAS OBRAS DE COMPENSACIÓN  
DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO VICTORIA.”

NOMBRE:

TALÍA QUEVEDO FIGUEROA

DIRECTOR:

CARLOS LUIS NAVAS

QUITO, 2016

## **DEDICATORIA**

*A mi Padre Dios por haberme dado la oportunidad de terminar mi etapa universitaria con gran éxito, por todas las enseñanzas que me ha regalado en cada experiencia, no lo habría logrado sin su presencia en mi vida.*

*A mis papis, Fernando y Fanny, por todo el apoyo y comprensión que me han brindado a lo largo de estos años, por toda la motivación, fortaleza y valentía que día a día me han permitido crecer y convertirme en la persona que soy ahora.*

*A mi hermana, Valeria, porque siempre me incentivo a ser mejor, a luchar por lo que quería, a guiarme con su ejemplo.*

*A mis abuelitos Ernesto, Fanny, Lucrecia que de diferente manera me han ofrecido su amor y apoyo a lo largo de esta etapa, de igual manera a mi abuelito Oswaldo que no está presente terrenalmente pero que sus enseñanzas han prevalecido en mi vida.*

*A mi familia, tíos y primos quienes me impulsaron a lograr mis objetivos. A mi familia CENTI.*

*A Martita por su apoyo incondicional durante toda mi carrera universitaria, por todo el cariño y aliento que me ha dado.*

***Talía Fernanda Quevedo Figueroa***

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a mi director de tesis, Ing. Carlos Luis Navas, que más que un profesor ha sido un amigo quien me ha motivado en todo momento y con quien he podido contar en innumerables veces con sus consejos y apoyo. A mis estimados correctores Ing. Servando Espín que ha dedicado su tiempo para colaborar con mi disertación, al Ing. Luis Burbano quien me ha brindado su amistad, oportunidades laborales, palabras de aliento, consejos que me han hecho crecer, muchas gracias por no solo ser mi profesor sino mi amigo.*

*A un profesor especial, Ing. Juan Sebastián Baquero, quien con su presencia, tiempo y cariño me incentivo a seguir adelante aprendiendo a soñar y alcanzar mis metas.*

*A mis especiales amigos de colegio que estuvieron a mi lado a lo largo de este nuevo capítulo de mi vida estudiantil.*

*A mis mejores amigos universitarios José, Andrés, Conchis, Gorda, Marquito, Cindy, Pin, Paul, Dany, David y de una manera muy especial a mi amigo Chime quien me apoyo incondicionalmente en la realización de mi disertación; a todos gracias por todas las experiencias que atravesamos juntos, no hubiera sido lo mismo la universidad sin ustedes. Y a todos los demás amigos y compañeros que hice en la universidad por haber formado parte de mi vida en esta etapa inolvidable.*

*Un agradecimiento especial a la Empresa Eléctrica Quito por la colaboración brindada, a todos los ingenieros que facilitaron la realización de la misma.*

## Índice

CAPÍTULO 1 .....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Antecedentes .....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos de estudio .....	3
1.5. Alcance.....	4
1.6. Situación del Ecuador.....	4
1.7. Situación de la provincia de Napo.....	8
CAPITULO 2 .....	11
2.1. Ubicación del proyecto.....	11
2.2. Información general de la zona .....	12
2.2.1. Características del terreno .....	12
2.2.2. Aspecto demográfico.....	13
2.2.3. Aspecto climático y pluviométrico.....	13
2.2.4. Características hidrológicas.....	14
2.2.5. Características geológicas y riesgos naturales.....	15
2.2.6. Aspectos socioeconómicos.....	17
2.2.6.1. Área de servicio y población.....	17
2.2.6.2. Actividad económica y Fuentes de empleo .....	18
2.2.7. Servicios públicos .....	20
2.2.7.1. Educación .....	20
2.2.7.2. Salud.....	20
2.2.8. Vías de comunicación .....	21
2.2.9. Sistema de conectividad y telecomunicaciones.....	21
2.2.10. Agua Potable y Alcantarillado .....	21
2.2.11. Recolección desechos sólidos .....	23
2.2.12. Atractivos turísticos.....	23
2.3. Descripción del proyecto hidroeléctrico Victoria .....	23
2.3.1. Introducción .....	23
2.3.2. Ubicación del proyecto.....	24
2.3.3. Características del proyecto .....	25
2.3.3.1. Vías de acceso .....	27
2.3.3.2. Captación.....	27

2.3.3.3.	Túnel de conducción .....	28
2.3.3.4.	Desarenador y tanque de carga.....	28
2.3.3.5.	Rápida de excesos .....	29
2.3.3.6.	Tubería de presión, blindaje y distribución.....	29
2.3.3.7.	Casa de máquinas .....	30
2.3.3.8.	Canal de descarga.....	30
2.4.	Información técnica disponible .....	30
CAPÍTULO 3 .....		31
EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE DE AGUA POTABLE CUYUJA.....		31
3.1.	Información general .....	31
3.1.1.	Generalidades .....	31
3.2.	Descripción del sistema existente .....	32
3.2.1.	Captación.....	33
3.2.1.1.	Fuente de captación A .....	33
3.2.1.2.	Fuente de captación B .....	35
3.2.1.3.	Fuente de captación C .....	36
3.2.2.	Lineas de Conducción .....	37
3.2.3.	Planta de tratamiento.....	39
3.2.4.	Red de distribución.....	40
3.2.5.	Cobertura de micro medición.....	41
3.3.	Simulación hidráulica de la red de distribución de agua potable .....	42
3.4.	Condiciones de funcionamiento actual.....	47
3.4.1.	Problemas encontrados.....	47
3.5.	Mejoras propuestas.....	50
CAPÍTULO 4 .....		52
DISEÑOS DE OBRAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CUYUJA .....		52
4.1.	Diseño de componentes nuevos del sistema.....	52
4.1.1.	Estimación población futura.....	52
4.1.1.1.	Método Aritmético .....	53
4.1.1.2.	Método Geométrico.....	53
4.1.1.3.	Proyección poblacional para el periodo de diseño .....	54
4.1.2.	Proyección de la demanda de agua.....	57
4.1.2.1.	Caudal de diseño .....	57
4.1.3.	Diámetro de la tubería .....	59

4.1.3.1.	Diseño fórmula Hazen-williams.....	60
4.1.3.2.	Diseño con Fórmula de Manning .....	62
4.1.3.3.	Detalle de tubería seleccionada .....	64
4.1.4.	Trazado y Tubería .....	67
4.1.5.	Cámara rompe presiones .....	68
4.1.6.	Elementos de salida y llegada .....	74
4.2.	Diseño de obras de mejoramiento del sistema .....	77
4.3.	Análisis de la efectividad de las medidas propuestas.....	77
4.4.	Presupuesto .....	82
4.5.	Planos de construcción.....	84
CAPITULO 5.....		88
5.1.	Conclusiones .....	88
5.2.	Recomendaciones.....	89
5.3.	Glosario.....	91
5.4.	BIBLIOGRAFÍA.....	98

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Datos referentes a la pluviosidad del cantón .....	14
Cuadro 2. Agrícola, ganadera, silvicultura.....	18
Cuadro 3. Categoría Ocupacional .....	19
Cuadro 4. Datos generales proyecto Hidroeléctrico Victoria.....	25
Cuadro 5. Energía producida en el proyecto Hidroeléctrico Victoria .....	26
Cuadro 6. Datos Generales fuente “A” .....	33
Cuadro 7. Datos Generales Fuente “B” .....	35
Cuadro 8. Datos Generales Fuente “C” .....	36
Cuadro 9. Características de los ramales de conducción.....	38
Cuadro 10. Analisis de las conexiones del sistema de agua potable de Cuyuja.....	45
Cuadro 11. Analisis de la tubería del sistema de agua potable de Cuyuja .....	46
Cuadro 12. Datos censales de población del cantón Quijos .....	53
Cuadro 13. Índice de crecimiento poblacional del cantón Quijos.....	54
Cuadro 14. Proyección de la población en el periodo de diseño.....	55
Cuadro 15. Dotación para proyectos .....	58
Cuadro 16. Velocidades máximas .....	60
Cuadro 17. Coeficiente de fricción- Formula de Hazen –Williams .....	61
Cuadro 18. Tabla de elección de diámetro de tubería .....	61
Cuadro 19. Coeficiente de rugosidad de Manning .....	62
Cuadro 20. Tabla de elección de diámetro de tubería .....	63
Cuadro 21. Tabla de comprobación de diámetro seleccionado.....	67
Cuadro 22. Tabla de presión nominal de tubería.....	68
Cuadro 23. Datos tanque rompe presiones .....	70
Cuadro 24. Datos programa SAP2000 .....	71
Cuadro 25. Descripción de elementos de salida den tanque de carga .....	75
Cuadro 26. Análisis de calidad del agua de las fuentes a la planta de agua potable de Cuyuja .....	78
Cuadro 27. Análisis de calidad del agua del proyecto hidroeléctrico Victoria .....	79
Cuadro 28. Parámetros de calidad del agua según CORPLAB .....	80
Cuadro 29. Parámetros de calidad del agua según CORPLAB .....	81
Cuadro 30. Presupuesto referencial obras nuevas del sistema de agua potable .....	83

## Índice de figuras

Figura 1. Mapa de las coberturas provinciales de agua por red publica.....	7
Figura 2. Mapa de las coberturas provinciales de alcantarillado.....	7
Figura 3. Cobertura de servicios básicos provincias de Napo.....	9
Figura 4. Cobertura de agua por red pública de la provincia de Napo.....	9
Figura 5. Cobertura de alcantarillado de la provincia de Napo.....	10
Figura 6. Implantación de la Parroquia Cuyuja.....	12
Figura 7. Mapa Base del Canto Quijos- Provincia del Napo.....	12
Figura 8. Mapa Hidrográfico cantón Quijos.....	15
Figura 9. Mapa Geológico parroquia Cuyuja.....	16
Figura 10. Morfología Urbana de Cuyuja.....	18
Figura 11. Establecimientos Educativos.....	20
Figura 12. Cobertura de Servicios Básicos.....	31
Figura 13. Mapa de fuentes de agua.....	33
Figura 14. Fuente A.....	34
Figura 15. Fuente B.....	35
Figura 16. Fuente C.....	37
Figura 17. Esquema de líneas de conducción.....	38
Figura 18. Esquema de la planta de tratamiento de Cuyuja.....	40
Figura 19. Esquema general de la red de distribución.....	41
Figura 20. Evaluación sistema existente de agua potable en Cuyuja.....	44
Figura 21. Proyección poblacional.....	57
Figura 22. Topografía del proyecto.....	68
Figura 23. Número de tanques rompe presiones.....	69
Figura 24. Diseño de tanque rompe presiones.....	72
Figura 25. Evaluación de tanque rompe presiones.....	73
Figura 26. Tanque deformado con empuje lateral del suelo.....	73
Figura 27. Dimensiones tanque rompe presiones.....	74
Figura 28. vista en planta del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria.....	75
Figura 29. Vista en corte detalle de salida del tanque de carga del PHV.....	75
Figura 30. Detalle salida del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria.....	76
Figura 31. Detalle derrocamiento tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria.....	76
Figura 32. Esquema colocación de tubería en el tanque de carga del proyecto Hidroeléctrico Victoria.....	77

# CAPÍTULO 1

## 1.1. Introducción

La salud, siempre ha sido una necesidad básica e indispensable para el desarrollo de cada individuo como tal, por lo que el acceso a los servicios básicos como solución a los diferentes problemas que afectan diariamente a una población ha llevado un gran esfuerzo.

En el Ecuador, se presentan varias poblaciones con ausencia de algunos o todos los servicios básicos generando problemas sociales, lo que ha motivado dotar del servicio básico más primordial, el agua, para promover mejoramiento en la salud en poblaciones con menor infraestructura, aldeañas, a las grandes ciudades. Sin embargo el dotar de agua cruda a una población no siempre ha sido el problema más grande, considerando que existen poblaciones que poseen plantas de tratamiento de agua potable y que su funcionamiento tiene déficit, lo que nos vuelve al punto inicial, la ausencia de agua potable para consumo humano, ya sea por falta de recursos hídricos (agua cruda) o por falta del mantenimiento en sus plantas de tratamiento.

En la parroquia de Cuyuja, perteneciente a la jurisdicción del cantón Quijos, se han venido desarrollando proyectos hidroeléctricos debido a la gran presencia de recursos hídricos en el sector, entre ellos el proyecto hidroeléctrico Victoria, por lo que en concordancia con la consciencia social de la Empresa Eléctrica Quito, se planificó medidas de compensación entre las que consta el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua cruda para el sistema de agua potable para la población de Cuyuja.

Por lo que la presente disertación tiene como propósito el estudio del sistema existente de agua potable en la población Cuyuja, el cual incluye el diseño de la estructura

necesaria para dotar de agua cruda a la planta de tratamiento de agua potable existente de manera permanente y de mejor calidad, el análisis del funcionamiento de la planta de tratamiento, la efectividad del sistema de distribución y de esta manera prever fallas en la misma.

## 1.2. Antecedentes

En el cantón Quijos, se presentan constantes lluvias a lo largo del año, lo que afecta constantemente a la población de Cuyuja, a sus instalaciones y obras de infraestructura; En la época de invierno que es entre los meses de abril a julio se presencian fuertes crecidas de ríos, fuertes lluvias provocando mayores daños en las diferentes poblaciones del sector (**GAD MUNICIPAL DE QUIJOS , 2015**).

Las condiciones antes mencionadas han ocasionado que durante varios días en la población de Cuyuja no tuviera una buena calidad de agua para consumo humano debido a que el agua llegaba a las viviendas con alta turbiedad, presencia de lodo e insectos que muy difícilmente es removido por los procesos de tratamiento haciendo que los habitantes deban comprar agua embotellada para evitar problemas de salud. En tal virtud en los últimos años se había realizado el mejoramiento al sistema existente de agua potable lo que logro una mejora en la calidad de agua pero no en cumplir con el abastecimiento permanente de agua a los pobladores ni con la infraestructura adecuada para imprevistos que se puedan presentar; lo que ha llevado a que se sigan planificando maneras de mejoramiento del sistema de agua potable por diferentes entidades competentes a la población de Cuyuja.

### 1.3. Justificación

El proyecto hidroeléctrico Victoria, como parte del plan de inversiones ha previsto obras de compensación a comunidades afectadas en su área de influencia; siendo una de ellas poder dotar de agua cruda a la planta de tratamiento generando una nueva captación desde el tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria para mantener una cantidad de agua en caso de que se vuelvan a presentar eventos imprevistos, así la planta de tratamiento pueda tener el abastecimiento de agua cruda constante cuando una de las captaciones se vea afectada.

El estudio definitivo de la mejora al sistema existente de agua potable es la solución que presentó la Empresa Eléctrica Quito como medida de compensación del proyecto Hidroeléctrico Victoria.

### 1.4. Objetivos de estudio

#### **Objetivo general**

Diseñar las obras de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable de Cuyuja, mediante la evaluación del sistema existente garantizando el suministro de agua potable a la población de Cuyuja.

#### **Objetivos específicos**

- Describir la información general del área de influencia del proyecto hidroeléctrico Victoria y del sistema de agua potable de Cuyuja.
- Evaluar el sistema existente de agua potable de la población de Cuyuja incluyendo la simulación hidráulica de la red de distribución existente para la identificación de los principales problemas.

- Diseñar las obras de mejoramiento del sistema de agua potable de Cuyuja.
- Elaborar el proyecto ingenieril con todos los detalles de diseños definitivos.

### 1.5. Alcance

La presente disertación consiste en el diseño de las mejoras al sistema existente de agua potable de Cuyuja, basado en una evaluación del sistema y tomando en cuenta la infraestructura existente del proyecto hidroeléctrico Victoria y las medidas de compensación previstas en dicho proyecto.

El diseño se encuentra respaldado por los planos, especificaciones técnicas, presupuesto de las medidas tomadas para mejoramiento del sistema existente de agua potable.

### 1.6. Situación del Ecuador

En el Ecuador, como en todo asentamiento humano, se deben establecer normas que regulen el comportamiento e conducta de los mismos: por lo que desde la época colonial, el cabildo intervino normalizando todo lo referente al agua para que de esta manera se registrara el uso del agua para no ser desperdiciadas ni manejadas inadecuadamente. **(Empresa Municipal de Agua Potable Quito, 1985)**

Es así, desde mucho tiempo atrás se consideró que para el desarrollo de una población se requiere contar con los recursos hídricos suficientes los cuales nos permitan entregar a los habitantes dicho recurso para que las necesidades diarias que ellos presenten sean cubiertas en cantidad, continuidad y calidad; Sin embargo hoy en día con los grandes crecimientos poblacionales las fuentes de agua se localizan cada vez más alejadas de

centros poblacionales viéndose en la obligación de construir sistemas que transporten el recurso con variaciones de costo según la demanda de cada población (**Noboa, 2005**).

El mayor déficit de servicios de agua potable y alcantarillado se presenta en los sectores rurales en especial en regiones Costa y Amazónica con una cobertura de 58.4% y 48.48% respectivamente, siendo la región Sierra con un 64.7% de cobertura a nivel regional la que presenta valores más altos de cobertura de agua potable y saneamiento. El servicio brindado de agua potable ha logrado ser permanente en los sitios urbanos, pero en ciertos barrios alejados urbanísticos, la presión se encuentra debajo de la norma, no se tiene un tratamiento para descargar aguas servidas por lo que estos barrios siguen teniendo un déficit que pese a tener acceso a estos servicios básicos no significa que estos ofrezcan un flujo permanente ni una buena calidad de agua (**Plan regional de inversiones en Ambiente y Salud, 1999**).

En cuanto a las zonas rurales, los sistemas actuales, muestran en un gran porcentaje que la población tienen fallas que generan colapsos y en un mínimo porcentaje que tienen deterioros leves que aún se consideran como sostenibles; haciendo notorio que sí se ha logrado un incremento en la inversión de agua potable y saneamiento a nivel general mas no se ha generado un control de calidad de la infraestructura como del funcionamiento de las mismas.

Por lo que se considera que existe una gran relación entre el agua potable y la pobreza debido a que en *“las provincias con más pobreza se tiene menor cobertura de agua potable por vivienda”*<sup>1</sup>.

---

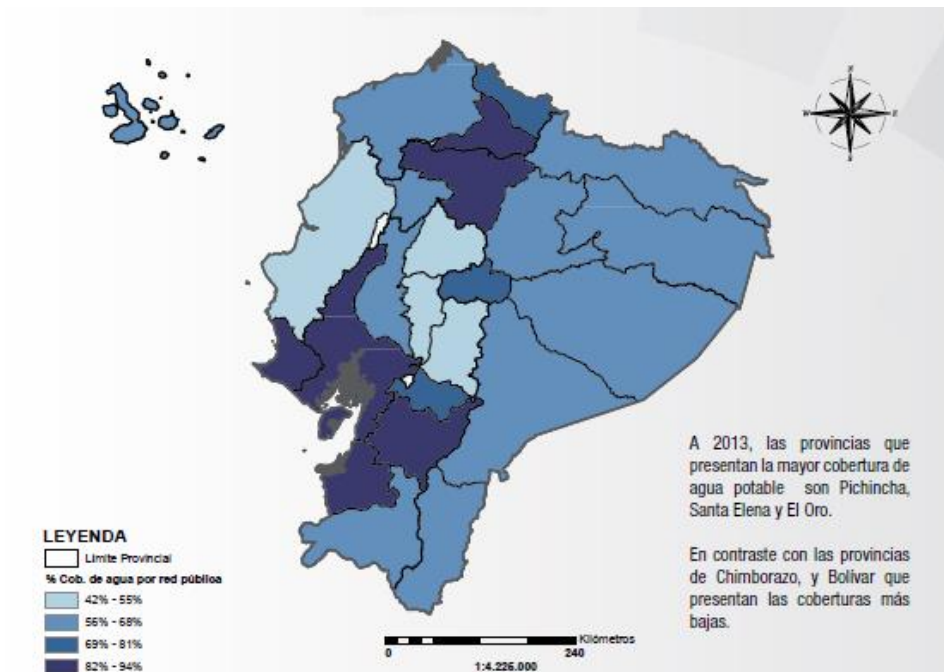
<sup>1</sup> Ibídem pag 262

El estado como tal debe garantizar el derecho humano al agua, accesibilidad y equidad puesto que a través de los años ha podido observar como la mala calidad de estos servicios ha afectado a la salud y calidad de vida de los habitantes y así también ha afectado al aprovechamiento y producción futura de las fuentes de agua que forman parte de una oportunidad económica al país, lo que ayudado a detectar los problemas que se presentan en el Ecuador considerando como los más importantes la falta de drenaje y la gran cantidad de agua contaminada, los cuales producen: “en primer lugar muerte por derrumbamientos e inundaciones y en segundo lugar enfermedad por orden de importancia sanitaria que corresponde a las diversas infecciones fecal-orales transmitidas por el consumo de agua y alimentos contaminados” (**Organización Mundial de la Salud, 1991**).

Por lo que: “la nueva Constitución de Ecuador considera el agua como un recurso estratégico y promueve la gestión integrada de los recursos hídricos, presentando la gestión pública y comunitaria como únicos modelos viables de gestión” (**CONSTITUCIÓN DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR art. 318, 2011**).

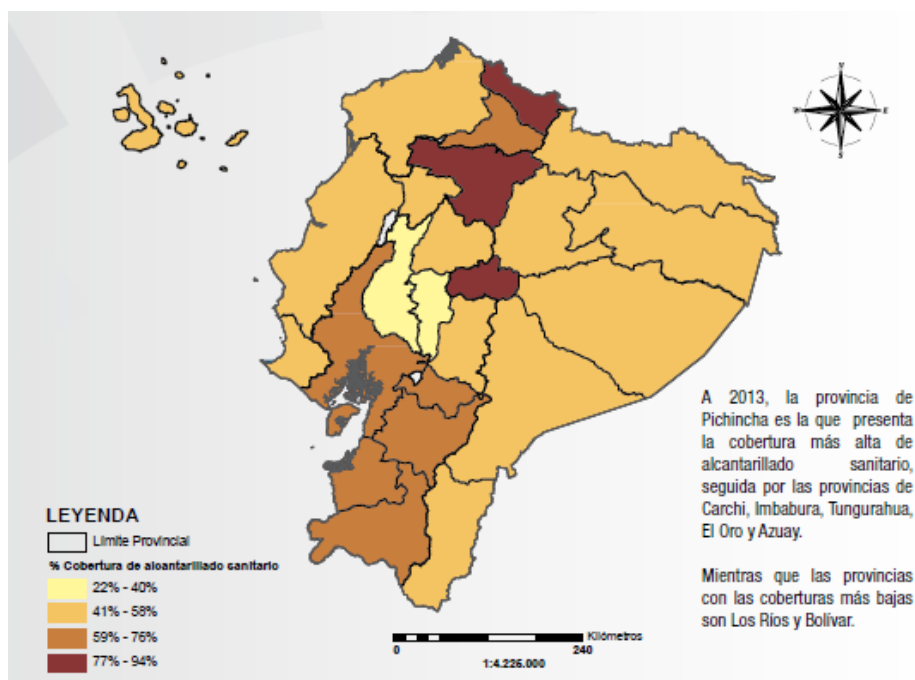
En los siguientes cuadros se presenta la cobertura de los servicios básicos de agua potable y alcantarillado en el Ecuador.

**Figura 1.**  
**Mapa de las coberturas provinciales de agua por red pública**



Fuente: Sistema nacional de información (Senplades) en base al censo de población y vivienda 2010(INEC), 2014

**Figura 2.**  
**Mapa de las coberturas provinciales de alcantarillado**



Fuente: Sistema nacional de información (Senplades) en base al censo de población y vivienda 2010 (INEC), 2014

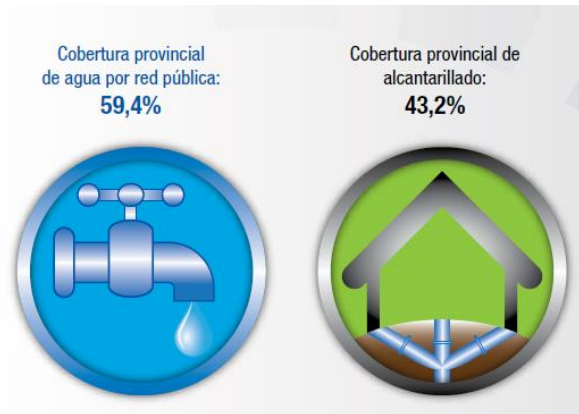
Lo que nos indica que respecto a la cobertura provincial de agua por red pública en la Amazonia llega abastecer alrededor del 62% a las provincias de la región y de igual manera respecto a la cobertura de alcantarillado en la Amazonia se tiene una cobertura del 49.5% teniendo menor cobertura que del servicio de agua potable, lo que demuestra el déficit del servicio brindado a las poblaciones de estas provincias.

### 1.7. Situación de la provincia de Napo

En la provincia de Napo, ubicada en la región Amazónica con una población total de 103 697 habitantes de los cuales el 20% habitan en ciudades y el resto se encuentran en poblaciones rurales, nos ha permitido tener una idea de la cobertura de los servicios básicos en dicha provincia, puesto que al estar el 80% de la población en zonas rurales sus condiciones de vida son menos favorecidas e inadecuadas (Fundación Wikimedia, 2016)

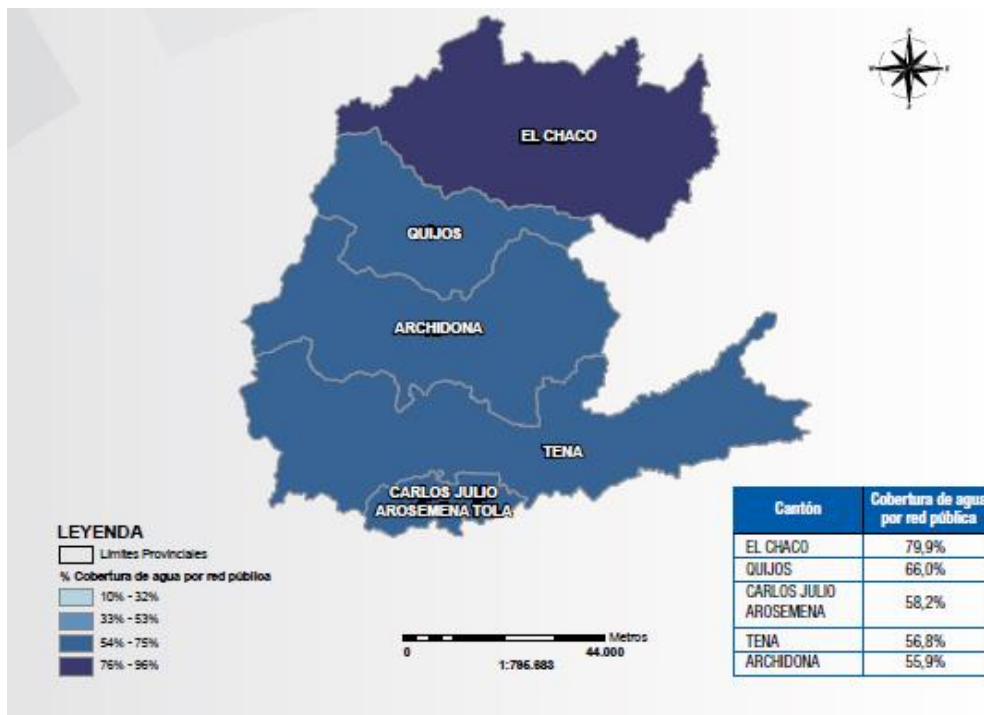
Es primordial poder tener la sostenibilidad de los servicios de agua potable y alcantarillado que se obtiene con la cobertura de los costos de los mismos, a través de asignaciones estatales, provinciales o vía tasas o tarifas, y se evita gastos innecesarios por escasez de recursos o mal uso de los mismos; en el siguiente gráfico se presenta la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado de la provincia de Napo.

**Figura 3.**  
**Cobertura de servicios básicos provincias de Napo**



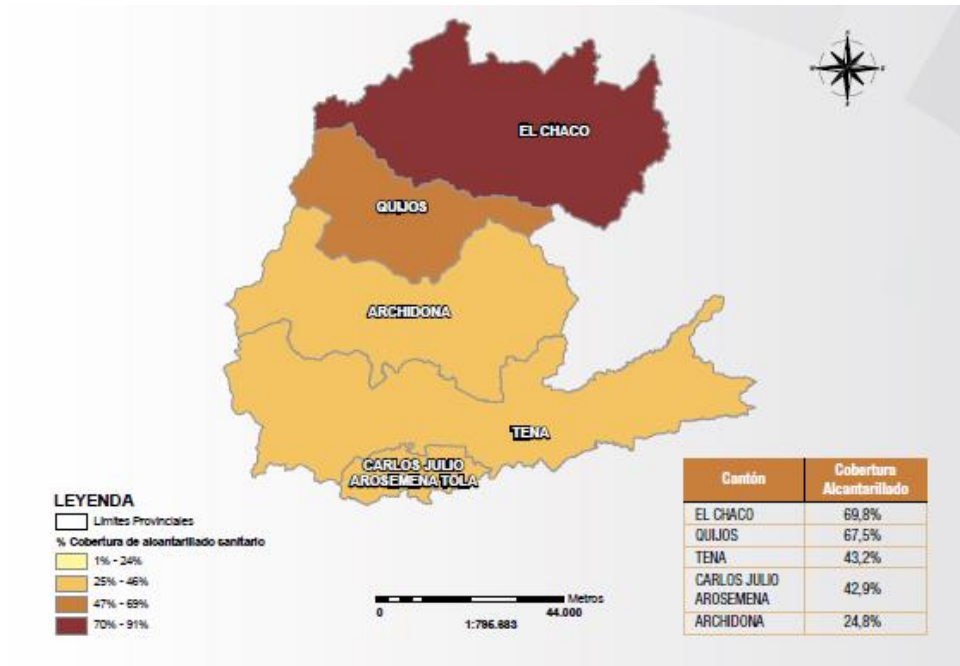
Fuente: Sistema nacional de información (Senplades) en base al censo de población y vivienda 2010 (INEC), 2014

**Figura 4.**  
**Cobertura de agua por red pública de la provincia de Napo**



Fuente: Sistema nacional de información (Senplades) en base al censo de población y vivienda 2010(INEC), 2014

**Figura 5.**  
**Cobertura de alcantarillado de la provincia de Napo**



Fuente: Sistema nacional de información (Senplades) en base al censo de población y vivienda 2010(INEC), 2014

El cantón el Chaco es el que presenta mayor cobertura de agua potable y alcantarillado respecto a los cantones Quijos, Archidona, Tena, Carlos Julio Arosemena, considerando así mismo el cantón Quijos como el siguiente cantón con mayor cobertura de agua potable y alcantarillado.

## CAPITULO 2

### 2.1. Ubicación del proyecto

País: Ecuador

Cantón: Quijos

Parroquia: Cuyuja

La parroquia de Cuyuja, se encuentra ubicada en el noroccidente de la provincia de Napo, formando parte de la región Oriente, perteneciente a la cuenca del río Quijos con ríos afluentes como el río Cosanga, río Papallacta, Borja, Paradalarca, etc. De los cuales en el estudio se considera el río Cuyuja que es afluente del río Papallacta (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

El proyecto previsto para el estudio se encuentra ubicado al noroeste de la cabecera cantonal y se localiza limitado de la siguiente manera:

Norte: Cantón Chaco

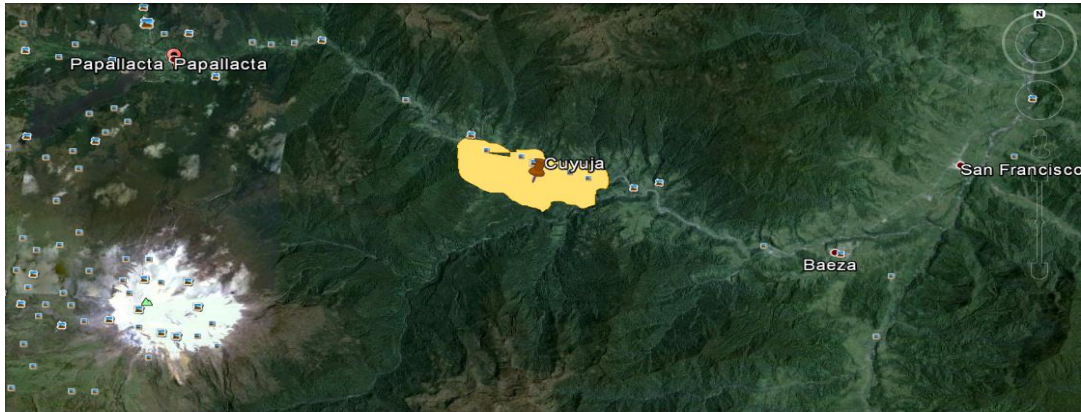
Sur: Cantón Cosanga

Este: Parroquia Baeza

Oeste: Parroquia Papallacta

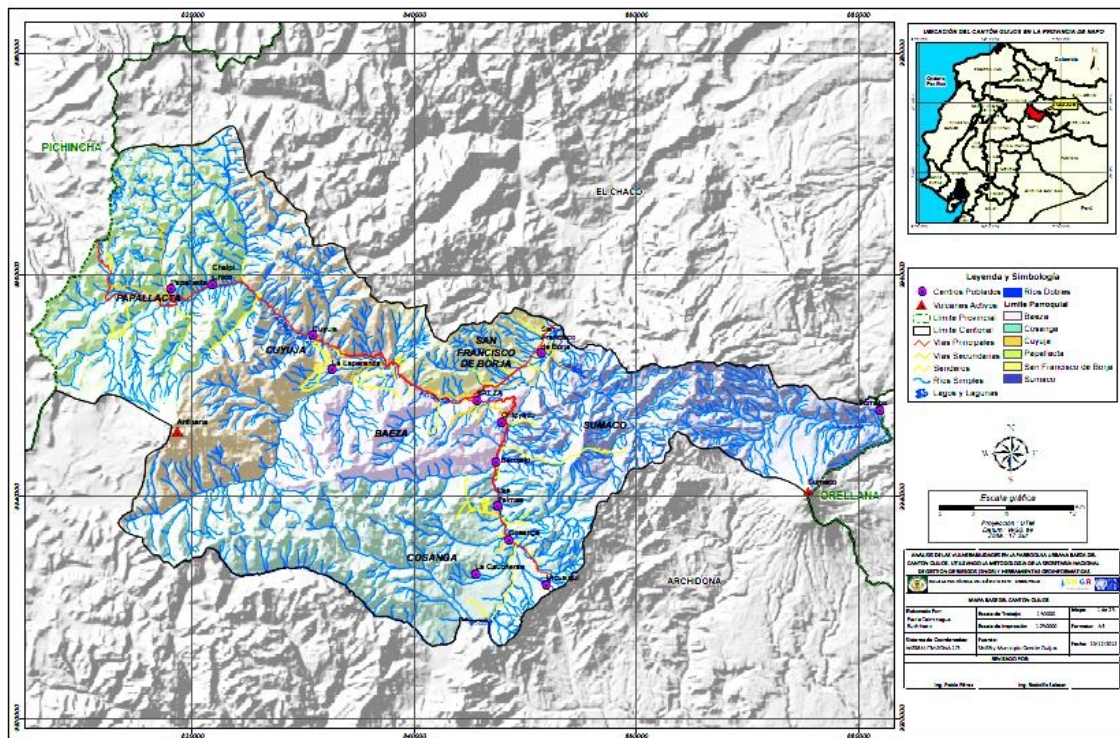
La parroquia de Cuyuja está situada a una altura media de 2412 msnm (sobre el nivel del mar) con las siguientes coordenadas: “DATOS GEODÉSICOS DATUM WGS-84 COORDENADAS UTM ZONA 18M 163078.m Este y 9’954020.mNorte” (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

**Figura 6.**  
**Implantación de la Parroquia Cuyuja**



Fuente: google-earth

**Figura 7.**  
**Mapa Base del Canto Quijos- Provincia del Napo**



Fuente: M- ESPE -034978-1 CUYUJA

## 2.2. Información general de la zona

### 2.2.1. Características del terreno

Forma: irregular

Topografía: inclinada

Cuyuja, de región montañosa amazónica, se encuentra asentada en un terreno que posee pendientes fuertes mayores del 50% y pendientes medias del 30%, en la parte superior e inferior respectivamente (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

### **2.2.2. Aspecto demográfico**

Con los datos obtenidos del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos, se obtuvo que en el último censo la parroquia de Cuyuja tiene 620 habitantes, lo que muestra una tasa de crecimiento anual de 1.34%, sin embargo solo en el periodo de 1990-2001 se presentó mayor crecimiento poblacional con una tasa de crecimiento de 2.62%; los últimos datos censales de la parroquia de Cuyuja son del censo 2010 (**GAD parroquial Cuyuja, 2015**).

A través de los años Cuyuja ha presentado que la población masculina supera en un 10% con respecto a la femenina, y que el rango de edad de la población es hasta 30 años ocupando un 90% de la población total dejando el 10% a mayores de 60 años.

### **2.2.3. Aspecto climático y pluviométrico**

La parroquia de Cuyuja presenta 4 diferentes tipos de climas haciendo que sea un lugar de potencial atractivo por la biodiversidad que se encuentra; Sin embargo posee un constante clima frío por encontrarse en zona de paramo llegando a temperaturas 5°C y 16.2 °C. Los tipos de climas que se presentan en la zona son:

Nival.- se encuentra en el sector del volcán Antisana, con temperaturas 0° - 1.5°, con altitudes de 4500-4750 msnm.

Bosque muy húmedo alpino.- se halla hacia el suroeste de la parroquia con temperaturas de 1.5° - 3° a una altura de 4000 msnm.

Bosque muy húmedo sub alpino.- ubicado por el lado norte, oeste y suroeste con una temperatura media de 3° a 6° y una altitud de 3000 a 4000 msnm

Bosque húmedo montano.- localizado en la parte central del área con temperaturas de 6° a 16° y altitudes de 2000 a 3000 msnm.

El clima dominante en la parroquia de Cuyuja es el bosque húmedo montano que se muestra con una humedad relativa alta con valores mayores al 85%.

En general la parroquia tiene un régimen de llovizna fina durante todo el año, sin embargo los regímenes más altos de lluvias se presentan a partir del mes de marzo a julio con una precipitación media de 192.9mm. (MEM-TEC-Cuyuja, 2012, p.8)

Respecto a la información pluviométrica del sector, se tiene información de las dos estaciones que se encuentran en su territorio: la estación Papallacta y la estación Baeza con sus respectivos valores mínimos y máximos de pluviosidad.

**Cuadro 1.**  
**Datos referentes a la pluviosidad del cantón**

<b>ESTACIÓN</b>	<b>VALORES MÍNIMOS</b>	<b>VALORES MÁXIMOS</b>
<b>Papallacta</b>	92.4 mm (en octubre)	218.7 mm (en julio)
<b>Baeza</b>	121.4 mm (en enero)	292 mm ( en junio)

Fuente: MEM-TEC-Cuyuja

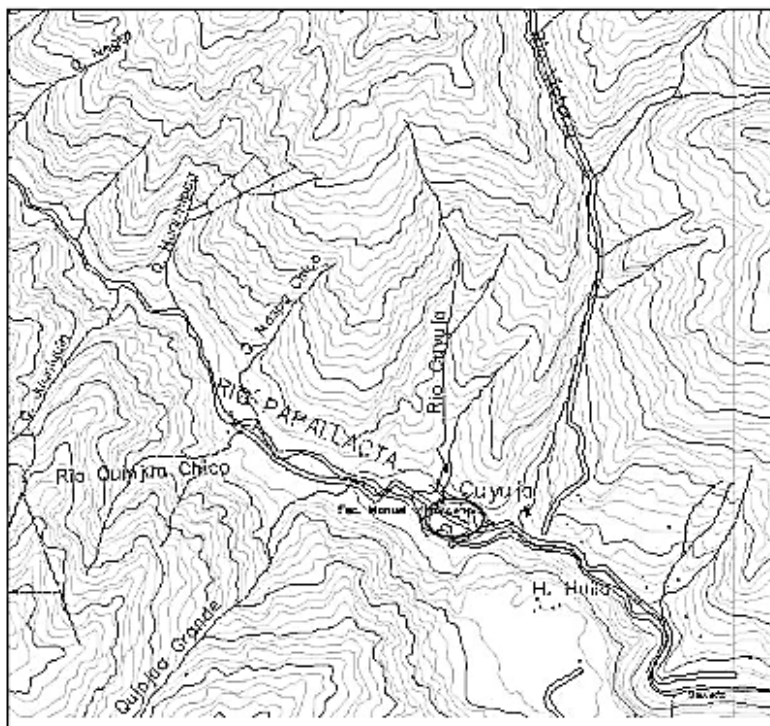
#### **2.2.4. Características hidrológicas**

Dentro del cantón Quijos se presencia una gran variedad de ríos, lagunas, quebradas que cuentan con los recursos hídricos necesarios para poder abastecer a la población.

Los ríos como tal, son la base que estabiliza la ecología en la zona, por lo que la parroquia de Cuyuja posee dos ríos principales, el río Cuyuja y el río Victoria, donde ambos desembocan en el río Papallacta formando microcuencas que se abastece de

afloramientos superficiales<sup>2</sup> y de esta manera se forma la cuenca Quijos (GAD MUNICIPAL DE QUIJOS , 2015).

**Figura 8.**  
**Mapa Hidrográfico cantón Quijos**



Fuente: memoria técnica agua potable Cuyuja

### **2.2.5. Características geológicas y riesgos naturales**

El asentamiento de la población de Cuyuja se encuentra en el cono de deyección (rio Cuyuja desemboca en el rio Papallacta), localizada en un basamento metamórfico<sup>3</sup> en el valle del rio Victoria y relleno de depósitos aluviales, lacustres, coluviales en el fondo del valle del rio Papallacta.

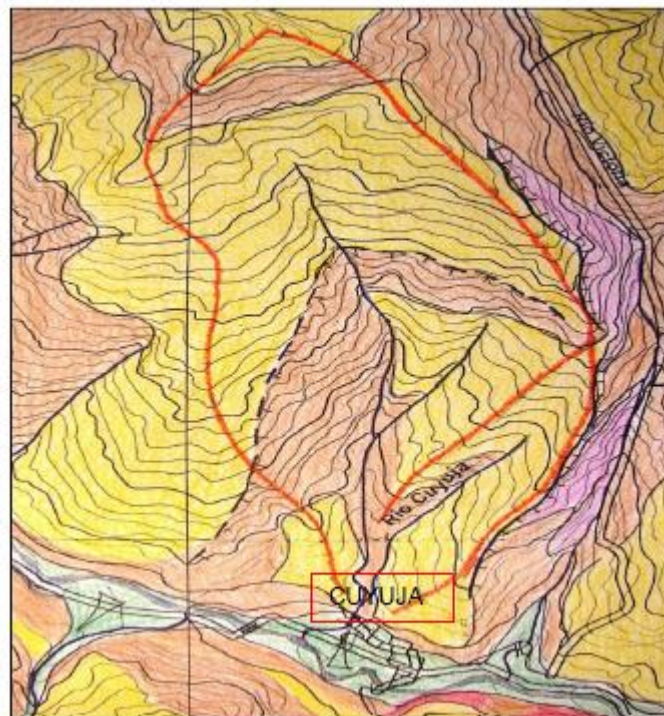
<sup>2</sup> Afloramientos superficiales: acción y efecto de salir a la superficie.

<sup>3</sup> Basamento metamórfico: consiste en esquistos grafitosos, con una foliación subhorizontal ondulante de sobrecorrimientos con aristas de gran desnivel.

En la parte del valle del rio Cuyuja, “se destaca la reptación de los suelos y flujos de barro generando superficies onduladas, alargadas protuberancias e inversiones del valle” (MEM-TEC- Cuyuja, 2012, p.11).

En el gráfico siguiente mediante colores se muestra el tipo de suelo existente en la zona:

**Figura 9.**  
**Mapa Geológico parroquia Cuyuja**



Fuente: memoria técnica agua potable Cuyuja

Violeta: cenizas volcánicas

Café: coluvios

Amarillo: Limo arcillosa

Celeste: aluvios

Respecto al riesgo sísmico en el sector de estudio, se encuentra en una zona de alta sismicidad histórica El Reventador y Baeza, donde se ve mayormente afectado por los sismos pocos profundos de Baeza.

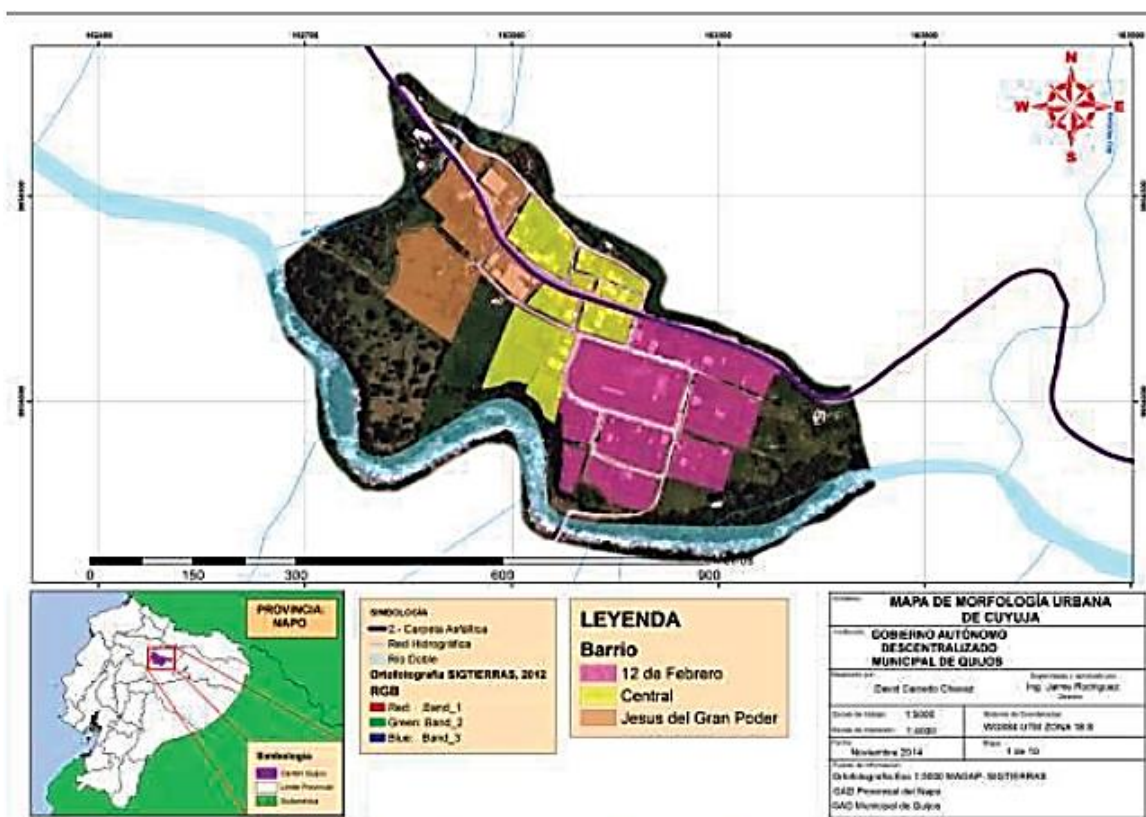
La parroquia de Cuyuja está ubicada en la conocida provincia sismo tectónica de Arco Volcánico No.8, que se ha desarrollado por la colisión de la placa continental y la placa oceánica; Las fallas del área de Papallacta son capaces de generar sismos de 6,9 de magnitud (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

## **2.2.6. Aspectos socioeconómicos**

### *2.2.6.1. Área de servicio y población*

La parroquia en estudio tiene una superficie de  $316.40 \text{ Km}^2$  donde la cabecera parroquial tiene un área de aproximadamente 12 Ha que representa el 92.6% de la parte urbana del área total considerada. (**GAD parroquial Cuyuja, 2015**)

**Figura 10.**  
**Morfología Urbana de Cuyuja**



Elaborado por: Equipo Técnico Depto. Planificación y Desarrollo Sustentable

Fuente: plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Quijos

### 2.2.6.2. Actividad económica y Fuentes de empleo

Los habitantes de Cuyuja se desenvuelven en la ganadería, agricultura y pesca como actividades principales para el desarrollo poblacional y en actividades como servidores públicos y privados, comercio, construcción, industrias como actividades secundarias e ínfimas.

Respecto a las actividades económicas principales se presentan de la siguiente manera:

**Cuadro 2.**  
**Agrícola, ganadera, silvicultura**

CATEGORÍAS	PORCENTAJE
Ganadería lechera	66%

Ganadería de carne	27%
Piscicultura	2%
Crianza de cuyes	1%
Crianza de aves	4%

Fuente: Plan de ordenamiento Territorial Cuyuja

La comercialización de la misma se realiza dentro de la parroquia a través de intermediarios: “Así mismo el 72% de la PEA (población económicamente activa) trabaja dentro de la parroquia y el 28% trabajan en los alrededores de la misma” (MEM-TEC-Cuyuja, 2012, p.18).

En el siguiente cuadro se presentan las categorías ocupacionales que tienen los habitantes de la población en estudio:

**Cuadro 3.**  
**Categoría Ocupacional**

CATEGORÍAS	PORCENTAJE
Patrono	8%
Trabajador por cuenta propia	49%
Asalariado del Gobierno	14%
Asalariado empresa privada	17%
Trabajador familiar sin remuneración	5%
Servicio Domestico	7%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fuente: MEM-TEC-Cuyuja

## 2.2.7. Servicios públicos

### 2.2.7.1. Educación

En la población de Cuyuja se ha establecido una escuela como establecimiento educativo para la preparación de escuela de básica.

**Figura 11.**  
**Establecimientos Educativos**

NIVEL	ESTABLECIMIENTO	TIPO	PROFESORES	ALUMNOS
Primario	Manuel Villavicencio	Fiscal	6	60

Fuente: plan de ordenamiento territorial cantón Quijos

Dentro del nivel educativo un 42% cuenta con preparación básica, el 39% con nivel de educación secundaria, 8% con nivel de educación superior y un 11% con ningún nivel de instrucción o educación inicial (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

Las personas que desean proseguir sus estudios secundarios y superiores deben realizarlos fuera de la parroquia debido a la ausencia de infraestructura y del personal docente calificado.

### 2.2.7.2. Salud

La localidad de Cuyuja cuenta con un Centro de Salud del Ministerio de Salud Pública, que brinda sus servicios gratuitos de atención emergente, brindando cuidado de lunes a viernes, sin contar con el servicio de hospitalización o ambulancia; El personal médico del que se encuentra compuesto es: médico general, auxiliar de enfermería, odontólogo y licenciada (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

“Respecto a los seguros de vida que presenta los habitantes, el 90% no es afiliado a ningún tipo de seguro, el 9% posee el seguro del IESS y el 1% tiene seguro privado” (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012, p.19**).

### **2.2.8. Vías de comunicación**

Cuyuja, se encuentra ubicada a 85km de la ciudad de Quito y a 17 km de la ciudad de Baeza; El ingreso a la parroquia se puede realizar desde el Noroccidente por la vía Pifo-Baeza o ingresando desde el sur por la ciudad del Tena.

La zona tiene un entorno rural con intervención antrópica<sup>4</sup> en los sectores cercanos a la troncal amazónica y la vía interoceánica; En la parte interior de la parroquia se tiene vías lastradas de segundo orden y una vía principal asfaltada, troncal amazónica, que cruza el centro de la parroquia (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

Estas vías de segundo orden comunican sectores importantes como son los proyectos hidroeléctricos Victoria de la Empresa Eléctrica Quito y el proyecto hidroeléctrico Quijos del Gobierno Nacional.

### **2.2.9. Sistema de conectividad y telecomunicaciones**

Se dispone de la telefonía convencional fija, servicio de internet de muy baja calidad y un sistema radial que se sintonizan las emisoras la Selva y Líder; Respecto a telefonía móvil, la parroquia tiene cobertura de la empresa privada de telefonía celular Claro con cobertura en la mayoría de sectores de la misma; La señal de televisión es muy débil debido a la ubicación geográfica de la parroquia, sin embargo vía satelital que es un servicio pagado se tiene una buena transmisión y es lo que actualmente gran parte de la población ha decidido acceder (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

### **2.2.10. Agua Potable y Alcantarillado**

“El sistema de agua potable o potabilización está conformado por obras de la ingeniería necesarias para captar, conducir, tratar (potabilizar), almacenar y

---

<sup>4</sup> Antrópica: que tiene su origen o es consecuencia de las actividades del hombre.

distribuir el agua desde fuentes naturales hasta las viviendas de los habitantes que serán beneficiarios de este servicio” (**Almagro, 2015, p.36**).

El sistema de abastecimiento como tal, tiene como prioridad brindar el agua en cantidad, continuidad y calidad a los consumidores; Así también “la implementación de un sistema de agua potable y potabilización tiene repercusiones positivas en la calidad de vida, salud y desarrollo de la población del territorio de implementación” (**Jimenez, 2013**)

El sitio de estudio cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable para una población de alrededor 100 viviendas que se encuentran concentradas y disponen conexiones domiciliarias y medidores, sin embargo no cuenta con concesión del agua.

La cobertura del sistema existente de agua potable es muy cercana al 100% pero el sistema que dispone Cuyuja en épocas lluviosas deja de brindar su funcionamiento haciendo que el agua se torne totalmente turbia y no sea apta al consumo humano (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

Así mismo la localidad cuenta con un sistema de alcantarillado tipo sanitario que fue realizado hace más de 20 años, sin embargo por la definición vial se realizaron conexiones a sumideros de calzada haciendo que el sistema existente sea un alcantarillado combinado (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

El sistema actualmente no está en funcionamiento, puesto que la planta de tratamiento de aguas residuales mantiene un daño en los equipos de bombeo haciendo que la descarga de las aguas servidas se realice directamente al río Papallacta; la cobertura de este servicio está alrededor del 92%; la gestión de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cuyuja la realizó CELEC, la cual hasta la fecha no ha realizado la entrega a la población por lo que no tienen una tarifa de pago por el servicio.

### **2.2.11. Recolección desechos sólidos**

Se tiene un recolector de basura que realiza recorridos 2 días a la semana que son dados por la municipalidad. Más del 90% de los desechos orgánicos, los pobladores los usan como abono (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

### **2.2.12. Atractivos turísticos**

La parroquia de Cuyuja tiene dos reservas ecológicas que pertenecen a zonas protegidas. La reserva ecológica Antisana y reserva ecológica Cayambe- Coca; La Peña Pivico es un atractivo natural donde se practica deportes de riesgo como el rappel, sin embargo el nivel de turismo es bajo (**GAD parroquial Cuyuja, 2015**).

## **2.3. Descripción del proyecto hidroeléctrico Victoria**

### **2.3.1. Introducción**

En la actualidad, se ha venido incentivando la expansión del sector hidroeléctrico con la incorporación de nuevas leyes y estudios para mejorar la situación energética del país, cubriendo así en el menor plazo posible el déficit energético producto de la falta de inversión en nuevos proyectos de generación de los últimos años.

La empresa eléctrica como tal, ha buscado constantemente el abastecimiento de energía eléctrica dentro de su jurisdicción, por lo que desde su fundación ha emprendido proyectos de construcción y operación de varias centrales hidroeléctricas y termoeléctricas ubicadas en las cercanías de la ciudad de Quito, contando actualmente con cinco centrales (Cumbayá, Nayón, Guangopolo, Pasochoa y Chillos) con una potencia instalada total de 91.5 MW y algunos grupos de generación térmica con una potencia total de 43.2 MW con los que se satisface aproximadamente un 20% de la demanda actual.

Según publicaciones técnicas de la Empresa Eléctrica Quito, la demanda anual de energía en los actuales momentos supera los 3.648 GWh, con una producción propia de aproximadamente 612 GWh, debiendo comprar al Mercado Eléctrico Mayorista 3.036 GWh.

En estas circunstancias y con el propósito de atender el crecimiento de la demanda, mejorar la calidad del servicio y aumentar el índice de electrificación, la Empresa Eléctrica Quito realizó los estudios para la expansión del sistema eléctrico dentro de su jurisdicción, en los que se estableció la necesidad de concluir con los estudios y diseños de la Central Hidroeléctrica Victoria.

### **2.3.2. Ubicación del proyecto**

El Proyecto Hidroeléctrico Victoria se encuentra ubicado aproximadamente a 90 km al sureste de la ciudad de Quito y a 17 km de la población de Papallacta. Tiene como propósito la producción de energía mediante la utilización de las aguas del río Victoria en el tramo comprendido entre las cotas 2793 Y 2335 en la toma y en la casa de máquinas respectivamente.

El proyecto consiste en captar las aguas del río Victoria mediante un conjunto de obras hidráulicas, tales como: toma de fondo, desripador, túnel de conducción a flujo libre, desarenador, tanque de carga, rápida de excesos, tubería de presión, casa de máquinas superficial equipada con dos turbinas Pelton de 5.16 MW cada una, acopladas a sendos generadores, transformador de potencia, tableros eléctricos y la restitución de las aguas turbinadas al río Papallacta; El proyecto aprovecha el recurso hídrico generado por 34 km<sup>2</sup> de la cuenca del río Victoria cuya longitud principal del río hasta su

confluencia con el Papallacta es de 11 km medidos a partir de la cota 3980 (**MEM-TEC-HIDROVICTORIA, 2014**).

El río Victoria es un río de fuertes pendientes. La pendiente media es de 15.6% con tramos que van desde el 6.4% hasta el 30%. En el tramo del aprovechamiento las pendientes varían entre el 19% hasta el 26%.

Para el transporte de los equipos de generación así como para internación temporal de equipos, se cuenta con tres puertos que son Guayaquil, Manta y Esmeraldas con recorridos de 500, 460 y 400 km, respectivamente, hasta la zona del proyecto; Entre Papallacta y el sitio del proyecto existen varios puentes con capacidad suficiente para el transporte de los equipos.

Dentro de la zona del proyecto, se requirió la construcción de un camino a la casa de máquinas y otro hasta el sitio del desarenador y tanque de carga, con este acceso, aprovechando la sección excavada se realizó el acceso hasta la toma a través del túnel de conducción.

### **2.3.3. Características del proyecto**

Las principales características del proyecto son las siguientes:

**Cuadro 4.**  
**Datos generales proyecto Hidroeléctrico Victoria**

<b>Caudal de diseño</b>	<b>2.74 m<sup>3</sup>/s</b>
<b>Salto bruto</b>	448.06 m
<b>Salto neto</b>	435.54 m
<b>Potencia instalada ( 2 x 5.16MW)</b>	10.32 MW
<b>Energía media</b>	63'772.310 KWH/año

<b>Energía firme</b>	42'869.763 KWH/año
<b>Energía secundaria</b>	20'902.548 KWH/año

Fuente: memoria técnica proyecto Hidroeléctrico Victoria

La energía firme está calculada con el 90% de probabilidad de ocurrencia.

Los resultados de la producción energética, para una potencia instalada de 10 MW se indican a continuación:

**Cuadro 5.**  
**Energía producida en el proyecto Hidroeléctrico Victoria**

MES	Pot. Firme	F. Planta	E Media	E. Firme	E. Secundaria	E. Secundaria
	KW		KW-H /año	KW-H /año	KW-H /año	MW-H /año
ENE	3383	0.59	4'422.364	2'482.793	1'939.571	1.93
FEB	3733	0.60	4'062.511	2'494.619	1'567.892	1.56
MAR	4292	0.68	5'087.833	3'158.958	1'928.875	1.92
ABR	5066	0.75	5'380.992	3'584.167	1'796.825	1.79
MAY	5471	0.80	5'963.783	4'035.544	1'928.239	1.92
JUN	6229	0.87	6'299.177	4'425.372	1'873.806	1.87
JUL	6776	0.91	6'748.909	4'992.923	1'755.986	1.75
AGO	6126	0.85	6'302.785	4'499.602	1'803.183	1.80
SEP	5471	0.76	5'475.048	3'908.022	1'567.026	1.56
OCT	4466	0.67	4'992.955	3'289.151	1'703.805	1.70
NOV	4396	0.65	4'652.611	3'138.843	1'513.768	1.51
DIC	3873	0.59	4'383.340	2'859.767	1'523.573	1.52
<b>SUMA</b>	<b>3846</b>		<b>63'772.310</b>	<b>42'869.763</b>	<b>20'902.548</b>	<b>20.90</b>

Fuente: memoria técnica proyecto Hidroeléctrico Victoria, EEQ

#### 2.3.3.1. *Vías de acceso*

Acceso a Casa de Máquinas.- parte de una de las calles de la Población de Cuyuja, es de 4 m ancho y tiene una longitud de 350 m. Las gradientes longitudinales son del orden del 10%.

Acceso al Desarenador y Tanque de Carga.- este acceso pasa por la planta de tratamiento de agua potable de la Población de Cuyuja, es de 4 m de ancho y la gradiente longitudinal es del orden del 15%. La longitud de este acceso es de alrededor de los 2,5 km.

Acceso a la captación.- El acceso a la captación se lo hace a través del túnel de conducción en una longitud de 1150 m aproximadamente. Con este objeto, la sección del túnel ha sido dividida por medio de un tabique central, construido en hormigón, para aislar el sector de acceso del canal de conducción del agua.

#### 2.3.3.2. *Captación*

Las obras que componen la Captación del río Victoria está compuesta por una toma lateral compuesta de un azud con perfil creager de 8,00 m de longitud, ubicada de forma perpendicular al sentido del flujo del río cercada por paredes laterales. En la pared perimetral derecha se encuentra la rejilla de aducción de 4,00 m de largo por donde ingresará el caudal de diseño de  $2,74 \text{ m}^3/\text{s}$  y que luego de la toma pasará al desarenador cuya limpieza estará controlada por una compuerta. El caudal ingresará al túnel de conducción mediante un vertedero de pared delgada sin control. El canal de aducción comprende un ancho de 2,70 m y un contra pendiente de 8,05 % que permitirá el ingreso de una máquina para el lavado de posibles escombros o palizadas en la parte del canal frente al azud. El retorno al río del caudal que ingrese en exceso será mediante un

aliviadero lateral. El estudio hidráulico – hidrológico determinó que el caudal de excesos para un período de 100 años es 88,40 m<sup>3</sup>/s, los cuales deben ser desalojados por la toma de forma directa (**MEM-TEC- HIDROVICTORIA, 2014**).

#### 2.3.3.3. *Túnel de conducción*

Luego de la Captación del río Victoria, el caudal ingresa al túnel de Conducción de 1154 metros de longitud, mediante una compuerta de 3,00 x 3,00 m controlada por sensores de caudal. Las dimensiones totales del túnel son 3.20 m de ancho por 3.10 m de altura en forma de herradura.

La conformación geológica del túnel consta principalmente de un esquisto micáceo y presencia de un estrato de milonitas inmerso en el macizo rocoso. El túnel está diseñado que trabaje a flujo libre, por lo que luego de su excavación se coloca un subdrén central y un replantillo, sobre el cual se asentará un canal conformado de solera y hastiales de hasta 1.00 m de altura. La pendiente del túnel es de 0,316 % y está conformado por un canal de hormigón permitiendo el paso del caudal de diseño a una altura de 0,47 m del nivel de la losa (**MEM-TEC- HIDROVICTORIA, 2014**).

#### 2.3.3.4. *Desarenador y tanque de carga*

Luego del túnel habrá una obra de transición de 9.70 m que se conectará al desarenador que tendrá una longitud de 40.60 m, con dos cámaras de 2.50 m de ancho. En la parte final del desarenador existen dos vertederos de 6.40 m de longitud que permitirán el paso del agua hacia el tanque de carga localizado aguas abajo. El tanque de carga será una estructura de hormigón de 7.70 m de ancho al inicio y converge aguas abajo hasta un ancho de 4.10 m. La longitud del tanque es de 9.80 m hasta la tubería de presión; el tanque de carga tiene una capacidad de 275 m<sup>3</sup>, con una profundidad máxima

de 4,66 m, lo que provee una adecuada sumergencia a la tubería de presión. En la margen izquierda del desarenador se dispone de un canal recolector descarga las aguas hacia una rápida de excesos, así mismo al margen izquierdo del tanque de carga. (**MEM-TEC-HIDROVICTORIA, 2014**).

#### *2.3.3.5. Rápida de excesos*

La rápida de excesos concentra el caudal de limpieza de los desarenadores y del tanque de carga con los posibles caudales producto de las maniobras de emergencia de la central o crecidas no controladas en la zona de captación. Estos volúmenes de agua ingresarán a un pozo de control para luego ser conducido a un túnel bajo el desarenador para direccionar el flujo de agua hacia la vertiente izquierda del río Cuyuja, mediante una tubería combinada de PFRV y acero de 800 mm de diámetro interno y 400 m de longitud, enterrada en su totalidad y con pozos de revisión intermedios. La descarga de la tubería de excesos es una estructura rompe presiones por impacto y pérdida de la energía mediante escalinatas para entregar el agua a la quebrada Cuyuja (**MEM-TEC-HIDROVICTORIA, 2014**).

#### *2.3.3.6. Tubería de presión, blindaje y distribución*

La tubería se inicia a continuación del tanque de carga y va hacia el distribuidor a la entrada de la casa de máquinas. La tubería tendrá una longitud de 1508 m y espesores variables entre 10 mm y 24 mm, con un diámetro interno de 1000 mm. La tubería irá enterrada en el suelo en su mayor parte y tendrá bloques de hormigón armado como anclajes, se construirá un puente de 50 m de longitud sobre el cuál irá la tubería aérea con una junta de expansión para mitigar los esfuerzos por cambios de temperatura principalmente (**MEM-TEC- HIDROVICTORIA, 2014**).

La parte final de la tubería de presión estará compuesta por un bifurcador aislado sin apoyo y dos ramales de 707 mm de diámetro interno cada uno, que se empalmarán con la válvula de ingreso mediante una brida.

#### *2.3.3.7. Casa de máquinas*

Se implantará en una plataforma de 52 m de longitud y 36 m de ancho ubicada a la margen izquierda del río Papallacta. La casa se construirá con estructura de hormigón armado, de 32 m de largo, 16 m de ancho y 12 m de altura para alojar las 2 turbinas tipo Peltón, generadores y sistemas auxiliares. Dentro de esta casa de máquinas se ubicarán estructuras para los conjuntos turbina-generator y equipos auxiliares, así como se instalará un puente grúa de 30 ton de capacidad. Para la construcción de la casa de máquinas se sustituyó el suelo y la construcción de una losa de cimentación con vigas peraltadas hacia abajo que sigan los ejes longitudinales y transversales del edificio. Dentro de la casa de máquinas estará integrada la subestación de 23 KV que se conectará a la línea Papallacta – Baeza (**MEM-TEC- HIDROVICTORIA, 2014**).

#### *2.3.3.8. Canal de descarga*

El canal de descarga que conforma la restitución de las aguas al mismo sistema hídrico está constituido por una estructura de hormigón de 2,80 m de ancho, 40 m de longitud y un gradiente de 3,00%.

## **2.4. Información técnica disponible**

Como información obtenida del proyecto hidroeléctrico Victoria se obtuvo lo siguiente: cartografía y topografía, fotografía aérea, informe de estudios de suelos, análisis de calidad de agua del río Victoria, planos, estudios hídricos, estudio de impacto ambiental.

## CAPÍTULO 3

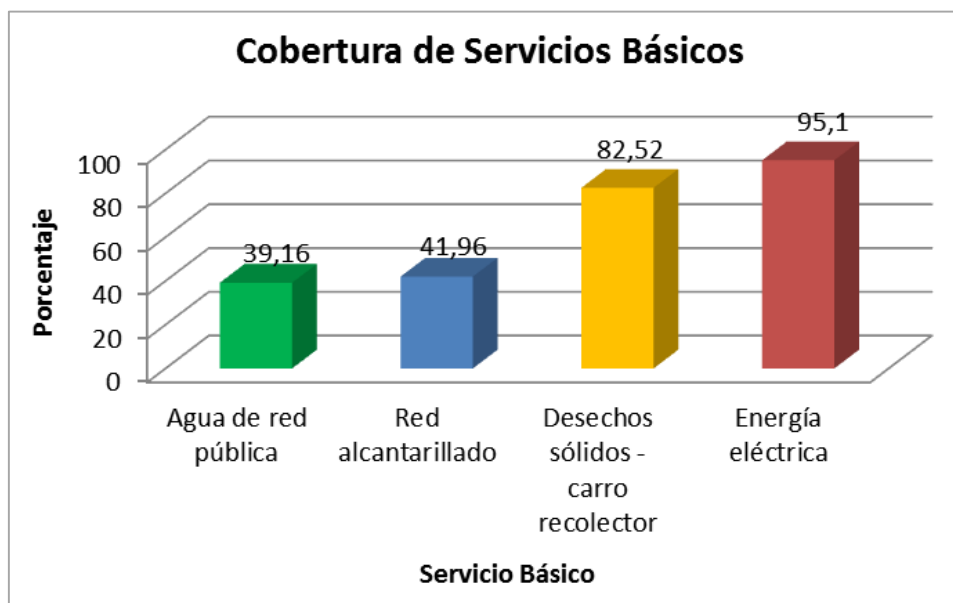
### EVALUACIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE DE AGUA POTABLE CUYUJA

#### 3.1. Información general

##### 3.1.1. Generalidades

La parroquia de Cuyuja dispone de una planta de tratamiento desde hace 5 años, cuyo sistema de agua potable sigue siendo el servicio básico con menos cobertura en esta población, tomando en consideración a aquellos servicios que se brindan de manera constante en condiciones regulares. En el siguiente cuadro se presenta en porcentaje la cobertura de servicios básicos en la población:

**Figura 12.**  
**Cobertura de Servicios Básicos**



Fuente: Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Cuyuja

De acuerdo a Jiménez (2013), es necesario tomar en consideración todos los aspectos que forman parte de un sistema de agua potable como son los siguientes: cuencas

hidrográficas, calidad de recurso de agua, cantidad de recurso de agua, disponibilidad de recurso de agua, caracterización de uso y consumo de agua por sectores, demanda de recursos básicos. (p.35)

Con toda la información mencionada, se puede diseñar, evaluar, pronosticar el funcionamiento de una planta de tratamiento; es importante hacer énfasis que la construcción de una planta de tratamiento se lo debe realizar no solo con las características previas mencionadas sino en relación en lugares que se ubiquen asentamientos humanos, por lo que un sistema de agua potable brinda desarrollo de una población dentro de un marco de normativas y regulaciones que garantizan el adecuado funcionamiento (**Almagro, 2015**).

### 3.2. Descripción del sistema existente

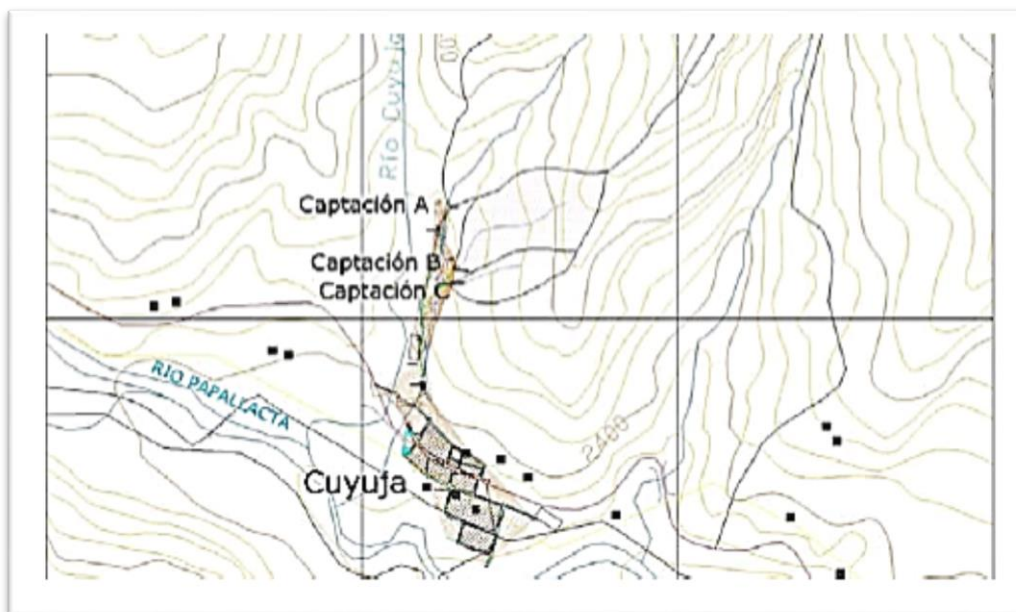
Un sistema de abastecimiento de agua potable básico tiene como componentes principales: captación, línea de conducción, planta de tratamiento, almacenamiento y red de distribución, que son las encargadas de transportar agua cruda a una planta donde se realizara un tratamiento determinado y se distribuirá a la población existente dotando de agua de consumo humano con calidad y cantidad adecuada; de igual manera debe tener un sistema de cobertura de micro medición en la red de distribución para conocer el consumo de cada vivienda.

La junta de agua potable de Baeza es la encargada de la gestión del sistema de agua potable de Cuyuja, sin embargo la parroquia no presenta un modelo de la misma.

### 3.2.1. Captación

La planta de tratamiento de la parroquia de Cuyuja cuenta con 3 vertientes que son fuentes de dotación de agua cruda a la planta potabilizadora; En la siguiente figura se presentan su posición referente a la población.

**Figura 13.**  
**Mapa de fuentes de agua**



Fuente: MEM-TEC-Cuyuja

#### 3.2.1.1. Fuente de captación A

**Cuadro 6.**  
**Datos Generales fuente "A"**

NOMBRE:	FUENTE A
Tipo	Estero superficial
Ubicación	163265 E 9955245 N
Cota(msnm)	2593.50
Caudal medio (l/s)	21.16
Distancia a la planta (m)	970

Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

**Figura 14.**  
**Fuente A**



Fuente: MEM-TEC-Cuyuja

La fuente A no posee estructura de captación por lo cual la toma de agua se lo realiza de manera directa utilizando una manguera de 2 pulgadas, formada por un muro pequeño de piedras propias del estero donde se coloca la tubería de conducción embebida en este pequeño pozo que se forma. El caudal promedio es de 21.6 l/s el cual es capaz de dotar a toda la población de agua potable hasta culminar el periodo de diseño, sin embargo la captación llega a tomar solo 1.5 l/s (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

La fuente, al ser de un cauce montañoso presenta en la época de invierno agua turbia y es muy vulnerable a retener material de arrastre que puede afectar con obstrucciones a los filtros; por el contrario en época de verano presenta buenas características físicas y químicas lo que hace que la población tenga un buen abastecimiento de agua potable, sin embargo Cuyuja presencia mas épocas lluviosas en todo el año lo que nos da un parámetro de como es el funcionamiento de la fuente A (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

### 3.2.1.2. Fuente de captación B

**Cuadro 7.  
Datos Generales Fuente “B”**

<b>NOMBRE:</b>	FUENTE B
<b>Tipo</b>	Vertiente superficial
<b>Ubicación</b>	163105 E 9954795 N
<b>Cota(msnm)</b>	2510.46
<b>Caudal medio (l/s)</b>	1.85
<b>Distancia a la planta (m)</b>	400

Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

**Figura 15.  
Fuente B**



Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

La fuente B actualmente se encuentra destruida debido a deslizamientos fuertes de lodo por escorrentia superficial que en épocas lluviosas deterioran la calidad de agua

notoriamente, en especial desde que en el sector se ha presenciado un incremento de animales domesticos como: vacas, gallinas, entre otros, que ah provocado contaminacion.

Esta vertiente es la unión de varias vertientes que recolectan sus aguas a 400m de la planta de tratamiento en la salida del valle de Cuyuja, la cual tiene junto a su captación una caja de válvula de corte de 2 pulgadas de diametro y una caja de revisión que tiene un rebosadero y cernidera; respecto a sus características principales se considera un agua de una calidad buena debido a que no presenta turbiedad como la fuente A, pero si variaciones superiores respecto a lo que indica la norma de la bacteriología del agua, lo que se logra controlar con un sistema de protección (MEM-TEC-Cuyuja, 2012).

Se ha realizado un monitoreo de la cantidad y calidad del agua (...), encontrándose caudales medios de 1.85 l/s, un caudal mínimo en épocas de estiaje que alcanza a 0.57 l/s y máximo de 4.93 l/s según los datos elaborados para el estudio de Agua potable para Cuyuja que tiene registros desde el año 2009 hasta el 2011. (MEM-TEC-Cuyuja, 2012, p.25)

### 3.2.1.3. Fuente de captación C

**Cuadro 8.**  
**Datos Generales Fuente “C”**

NOMBRE:	FUENTE C
<b>Tipo</b>	Vertiente superficial
<b>Ubicación</b>	163080 E 9954745 N
<b>Cota(msnm)</b>	2502.45
<b>Caudal medio (l/s)</b>	0.86
<b>Distancia a la planta (m)</b>	350

Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

**Figura 16.**  
**Fuente C**



Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

La fuente C está formada por afloramientos así como la fuente B, posee una longitud de 150 m desde donde inicia la vertiente a la captación; Así mismo en época lluviosa presenta notorios cambios en la calidad del agua como en la turbiedad y bacteriología.

La toma se realiza directamente, con la tubería embebida en la estructura de captación que cuenta con un muro de 3 metros contiguo a la caja de captación, también cuenta con un sistema de protección que evita el ingreso de animales y personas (**MEM-TEC-Cuyuja, 2012**).

### **3.2.2. Líneas de Conducción**

Los datos generales de las 3 líneas de conducción del sistema de agua potable de Cuyuja se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 9.**  
**Características de los ramales de conducción**

<b>TRAMO</b>	<b>Unidad</b>	<b>“A”</b>	<b>“B”</b>	<b>“C”</b>
<b>Punto de partida</b>	Msnm	2593.50	2510.46	2502.42
<b>Diámetro nominal</b>	mm	50	50	63
<b>Material</b>	–	Polietileno	PVC	PVC
<b>Longitud</b>	M	400	50	350
<b>Caudal</b>	l/s	1.5	1.85	0.86
<b>Estado</b>	–	bueno	bueno	bueno

Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

En el siguiente esquema se presentan las líneas de conducción del sistema existente de agua potable, donde se puede observar que las tres se empatan en un punto marcado “x”, desde donde van con un mismo diámetro y un mismo material, de PVC –P de Ø63 mm hasta su llegada al desarenador y por ende a la planta de tratamiento (MEM-TEC-Cuyuja, 2012).

**Figura 17.**  
**Esquema de líneas de conducción**



Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

Desde la fuente A, la línea de conducción es nueva por lo que las características de la misma se encuentran en buen estado, sin embargo no son las adecuadas para el tipo de obra; respecto a la fuente B, la línea de conducción se empata 20 metros aguas debajo de la captación y sus condiciones son consideradas buenas pese a existir en el empate con el tramo C, una interferencia que producen fugas; por otro lado desde la fuente C, la línea de conducción sale con tubería PVC de Ø50 mm hasta llegar al empate 20 metros aguas debajo de su toma donde desde la unión con los otros tramo de conducción se encuentra tubería PVC de Ø63mm y sus características son buenas (MEM-TEC-Cuyuja, 2012).

### **3.2.3. Planta de tratamiento**

La planta de tratamiento se encuentra ubicada en la cota 2458 msnm, a un lado de la vía de acceso al proyecto hidroeléctrico Victoria, que dispone de un cerramiento perimetral de base hormigón ciclópeo y malla de cerramiento; está constituida por los siguientes elementos:

Dos filtros Lentos, compuestos cada uno por una estructura circular de ferrocemento de 5.30 metros de diámetro; previo a la ingreso de los filtros se tiene una estructura separadora de caudales provistas de vertederos triangulares para determinar los caudales de ingreso, esta estructura cuenta además con sus válvulas de regulación. La estructura es relativamente nueva construida en el año 2003, está en muy buenas condiciones físicas y estructurales por lo que se puede asegurar que esta puede soportar un nuevo periodo de diseño. (MEM-TEC-Cuyuja, 2012, p.50)

Cuenta también con un cuarto de cloración ubicado a un lado de los filtros, el cual posee un tanque para clorar 250 litros que se realiza cada 2 días con la solución hipoclorito de calcio; este sistema es empataado por el interior lo que permite ver la

cantidad de cloro utilizada y se regula manualmente con una válvula de control; el agua disponible para la planta de tratamiento se encuentra en dos reservas, cada una con un tanque rectangular de hormigón armado con un volumen de 12 m<sup>3</sup> y un tanque circular de reserva de Ø4 metros con una altura de 2.30 metros y un volumen de reserva de 40.9 m<sup>3</sup>; la estructura se considera nueva debido a que se construyó en el mismo año los filtros lentos y la estructura circular, mientras que el tanque rectangular es del año 1972 pero no presenta daños. (MEM-TEC-Cuyuja, 2012).

**Figura 18.**  
**Esquema de la planta de tratamiento de Cuyuja**



Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

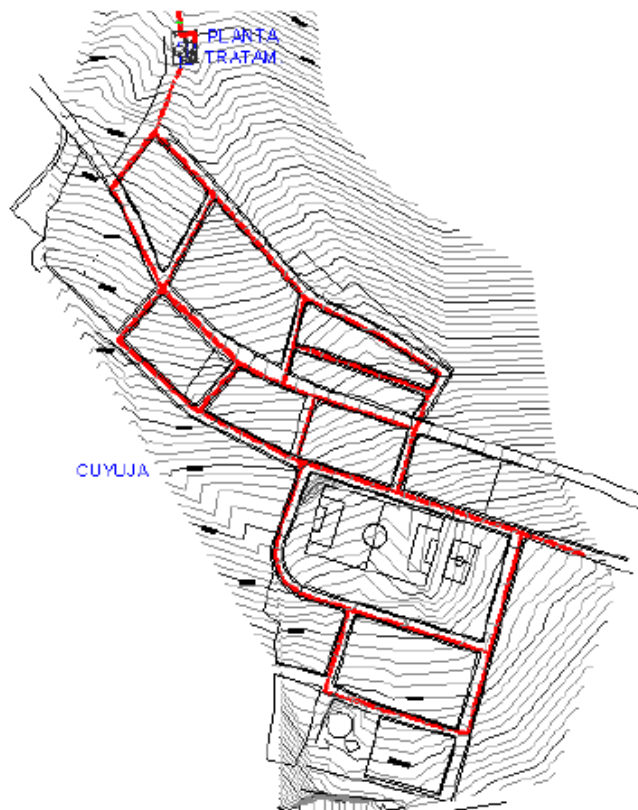
#### **3.2.4. Red de distribución**

Según MEM-TEC-Cuyuja, (2009): “La red de distribución se encuentra por todas las calles de la población permitiendo una cobertura de casi el 100%”(p.51).

Está compuesta por tubería flexible PVC de Ø50 mm junto con accesorios del mismo material y posee 6 bocas de fuego con tubería HG de Ø2 pulgadas; las derivaciones hacia las viviendas domiciliarias son realizadas con polietileno de 1/2

pulgadas con collarín de PVC y en ciertos casos con válvulas de control; al carecer de las mismas y no ser una red sectorizada cuando se presentan fugas se corta el suministro de agua a la población en su totalidad (MEM-TEC-Cuyuja, 2012).

**Figura 19.**  
**Esquema general de la red de distribución**



Fuente: MEM-TEC- Cuyuja

### **3.2.5. Cobertura de micro medición**

Respecto a la parroquia de Cuyuja, se presenta que algunas viviendas tienen medidores en sus acometidas domiciliarias, sin embargo la población actualmente no cuenta con un sistema de concesión de agua por lo que los medidores existentes no están en funcionamiento e incluso algunos están en pésimo estado; por lo que no existe una recaudación para poder realizar el mejoramiento del sistema de agua potable existente.

### 3.3. Simulación hidráulica de la red de distribución de agua potable

Para la simulación del funcionamiento de la red de distribución del sistema de agua potable de Cuyuja, se utilizó el programa del EPANET, software desarrollado por la agencia de protección ambiental de Estados Unidos EPA, que se encarga del análisis del sistema de agua potable para evaluar el comportamiento de la misma y de esta manera poder dar soluciones en caso de que existan inconvenientes.

El funcionamiento del programa es un programa de ordenador que nos permite realizar la simulación del trazado y distribución de la red de agua potable con miras de garantizar el consumo efectivo del líquido vital y su disponibilidad a tiempo completo.

Los datos previos para la realización de la simulación fueron los siguientes:

- Población total: 614 habitantes
- Población por vivienda  $\approx 6$  hab/viv
- Dotación bruta: 150 lt/hab/día
- No. de viviendas: 99 viv

$$Q_{md} = \frac{\# \text{ hab} * \text{dot} \left( \frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}} \right)}{\frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ día}}}$$

$$Q_{md} = \frac{6 \frac{\text{hab}}{\text{viv}} * 99 \text{ viv} * 150 \left( \frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}} \right)}{\frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ día}}}$$

$$Q_{md} = 0.0010 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{md} = 1.03 \text{ lt/seg}$$

La línea de transmisión se diseña con el caudal máximo horario del año proyectado usando la siguiente expresión:

$$Q_{MH} = Q_{md} * k_2 \text{ (EMAAP QUITO, 2008)}$$

Dónde:

K1: coeficiente de consumo máximo horario entre 1.6 y 3

Depende del tamaño de la población, en nuestro estudio se utilizara 1.6.

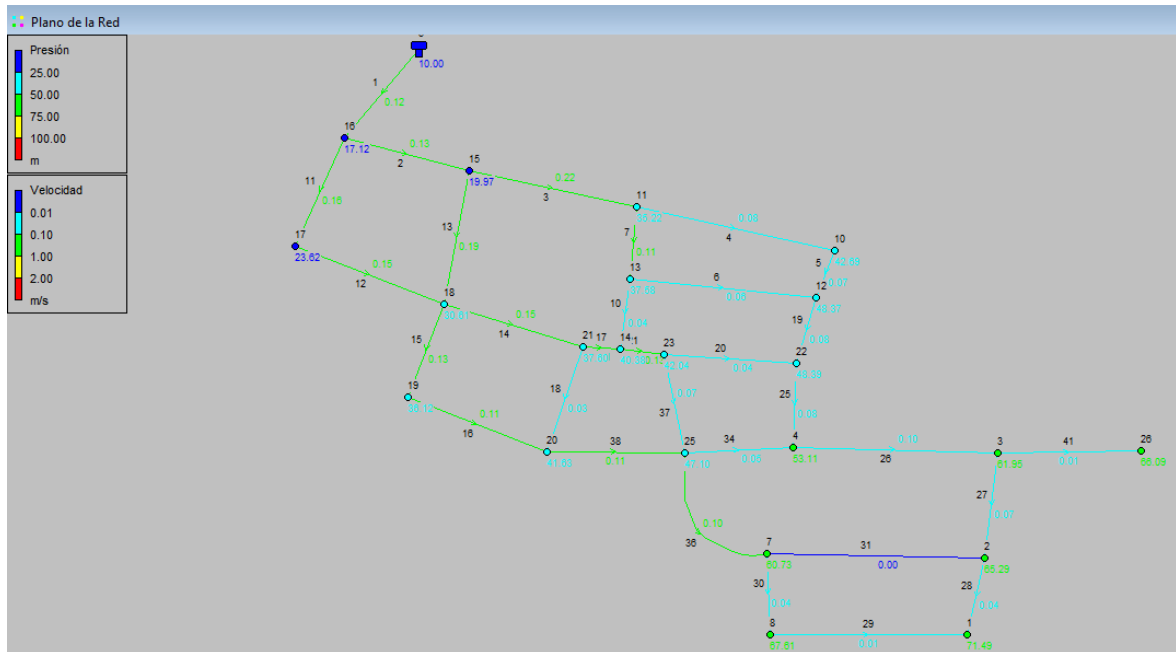
$$Q_{MH} = 0.0010 * 1.6$$

$$Q_{MH} = 0.0016 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{MH} = 1.16 \text{ lt/s}$$

Con los datos anteriores obtenidos del censo y la información dada por la junta parroquial de Cuyuja se realizó la simulación hidráulica y los resultados fueron los siguientes:

**Figura 20.**  
**Evaluación sistema existente de agua potable en Cuyuja**



Fuente: EPANET

En el gráfico anterior se muestra a través de colores el funcionamiento de la red de distribución logrando dotar de agua potable con una buena calidad de agua y de igual manera de una presión constante; los colores están en función de la velocidad por lo que podemos observar que toda la red de distribución cumple con los límites de velocidad mostrando valores en un rango de 0.01 a 0.19 m/s indicando un buen funcionamiento de la red pero con una velocidad muy baja. Del mismo modo en el gráfico se muestra con colores los nudos, lo que nos indica la presión que va haber en cada uno; respecto a la red de la población Cuyuja se tiene que ningún nudo tiene una presión no adecuada por lo que el diseño cumple con los parámetros de presión.

En las siguientes tablas se encuentran los valores de cada rama de la tubería y de cada nudo, junto con sus respectivas características previamente nombradas, sin embargo es importante mencionar que por visitas realizadas en campo se conoce que en

la parte superior de la población el servicio de agua potable es escaso siendo nulo en muchas circunstancias.

Es importante mencionar que la simulación hidráulica se lo realizó con información aproximada otorgada por el GAD de Cuyuja en vista que no existe un macro medidor a la salida de la planta de tratamiento de agua potable.

**Cuadro 10.**  
**Analisis de las conexiones del sistema de agua potable de Cuyuja**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión 1	2396.23	0.10	2467.72	71.49
Conexión 2	2402.44	0.06	2467.73	65.29
Conexión 3	2405.79	0.04	2467.74	61.95
Conexión 4	2414.67	0.05	2467.78	53.11
Conexión 7	2407	0.13	2467.73	60.73
Conexión 8	2400.12	0.05	2467.73	67.61
Conexión 10	2425.11	0.02	2467.80	42.69
Conexión 11	2432.60	0.05	2467.82	35.22
Conexión 12	2419.42	0.08	2467.79	48.37
Conexión 13	2430.23	0.04	2467.81	37.58
Conexión 14	2427.43	0.04	2467.81	40.38
Conexión 15	2448	0.02	2467.97	19.97
Conexión 16	2450.87	0.01	2467.99	17.12
Conexión 17	2444.32	0.02	2467.94	23.62
Conexión 18	2437.27	0.10	2467.88	30.61
Conexión 19	2431.73	0.05	2467.85	36.12
Conexión 20	2426.19	0.05	2467.82	41.63
Conexión 21	2430.22	0.04	2467.82	37.60
Conexión 22	2419.40	0.09	2467.79	48.39
Conexión 23	2425.75	0.04	2467.79	42.04
Conexión 25	2420.68	0.06	2467.78	47.10
Conexión 26	2401.65	0.02	2467.74	66.09
Depósito 5	2458	-1.15	2468.00	10.00

Fuente: EPANET

**Cuadro 11.**  
**Análisis de la tubería del sistema de agua potable de Cuyuja**

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 2	68.55	90	0.82	0.13
Tubería 3	105.66	50	0.42	0.22
Tubería 4	120.97	50	0.16	0.08
Tubería 5	15.20	50	0.13	0.07
Tubería 6	112.37	50	-0.11	0.06
Tubería 7	38.86	50	-0.22	0.11
Tubería 10	31.62	50	-0.07	0.04
Tubería 11	53.97	50	0.32	0.16
Tubería 12	89.13	50	0.29	0.15
Tubería 13	83.97	50	-0.37	0.19
Tubería 14	83.86	50	0.30	0.15
Tubería 15	50.71	50	0.26	0.13
Tubería 16	83.54	50	0.22	0.11
Tubería 17	37.76	50	0.21	0.11
Tubería 18	48.97	50	0.05	0.03
Tubería 19	31.54	50	0.16	0.08
Tubería 20	82.99	50	-0.08	0.04
Tubería 21	25.55	50	-0.25	0.13
Tubería 25	50.92	50	-0.15	0.08
Tubería 26	102.41	50	0.19	0.10
Tubería 27	98.03	50	0.13	0.07
Tubería 28	66.46	50	0.08	0.04
Tubería 29	115.58	50	-0.02	0.01
Tubería 30	66.54	50	-0.07	0.04
Tubería 31	115.30	50	0.00	0.00
Tubería 34	82.24	50	-0.09	0.05
Tubería 36	155.87	50	0.20	0.10
Tubería 37	50.91	50	0.14	0.07
Tubería 38	85.66	50	0.22	0.11
Tubería 41	50.32	50	0.02	0.01
Tubería 1	56.39	110	1.15	0.12

Fuente: EPANET

### 3.4. Condiciones de funcionamiento actual

El sistema actual no posee un funcionamiento adecuado a lo largo de todo lo que conforma el sistema de agua potable de Cuyuja, posee deficiencias en su funcionamiento en las captaciones debido a no tener las estructuras adecuadas de protección ha ido deteriorando las mismas. La fuente A es la que más afecta al sistema de agua potable llevando arrastre de material y presentando bastante turbiedad que se visualizó debido a que no se tienen datos de análisis físicos químicos de la fuente existente A por ser nueva; mientras las fuentes B y C al ser vertientes no presentan problemas graves de contaminación por escurrimiento superficial; las líneas de conducción presentan un buen estado por lo que no se ha tenido que realizar ningún tipo de obra de protección, respecto a la planta de tratamiento, el sistema de filtración falla constantemente por la falta de mantenimiento dejando a la población sin el suministro; lo único que presenta un buen funcionamiento son los ramales de las redes de distribución según la evaluación hidráulica que presenta presiones de trabajo entre 101.97 y 127.47 metros de columna de agua.

#### 3.4.1. Problemas encontrados

Respecto al funcionamiento del sistema de agua potable en cuanto a las captaciones existentes, la fuente A es la más nueva debido a que se tuvo que cambiar su posición por el cruce vial que se realizó para poder ingresar a la captación del proyecto hidroeléctrico Victoria pero esta captación al ser nueva no es la más adecuada ya que se conecta con la antigua toma que posee una estructura de filtración que no se ha utilizado durante varios años por lo que requiere mantenimiento para poder rehabilitarle; y respecto a las fuentes B y C su funcionamiento es considerado bueno pese a la falta de estructura civil.. (MEM-TEC-Cuyuja, 2012).

Del mismo modo el funcionamiento de las líneas de conducción a la planta de tratamiento también presentan fallas. Respecto al funcionamiento de la línea de conducción de la fuente B a la planta de tratamiento ya que al empatarse con la línea de conducción de la fuente C, producen fugas lo que no permite que la totalidad del caudal de agua cruda captado se dirija a la planta de tratamiento dejando de abastecer a la población con el caudal requerido por las dos fuentes indistintamente (B y C) de esta manera se debería abastecer a la misma con el caudal captado de la fuente A, sin embargo esta captación no dota de agua cruda a la planta de tratamiento en las épocas lluviosas debido a la falta de estructura y calidad de agua en la captación A.

Por otro lado, respecto a la planta de tratamiento posee un funcionamiento regular pese a ser relativamente nueva, debido a varios aspectos que no permiten dotar de una buena calidad de agua potable a los usuarios; las características de un no adecuado funcionamiento son las siguientes:

- Al ser regulada manualmente, no tiene una dosificación de cloro apropiada.
- Los filtros lentos se colocaron en remplazo de un filtro tipo pistón el cual se encontraba en estado de abandono y se ubica en la parte interna de la planta de tratamiento.
- Por descuido por parte del mantenimiento, los filtros se taponan constantemente y permiten el ingreso de aguas turbias.
- Por eventos extraordinarios que constantemente afectan a la población de Cuyuja, el proceso de filtración no opera adecuadamente ya que no se encuentra apta para las características climáticas propias del sector.

En cuanto al estado actual de la red de distribución según la memoria técnica de Cuyuja y la simulación hidráulica la red de distribución cubre las necesidades de toda la población, sin embargo en las visitas realizadas en el transcurso de estos meses, se puede decir de manera certera que la red de distribución no tiene la cobertura en su totalidad del servicio de agua potable debido al incremento de viviendas, por lo que los habitantes se ven en la obligación de realizar tomas de agua desde las tuberías existentes de las viviendas colindantes para poder abastecer de agua potable a sus viviendas debido a que en muchas de ellas no llega el suministro y otras no forman parte de la red de distribución de la parroquia.

De la misma manera, por la información recopilada en las salidas de campo se tiene conocimiento que en las partes bajas de la población, el recurso hídrico no es permanente teniendo interrupciones de ciertas horas, mientras que en la parte alta del poblado el servicio es escaso intermitentemente.

Por lo que analizando la información obtenida se considera que este problema en la red de distribución (el problema es que no se tiene datos reales para la simulación hidráulica y se consideran datos proporcionados), se presenta por la falta de un macro medidor en la salida de la planta de tratamiento y de igual manera micro medidores en las viviendas de la población, debido a esto el análisis hidráulico se lo realizó no con datos reales que podrían obtenerse a través de estos sistemas sino se emplearon datos de demanda base en los nudos con un análisis sectorial de las viviendas que toman el agua potable en cada nudo.

Así también la presente red cuenta con bocas de fuego y válvulas de control escasas, de las cuales de las 6 bocas de fuego existentes, tres de las mismas no se encuentran en funcionamiento debido a un taponamiento existente que se dio a conocer

en una inspección previa y al “no tener válvulas de control domiciliarias, se presentan pérdidas de agua, de esta manera de las 61 conexiones catastradas una pocas cuentan con medidor que tiene una mala apariencia física por lo que no se puede asegurar que funcionen adecuadamente” (MEC-TEC-Cuyuja, 2012, p.51).

### 3.5. Mejoras propuestas

Por todos los inconvenientes que presenta la fuente A se ha considerado para poder dotar de agua cruda permanentemente la realización de una nueva captación que saldría del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria y dotaría constantemente de agua cruda a la planta existente, de manera que se realizarían las obras adecuadas para poder llegar al tanque de la planta de tratamiento sin empatar con ninguna línea de conducción existente.

En la parte donde se empatan las líneas de conducción es recomendable realizar un tanque rompe presión para de esta manera liberar energía y evitar la interferencia del flujo, y de esta modo lograr que la tubería no se vea afectada dejando de dotar de agua cruda a la planta existente.

Se debería implementar charlas de capacitación al personal para poder mejorar la forma de operación y poder dar el mantenimiento adecuado a la planta para así evitar la falta del servicio de agua potable.

En la red de distribución, para tener el servicio de agua potable se debería realizar el cobro por el consumo, de esta manera tener la información necesaria del consumo de agua potable por vivienda y poder realizar una nueva simulación hidráulica de la red y ver si cumple con las presiones en los nudos y si cumple con las velocidades mínimas y

máximas en las tuberías debido a que el sistema actual no permite el transporte suficiente de la cantidad de agua.

De la misma manera existen medidores que actualmente no se encuentran funcionando y algunos en muy mal estado por lo que se debería cambiar los medidores y dar un mantenimiento a los que no se encuentren en mal estado y realizar las reparaciones necesarias para poder tener un registro de consumo según los usuarios y de esta manera garantizar la mejora la calidad de vida de los pobladores.

Con las propuestas anteriormente nombradas se espera lograr dotar de agua potable a la población de Cuyuja en su totalidad, debido a que actualmente se logra abastecer un 40% de la población lo que representa alrededor de 240 habitantes, y de esta manera proponer un modelo de gestión para asegurar la sostenibilidad, tarifas, operarios, expansión, recaudación. etc.

## CAPÍTULO 4

### DISEÑOS DE OBRAS DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CUYUJA

#### 4.1. Diseño de componentes nuevos del sistema

Tomando en consideración el análisis efectuado en el capítulo 3, se determinó que se necesitan realizar nuevas obras civiles para poder dotar de agua cruda al sistema existente de agua potable de la parroquia Cuyuja con la finalidad de garantizar el servicio y mejorar la calidad a través de una nueva fuente de captación, para lo cual se dispone aprovechar la infraestructura del proyecto hidroeléctrico Victoria para captar agua cruda directamente del tanque de carga del mismo y transportar al sistema de agua potable de la parroquia a través de la nueva línea de conducción que dispondrá de la estructura necesaria para evitar que la tubería tenga problemas de altas presiones debido al desnivel de 350 metros aproximadamente entre el proyecto hidroeléctrico Victoria y la planta de tratamiento de Cuyuja. En el presente capítulo se presentan los criterios empleados para el diseño.

##### **4.1.1. Estimación población futura**

El primer paso para determinar los diseños del nuevo sistema consiste en cuantificar la población que se atenderá en un tiempo de 30 años, para obtener la información de la población futura se utilizó el método geométrico que es el modelo comúnmente más usado y el método aritmético para poder comparar la variación existente entre ambos modelos de proyección, se aplicó datos proporcionados por el INEC.

**Cuadro 12.**  
**Datos censales de población del cantón Quijos**

DISTRIBUCIÓN POR SECTORES	1990	2001	2010
<b>Población Total</b>	3,847	5,505	6,224
<b>Cabecera</b>	796	1,220	1,691
<b>Resto del Cantón</b>	3,051	4,285	4,533
<b>Parroquial Cuyuja (Cabecera Rural + área rural)</b>	408	544	614

Fuente: Publicaciones del INEC, años de cada censo. Nota: no se tiene más información respecto a la población de Cuyuja desde el censo 2010.

#### 4.1.1.1. Método Aritmético

Para obtener la proyección poblacional futura se obtiene el índice de crecimiento poblacional aplicando las formulas siguientes:

$$ka = \frac{Pf - Pi}{tf - ti} \text{ (Burbano, 2009)}$$

$$pf = Pi + ka * (tf - ti) \text{ (Burbano, 2009)}$$

Dónde:

Ka: índice de crecimiento poblacional

Pf: población futura

Pi: población inicial

tf: tiempo futuro

#### 4.1.1.2. Método Geométrico

Para obtener la proyección poblacional futura se obtiene el índice de crecimiento poblacional aplicando las formulas siguientes:

$$pf: Pi * e^{kg*(tf-ti)} \text{ (Burbano, 2009)}$$

$$kg = \frac{\ln*Pf - \ln*Pi}{tf-ti} \text{ (Burbano, 2009)}$$

Dónde:

Kg: índice de crecimiento poblacional

Pf: población futura

Pi: población inicial

tf: tiempo futuro

ti: tiempo inicial

**Cuadro 13.**  
**Índice de crecimiento poblacional del cantón Quijos**

PERIODO	UBICACIÓN	método geométrico	método aritmético
		ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	ÍNDICE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL
<b>2001 - 2010</b>	Total	1.37%	79.89%
	Cabecera	3.69%	52.33%
	Resto Cantón	0.63%	27.56%
	Parroquia Cuyuja	<b>1.35%</b>	<b>7.78%</b>

Fuente: Publicaciones del INEC, años de cada censo

#### 4.1.1.3. *Proyección poblacional para el periodo de diseño*

Se realizó la proyección poblacional debido a que solo se tiene información del número de habitantes en Cuyuja de los censos de 1990, 2001 y 2010; pese a que la parroquia ya tiene un sistema de agua potable existente no cuenta con información de la proyección poblacional futura.

Se considera el año de inicio de servicio el año 2011, fecha en la que se construyó la planta de tratamiento de Cuyuja, tomando en consideración que es un año luego del censo, se decidió utilizar la misma información censal. Adicionalmente se levantó una encuesta para verificar la calidad del servicio de agua potable y arrojó que la población actual de Cuyuja es 625 habitantes, muy similar al valor del censo del 2010.

Población (2010): 614 hab

Proyección población : 30 años (EPMAPS)

Año inicio servicio: 2011

Año fin periodo diseño: 2041

**Cuadro 14.**  
**Proyección de la población en el periodo de diseño**

No	AÑO	MÉTODO GEOMÉTRICO	MÉTODO ARITMÉTICO
		PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN
	2,010	614	614
1	2,011	622	614
2	2,012	631	614
3	2,013	639	614
4	2,014	648	614
5	2,015	657	614
6	2,016	665	614
7	2,017	674	615
8	2,018	684	615
9	2,019	693	615

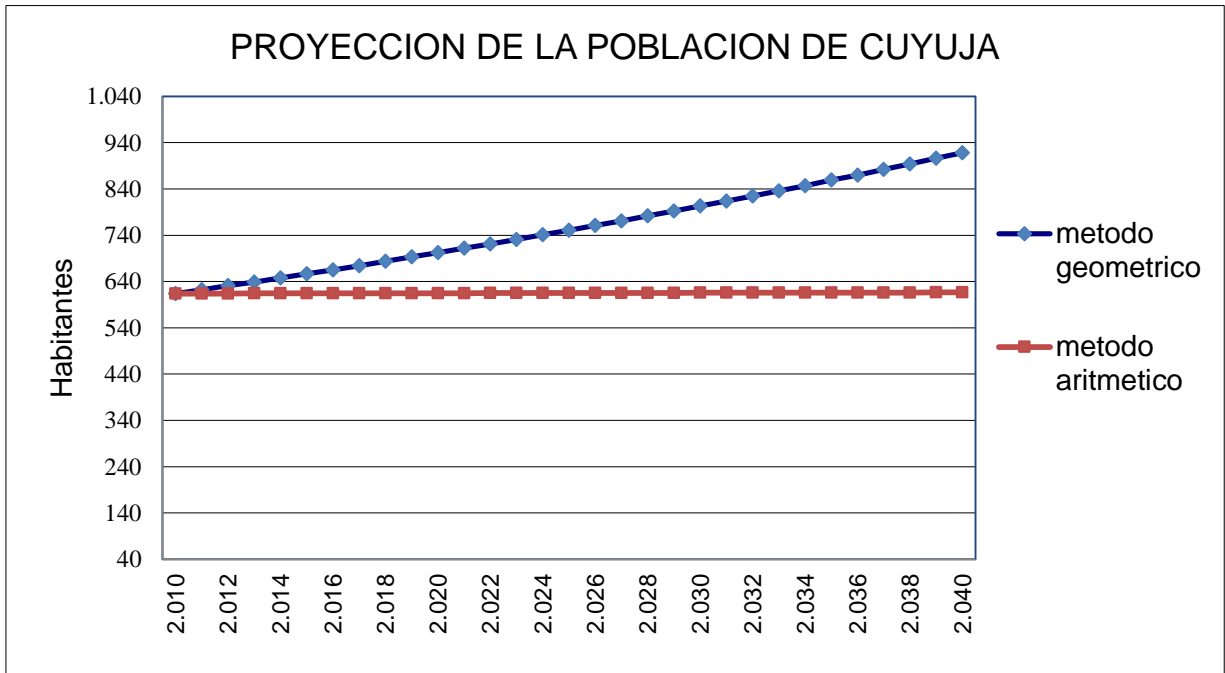
---

<b>10</b>	2,020	702	615
<b>11</b>	2,021	712	615
<b>12</b>	2,022	721	615
<b>13</b>	2,023	731	615
<b>14</b>	2,024	741	615
<b>15</b>	2,025	751	615
<b>16</b>	2,026	761	615
<b>17</b>	2,027	771	615
<b>18</b>	2,028	782	615
<b>19</b>	2,029	792	615
<b>20</b>	2,030	803	616
<b>21</b>	2,031	814	616
<b>22</b>	2,032	825	616
<b>23</b>	2,033	836	616
<b>24</b>	2,034	847	616
<b>25</b>	2,035	859	616
<b>26</b>	2,036	870	616
<b>27</b>	2,037	882	616
<b>28</b>	2,038	894	616
<b>29</b>	2,039	906	616
<b>30</b>	2,040	918	616

---

Fuente: Talía Quevedo

**Figura 21.**  
**Proyección poblacional**



Fuente: Talía Quevedo

Se conoce que el método aritmético se emplea cuando se tiene crecimientos poblacionales estables que no tiene áreas de extensión y que su crecimiento es muy estabilizado por lo que se considera que este método ya no debería emplearse debido a que rara vez se presentan esos crecimientos demográficos en la actualidad; por otro lado el método geométrico se considera más aplicable a lugares que no se ha alcanzado el desarrollo manteniendo una tasa fija de crecimiento.

**Realizando el análisis poblacional decidimos utilizar los datos del método geométrico que nos da aproximadamente 1000 habitantes.**

#### **4.1.2. Proyección de la demanda de agua**

##### *4.1.2.1. Caudal de diseño*

Respecto a la siguiente tabla se considera en el diseño una dotación de 150 lt/hab/día debido a que la población futura será de 1000 habitantes y es de un clima frío.

**Cuadro 15.**  
**Dotación para proyectos**

<b>Población futura (hab)</b>	<b>Clima</b>	<b>Dotación media futura (lt/hab/día)</b>
1000 – 10000	Frio	150 – 180
	Templado	160 – 190
	Cálido	170 – 200
10001 – 50000	Frio	200 – 230
	Templado	210 – 240
	Cálido	220 – 250
más de 50000	Frio	mayor a 250
	Templado	
	Cálido	

Fuente: Ex - IEOS

$$Qmd = \frac{\# hab * dot\left(\frac{lt}{hab * día}\right)}{\frac{86400 seg}{1 día}}$$

$$Qmd = \frac{1000 hab * 150 \left(\frac{lt}{hab * día}\right)}{\frac{86400 seg}{1 día}}$$

$$Qmd = 0.0017 m^3/seg$$

$$Qmd = 1.73 lt/seg$$

Para la obra de captación y línea de conducción se diseña con el caudal máximo diario del año proyectado usando la siguiente expresión:

$$QMD = Qmd * k1 \text{ (EMAAP QUITO, 2008)}$$

Dónde:

K1: coeficiente de consumo máximo diario entre 1.1 y 1.5

Depende del tamaño de la población, en nuestro estudio se utilizara 1.1.

$$QMD = 0.0017 * 1.1$$

$$QMD = 0.00187 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$QMD = 1.87 \text{ lt/s}$$

El caudal obtenido es el que se captara del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria y será conducido a la captación del sistema existente de agua potable, de la misma manera este caudal se utilizara para la línea de conducción.

#### **4.1.3. Diámetro de la tubería**

Para el cálculo del diámetro de la tubería se empleó la fórmula de Hazen-Williams que es recomendado por las normas EMAAP y la fórmula de Manning que también se puede emplear en tuberías; no se consideran perdidas secundarias debido que solo hay accesorios a la salida del desarenador y a la llegada a la planta de tratamiento.

Para ambos métodos se establece en las normas EMAAP (2008): “la velocidad mínima de 0.6 m/s en agua cruda” (p.87). Y un límite de velocidad máxima que se presenta en el siguiente cuadro:

**Cuadro 16.**  
**Velocidades máximas**

Material del Recubrimiento Interior	Velocidad Máxima (m/s)
PVC, GRP, PE	6.0
Mortero o concreto centrifugado	4.0
Recubrimiento epóxico	6.0
Referencia: Norma RAS-2000, Título B. República de Colombia.	

Fuente: Normas EMAAP

#### 4.1.3.1. *Diseño fórmula Hazen-williams*

Mediante el método empleado, se presenta la siguiente tabla para poder adoptar un coeficiente de acuerdo del material y se utilizaron las siguientes fórmulas para el análisis:

En función de la velocidad:

$$v = 0.849 * C_{HW} * R^{0.63} * S^{0.54} \quad (\text{Saldarriaga, 2007})$$

En función del diámetro:

$$Q = 0.278 * C_{HW} * D^{2.63} * S^{0.54}$$

Dónde:

$C_{HW}$ : Coeficiente de rugosidad de la tubería

D: diámetro de la tubería

S: pendiente

**Cuadro 17.**  
**Coefficiente de fricción- Formula de Hazen –Williams**

Clase de tubería y revestimiento interno	COEFICIENTE C	
	Factibilidad líneas expresas (1)	Diseño detallado líneas expresas (2)
PVC	130	140
Polietileno de alta densidad (3)	130	140
GRP (Fibra de vidrio)	130	140
Acero con revestimiento interno de coal-tar, en- amel o epoxi	130	140
CCP (Concrete cylinder pipe)	120	130
Hierro dúctil y acero con revestimiento interno en mortero de cemento	120	130

Referencia: Norma RAS-2000, Título B. República de Colombia.

**Notas:**

- (1) En los estudios de factibilidad, las rugosidades propuestas incluyen provisión para las pérdidas locales y en consecuencia no se incluyen por separado.
- (2) En los diseños definitivos, las rugosidades consideradas son para el cálculo de pérdidas por fricción únicamente. Las pérdidas locales se calculan separadamente.
- (3) **Polietileno:** Corresponde a polietileno de alta densidad, que es el único aceptado en sistemas de agua potable a presión. Debido a que todos los coeficientes de rugosidad dependen de la clase de tubería a utilizar, así como del tiempo que lleven en servicio, el diseñador debe justificar, para los cálculos hidráulicos, el coeficiente que va a utilizar para las tuberías existentes y proyectadas dependiendo del alcance del proyecto.

Fuente: Normas EMAAP

**Perdidas fórmula Hazen-williams**

$$hf = \frac{Q}{0.28 * C_{hw} * D^{2.63}}^{1.85} * l \text{ (Burbano, 2009)}$$

Dónde:

hf: perdida de altura

l: longitud

$C_{HW}$ : Coeficiente de rugosidad de la tubería

D: diámetro de la tubería

v: velocidad

**Cuadro 18.**  
**Tabla de elección de diámetro de tubería**

FORMULA HAZEN-WILLIMAS								
Q	Diámetro comercial	Diámetro comercial	Longitud	S	Chw	Hf	Rh	V

(m <sup>3</sup> /s)	(mm)	(m)	(m)			(m)		(m/s)
0.00187	20	0.02	1700	2.160	140	3672.63	0.005	6.40
0.00187	32	0.032	1700	0.216	140	366.67	0.008	2.48
0.00187	40	0.04	1700	0.072	140	122.79	0.01	1.58
0.00187	50	0.05	1700	0.024	140	41.12	0.0125	1.01
0.00187	63	0.063	1700	0.008	140	13.24	0.01575	0.63

Fuente: Talía Quevedo

#### 4.1.3.2. *Diseño con Fórmula de Manning*

Se empleó la fórmula empírica de Manning que actualmente se utiliza para conductos cerrados y su expresión es la siguiente:

$$V = \frac{1}{n} * j^{1/2} * R^{2/3}$$

Dónde:

V: velocidad en m/s

n: coeficiente de rugosidad

j: pendiente

R: radio hidráulico

**Cuadro 19.**  
**Coefficiente de rugosidad de Manning**

Material del conducto	n de Manning
Materiales plásticos	0.010
Cemento mortero	0.013
Concreto pulido	0.011
Concreto áspero	0.016
Concreto liso	0.012

Referencia: Norma RAS-2000, Título B. República de Colombia.

Fuente: Talía Quevedo

De igual manera se aplicó la fórmula de pérdida de carga para poder escoger el diámetro que se establecerá en el proyecto considerando que cumpla con los parámetros.

### Perdidas fórmula Manning

$$hf = 10.3 * n^2 * \left( \frac{Q^2}{D^{5.33}} \right) * l \text{ (Burbano, 2009)}$$

Dónde:

hf: pérdida de altura

l: longitud

n: Coeficiente de rugosidad de la tubería

D: diámetro de la tubería

Q: Caudal

**Cuadro 20.**  
**Tabla de elección de diámetro de tubería**

FORMULA DE MANNING										
Q	Diámetro comercia l	Diámetro comercia l	Longitu d	J	N	Hf	Am	Pm	Rh	V
(m <sup>3</sup> /s)	(mm)	(m)				(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)		(m/s)
<b>0.0018</b> 7	20	0.02	1700	4.0 9	0.01 0	6957.9 2	0.000 3	0.0 6	0.005	5.92
<b>0.0018</b> 7	32	0.032	1700	0.3 3	0.01 0	568.22	0.000 8	0.1 0	0.008	2.31
<b>0.0018</b> 7	40	0.04	1700	0.1 0	0.01 0	172.98	0.001 3	0.1 3	0.01	1.48
<b>0.0018</b> 7	50	0.05	1700	0.0 3	0.01 0	52.66	0.002 0	0.1 6	0.0125	0.95
<b>0.0018</b> 7	63	0.063	1700	0.0 1	0.01 0	15.36	0.003 1	0.2 0	0.0157 5	0.60

Fuente: Talía Quevedo

Con los cuadros para línea de conducción del sistema de agua potable de Cuyuja, se seleccionó el diámetro de la tubería que tendrían cumpliendo los parámetros de velocidad establecidos para lo cual se decidió emplear un diámetro de 63 mm para el dimensionamiento de la tubería y de este modo no sobre estimar su diámetro y poder utilizar el más óptimo.

#### 4.1.3.3. *Detalle de tubería seleccionada*

##### **Área de la tubería**

$$A = \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * 0.063^2}{4}$$

$$A = 3.115 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

##### **Perímetro de la tubería**

$$P = \pi * \emptyset$$

$$P = \pi * 0.063$$

$$P = 0.1978 \text{ m}$$

##### **Radio Hidráulico**

El radio hidráulico está definido por la siguiente expresión y es la relación del área mojada y el perímetro mojado.

$$R_h = \frac{A_m}{P_m}$$

$$R_h = \frac{3.115 \times 10^{-3}}{0.1978}$$

$$R_h = 0.0157 \text{ m}$$

## Velocidad

Pendiente promedio  $j = 20\%$  (dato dado por la el topógrafo del proyecto)

$$V = \frac{1}{\eta} * j^{1/2} * R^{2/3}$$

$$V = \frac{1}{0.010} * 0.20^{1/2} * 0.0157^{2/3}$$

$$V = 2.81 \text{ m/seg}$$

## Caudal

Para el diseño del caudal de captación se debe considerar el caudal máximo diario.

$$Q = v * A$$

$$Q = 2.81 * 3.115 \times 10^{-3}$$

$$Q = 8.75 \text{ lt/seg}$$

Con el caudal obtenido se calculó la población que puede ser abastecida.

$$Q = \frac{\# \text{ hab} * \dot{\left(\frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}}\right)}}{\frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ día}}}$$

$$8.75 = \frac{\# \text{ hab} * 150 \left(\frac{\text{lt}}{\text{hab} * \text{día}}\right)}{\frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ día}}}$$

$$\# \text{ hab} = 5.040 \text{ habitantes}$$

Por lo cual comparamos el caudal de diseño con el caudal máximo que puede soportar la tubería y obtenemos que cumple con el límite, es decir que con las características de la tubería puede llegar a abastecer hasta un caudal de 8.75 lt/s, lo cual equivale para dotar con esas características a una población de 5040 habitantes mientras

que en el proyecto se necesita un caudal de 1.87 lt/s para una población de 1000 habitantes en el periodo de diseño.

Luego de la sociabilización que la Empresa Eléctrica Quito realizó con la junta parroquial de la población se acordó un diámetro de 63mm y el caudal de 1.87 l/s.

Continuando con el estudio, en el siguiente cuadro se realizaron los cálculos para comprobar que el diámetro de tubería seleccionado cumpla con 5 m.c.a a lo largo de la relación de la línea del proyecto y de la línea piezométrica, para evitar cavitación en la tubería, en el cuadro No. 18 y figura No. 24 se presentan los tramos con sus respectivas pérdidas por fricción que tendrán a lo largo de la línea de conducción junto con sus tanques rompe presiones.

**Cuadro 21.**  
**Tabla de comprobación de diámetro seleccionado**

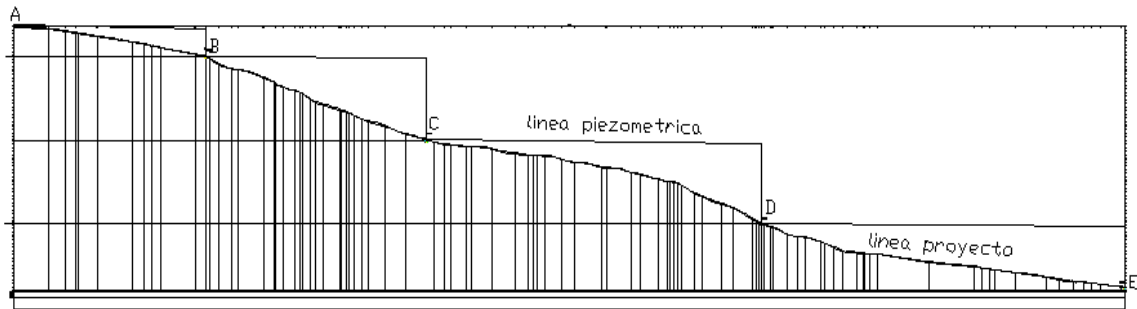
Pto.	Tramos	Cota	$\Delta Z$	Longitud	Diámetro comercial	Diámetro comercial	S	Hf	P/ $\gamma$	Cota piezométrica
		(m)	(m)	(m)	(mm)	(m)		(m)		(m)
<b>A</b>		2783.04							3.42	2786.46
	A-B		39.13	293.24	63	0.063	0.008	2.3459	36.78	
<b>B</b>		2743.91								2780.69
	B-C		113.72	334.65	63	0.063	0.008	2.6772	111.04	
<b>C</b>		2630.19								2741.23
	C-D		113.73	511.16	63	0.063	0.008	4.0893	109.64	
<b>D</b>		2516.46								2626.10
	D-E		86.46	553	63	0.063	0.008	4.4240	82.04	
<b>E</b>		2430								2512.04

Fuente: Talía Quevedo

#### **4.1.4. Trazado y Tubería**

El trazado de la línea de conducción es de 1700 metros aproximadamente y tiene un desnivel del tanque de carga al tanque de la planta de tratamiento de 353.5 metros y se utilizará tubería tipo Acuaflex de plastigama de  $\text{Ø}63\text{mm}$ , la cual se encuentra comercializada en rollos de 100 metros y tiene una presión nominal de trabajo de 1.25mPa; De igual manera en el gráfico presente se indica lo mencionado en 4.1.3.3.

**Figura 22.**  
**Topografía del proyecto**



Fuente: David Baydal (topógrafo)

**Cuadro 22.**  
**Tabla de presión nominal de tubería**

DIÁMETRO NOMINAL	PRESIÓN NOMINAL DE TRABAJO	SERIE	ESPESOR NOMINAL DE PARED	LONGITUD
				AGUA POTABLE
mm	MPa		mm	m
20	1,60	5	2,0	ROLLOS 100
32	1,60	5	2,9	
40	1,25	6,3	3,0	
50	1,25	6,3	3,7	
63	1,25	6,3	4,7	
90	1,00	8	5,4	ROLLOS 60
110	1,00	8	6,6	
*160	1,00	8	9,5	TRAMOS 11.80
*200	1,00	8	11,9	
*225	1,00	8	13,4	
*250	1,00	8	14,8	

Fuente: catálogo plastigama

#### 4.1.5. Cámara rompe presiones

Debido a que existe un gran desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, se pueden generar presiones superiores a la máxima permitida que puede soportar la tubería que se escogió por lo que para reducir la presión se diseñaron tanques rompe presiones que ayudarán a disipar energía y reducir la presión relativa, con esto se evitará problemas en la tubería; la presión nominal de trabajo de la

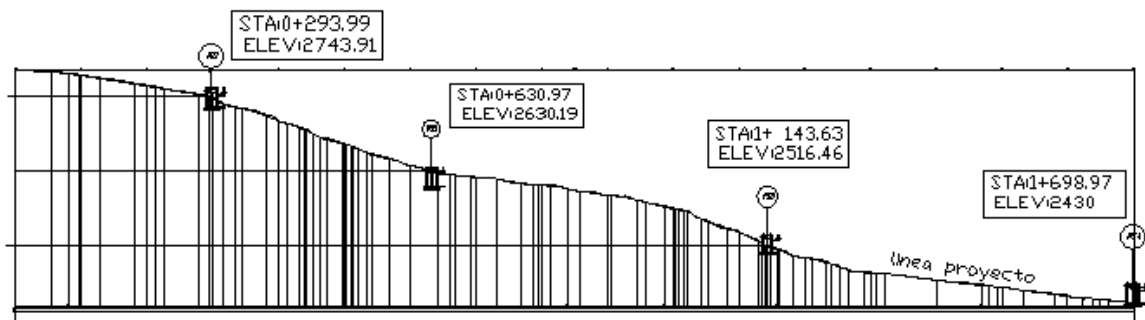
tubería de 63mm es de 1.25mPa equivalente a 127.47 metros de agua, definiéndose por lo tanto la altura máxima admisible entre cada tanque rompe presiones para que cumpla con la presión nominal de trabajo de la tubería.

$$\frac{Dif \Delta h}{127.47} = 3 \text{ tanques} + 1 \text{ de entrega} = 4 \text{ tanques}$$

Con el análisis previo se obtuvo que se necesitan 4 tanques rompe presiones que se colocarán a lo largo de la línea de conducción desde el tanque de carga a la captación del sistema existente de agua potable.

Es importante mencionar que en la distribución de los tanques rompe presiones también se consideró los cambios de dirección que tendría la línea de conducción a lo largo del proyecto permitiendo variar la posición de los mismo sin que exceda la presión nominal de trabajo de la tubería.

**Figura 23.**  
**Número de tanques rompe presiones**



Fuente: Talía Quevedo

En la tabla siguiente se presenta cada tanque rompe presiones con su respectiva elevación y posición respecto al tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria.

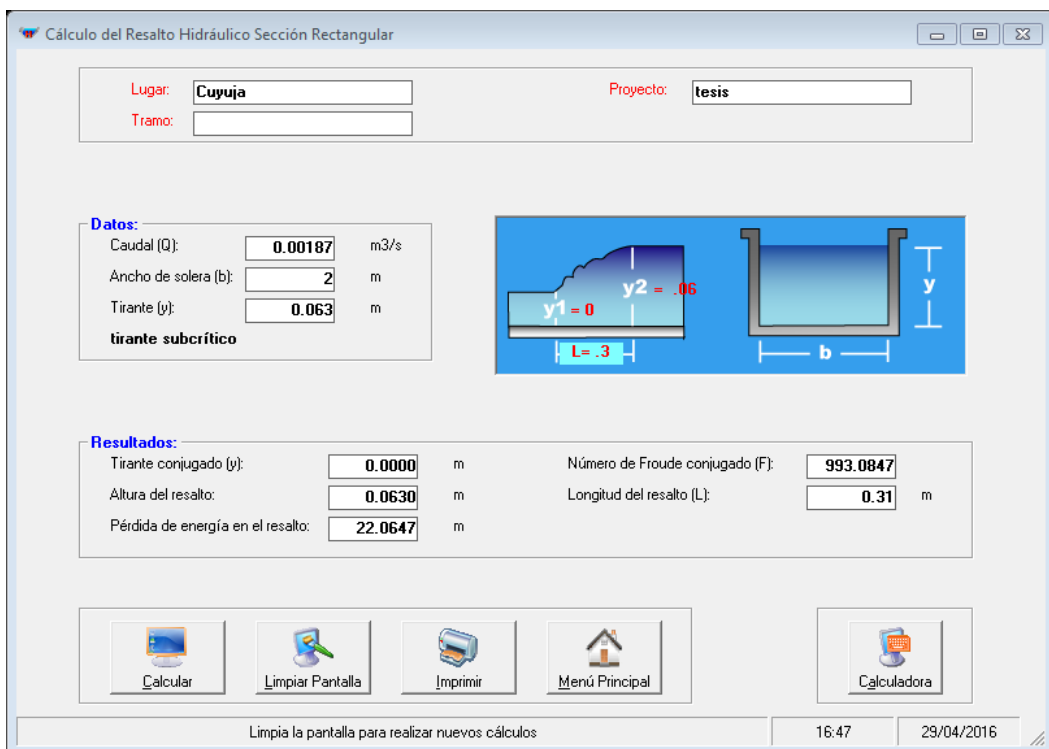
**Cuadro 23.**  
**Datos tanque rompe presiones**

Tanque	Elevación	Estación
Tanque 1	2743.91	0+293.99
Tanque 2	2630.19	0+630.97
Tanque 3	2516.46	1+143.63
Tanque 4	2430	1+698.97

Fuente: Talía Quevedo

Para el diseño del tanque rompe presiones se evaluó mediante el programa H Canales definir cuál sería el posible resalto hidráulico para poder dimensionar el mismo, en lo que se consideró un ancho de 2 metros y un tirante de 63mm para un caudal de 1.87 lt/s.

**Figura 24 Programa H canales**



Fuente: Talía Quevedo

Con el pre dimensionamiento considerado, se realizó el análisis estructural del tanque mediante el programa SAP 2000 para observar el comportamiento estructural.

Se ingresaron los siguientes datos para modelar el tanque rompe presiones, se muestra a continuación los siguientes datos:

**Cuadro 24.  
Datos programa SAP2000**

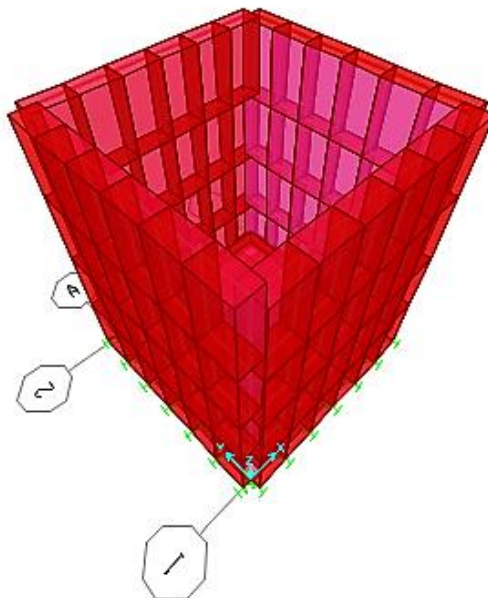
<b>TABLE: Area Section Properties</b>						
<b>Section</b>	<b>Material</b>	<b>AreaType</b>	<b>Type</b>	<b>Thickness</b>	<b>BendThick</b>	
<b>Text</b>	Text	Text	Text	M	m	
FLOOR	250kg/cm2	Shell	Shell-Thin	0.2	0.2	
WALL	250kg/cm2	Shell	Shell-Thin	0.2	0.2	
<b>TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments</b>						
<b>Case</b>	<b>Load Type</b>	<b>LoadSF</b>				
<b>Text</b>	Text	Unitless				
SELF	Load pattern	1				
LATSOIL	Load pattern	1				
<b>TABLE: Load Case Definitions</b>						
<b>Case</b>	<b>Type</b>	<b>DesType Opt</b>	<b>Design Type</b>	<b>Design Act</b>	<b>Auto Type</b>	<b>Run Case</b>
<b>Text</b>	Text	Text	Text	Text	Text	Yes/No
SELF	LinStatic	Prog Det	DEAD	Non-Composite	None	Yes
MODAL	LinModal	Prog Det	OTHER	Other	None	No
LATSOIL	LinStatic	Prog Det	LIVE	Short-Term Composite	None	Yes
<b>TABLE: Material Properties 01 – General</b>						

Material	Type	TempDepend	Color	Notes
Text	Text	Yes/No	Text	Text
250kg/cm2	Concrete	No	Red	Normal weight f'c = 4 ksi added 13/05/2016 16:38:57
A615Gr75	Rebar	No	Blue	ASTM A615 Grade 75 added 09/06/2016 20:11:01
A992Fy50	Steel	No	Cyan	ASTM A992 Fy=50 ksi added 13/05/2016 16:38:57

Fuente: Talía Quevedo

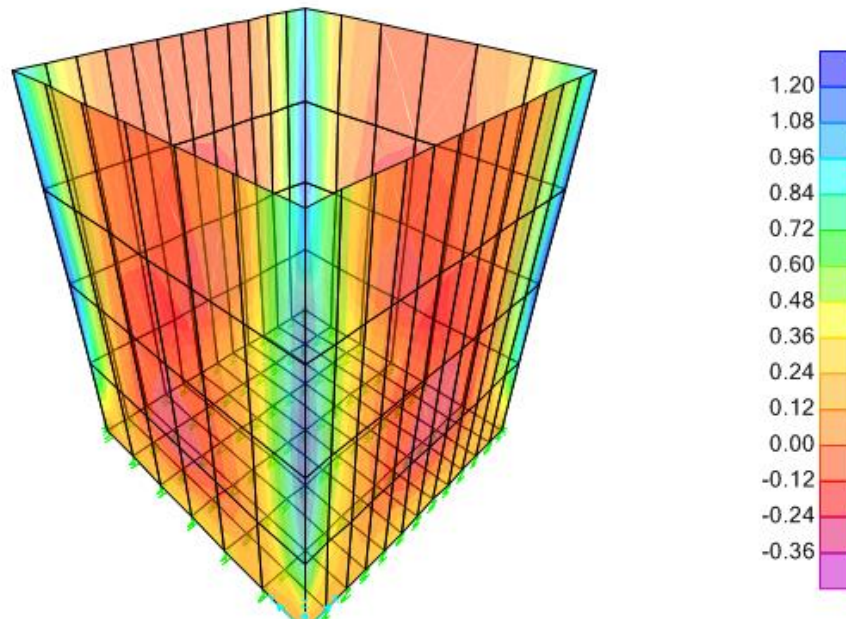
En las siguientes figuras se presentan como se modelo el tanque con los resultados de los esfuerzos máximos que puede tener una vez aplicadas las cargas toda la estructura y de igual manera como se deformaría con el empuje lateral del suelo.

**Figura 24.**  
**Diseño de tanque rompe presiones**



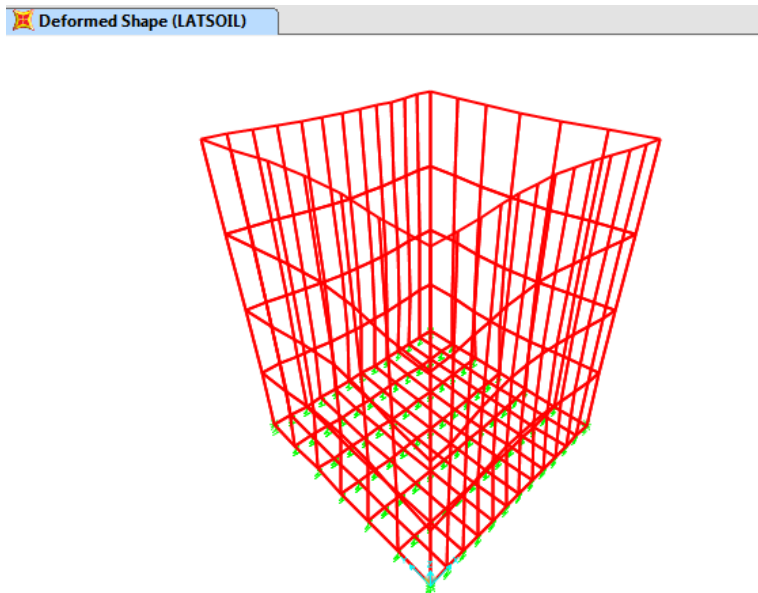
Fuente: Talía Quevedo

**Figura 25.**  
**Evaluación de tanque rompe presiones**



Fuente: Talía Quevedo

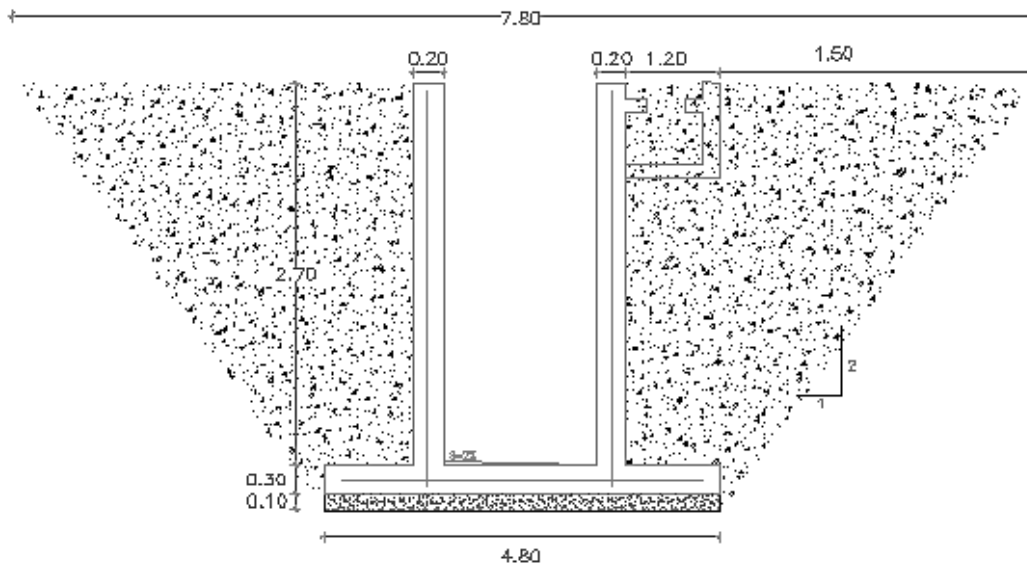
**Figura 26.**  
**Tanque deformado con empuje lateral del suelo**



Fuente: Talía Quevedo

Por lo que el diseño definitivo del tanque rompe presiones es el siguiente:

**Figura 27.**  
**Dimensiones tanque rompe presiones**

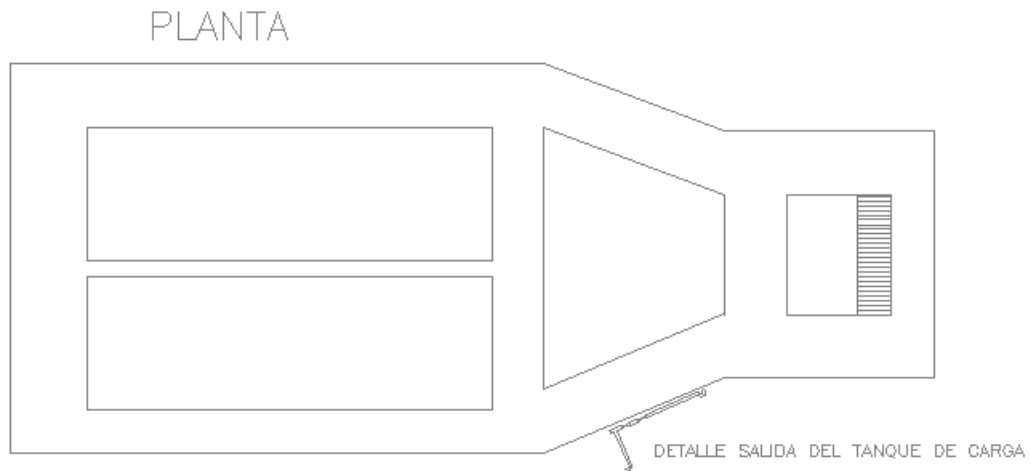


Fuente: Talía Quevedo

#### **4.1.6. Elementos de salida y llegada**

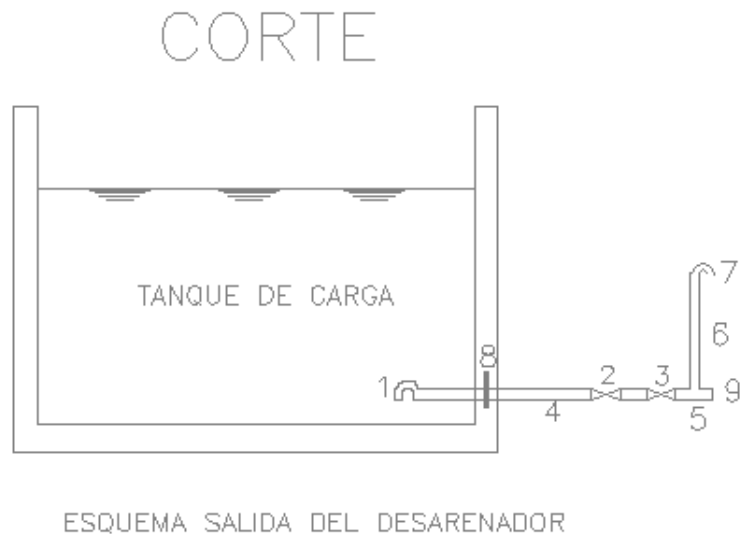
Para poder conectar la tubería con el desarenador se necesita una válvula de compuerta, válvula de paso, accesorio tee y un codo de 90 y para la llegada a la captación de la planta de tratamiento se necesita una válvula de compuerta que permita manipular al encargado de la planta de tratamiento.

**Figura 28.**  
**vista en planta del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria**



Fuente: Ingeconsult

**Figura 29.**  
**Vista en corte detalle de salida del tanque de carga del PHV**



Fuente: Talía Quevedo

**Cuadro 25.**  
**Descripción de elementos de salida den tanque de carga**

1.- Sifón de entrada Ø63mm

2.- Válvula check

3.- Válvula de paso

4.- tubería de conexión entre válvulas de acero Ø63mm

5.- tee Ø63mm

6.- tubería de acero Ø63mm

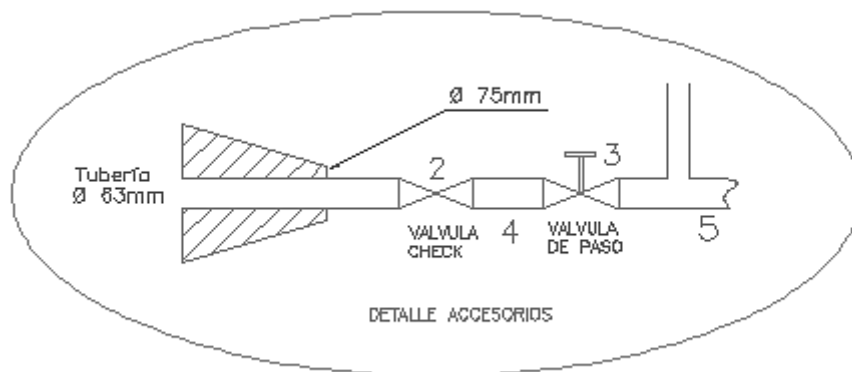
7.- sifón de ingreso de aire Ø63mm

8.- pasa muros

9.- tubería de plástico tipo acuaflex Ø63mm

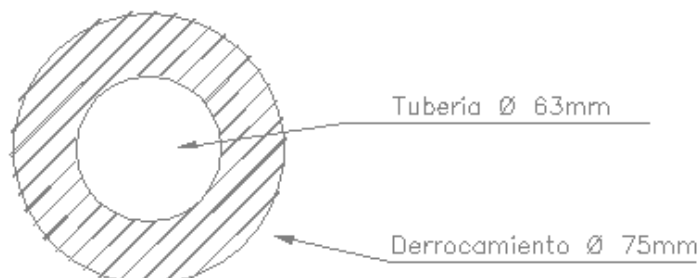
Fuente: Talía Quevedo

**Figura 30.**  
**Detalle salida del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria**



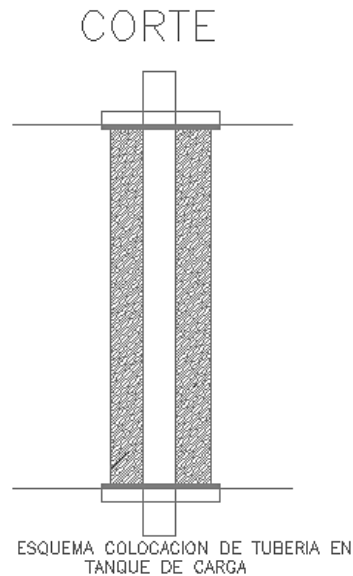
Fuente: Talía Quevedo

**Figura 31.**  
**Detalle derrocamiento tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria**



Fuente: Talía Quevedo

**Figura 32.**  
**Esquema colocación de tubería en el tanque de carga del proyecto Hidroeléctrico Victoria**



Fuente: Talía Quevedo

#### 4.2. Diseño de obras de mejoramiento del sistema

Respecto a las obras de mejoramiento del sistema de agua potable es recomendable la colocación de macro y micro medidores para tener datos reales de consumo y de esta manera poder evaluar la red de distribución nuevamente empleando el programa EPANET, lo que nos llevara a conocer con certeza los motivos por los cuales la red de distribución no abastece a toda la población.

#### 4.3. Análisis de la efectividad de las medidas propuestas.

Mediante los análisis de calidad de agua del proyecto hidroeléctrico Victoria y de las fuentes de agua a la planta de tratamiento de la población Cuyuja se realizó un análisis comparativo, para lo cual se presenta a continuación los análisis respectivos.

**Cuadro 26.**  
**Análisis de calidad del agua de las fuentes a la planta de agua potable de Cuyuja**

Compendio de Resultados de los Análisis de Agua.										
DATOS DE LA MUESTRA										
Fuente:			A		B		C		Reserva	
Lugar			Captación		Captación		Captación		Reserva	
Fecha:	EXPRESADO COMO	LIMITE TOLERABLE	17/02/11	26/04/11	17/02/11	26/04/11	17/02/11	26/04/11	17/02/11	26/04/11
<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>										
Color	Pt-Co	5-15	15	20	5	15	15	20	20	5
Turbiedad	U.N.T.	5	2.65	2.27	1.08	1.5	0.549	3	0.188	0.178
Conductividad	µS/cm	1250	75	79	159	141	222	228	135	132
Ph	Unidades		7.28	7.26	7.44	7.53		7.43	7.15	7.4
Sólidos totales	mg/l		55	58	117	103	163	168	99	97
Sólidos suspendidos	mg/l		8	3	5	2	1	3	3	0
<b>CARACTERISTICAS QUIMICAS</b>										
Hierro Total	mg/l	0.3	0.434	0.104	0.076	<0.015	0.117	.02	<0.015	<0.015
Arsénico	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Aluminio	mg/l		0.08	0.18	<0.03	0.21	<0.03	0.17	<0.03	3.029
Potasio	mg/l	10-500	<0.003	3.37	0.657	4.857	0.911	4.468	0.57	3.029
<b>INORGANICOS</b>										
Nitrógeno de amonio	mg/l		0.127	0.03	0.182	0.107	0.072	.034	0.108	<0.001
Silice	mg/l		19	19.9	24.2	22.1	23.9	22.5	21.6	18.1
Bicarbonatos	mg/l	250	46.1	66.1	92.9	66.1	125.3	126.3	75.5	104.1
Calcio	mg/l	75-200	13.54	12.5	25.9	23.37	41.2	40.4	23.05	23.28
Alcalinidad	mg/l		38	54	76	62	103	103	62	85
Sulfatos	mg/l	250	3.883	5.258	7.775	5.252	9.6	11.259	5.891	7.589
Nitritos	mg/l	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0
Nitratos	mg/l	5	0.081	0.097	0.088	.102	<0.003	<0.003	<0.003	.078
Salinidad	mg/l	10-115	0	0	0	0	0	0	0	0
Oxígeno disuelto	mg/l		6.71	6.1	7.21	6.51	6.98	6.27	7.85	5.79
Magnesio	mg/l	50-150	3.22	5	3.82	3.9	3.03	2.8	2.66	4.6
Dureza total	mg/l	150-500	47	52	80	74	111	112	69	77
DQO	mg/l		1.39	2.95	1.5	2.45	1.24	1.45	1.2	1.95
DBO	mg/l		0.25	0.72	0.38	0.43	0.68	0.59	0.95	1.06
Cloruros	mg/l	250	0.25	0.211	0.453	0.275	0.521	0.455	0.319	0.276
Fosfatos	mg/l	0.3		<0.014		<0.014		<0.014		<0.014
<b>MICROBIOLOGICOS</b>										
Echerichia Coli	NMP/100 ml	<2	31.7	55.2	152.9	47.1	33.6	56.3	<1.1	<1.1
Coliformes Totales	NMP/100 ml	<2	1413.6	770.1	>2419.6	1119.9	>2419.6	>2419.6	14.8	35

Fuente: MEM-TEC Cuyuja, 2012

Respecto al análisis de calidad de agua de las fuentes de la planta de tratamiento se obtiene que en general la calidad de las mismas tienen buenas características físicas y químicas ya que se encuentran bajo los límites tolerables por las normas; sin embargo el color supera los límites lo que se considera que puede ser por el acarreo de material especialmente en épocas de lluvias; también se pudo analizar que el proceso de filtración de la planta de tratamiento tiene fallas por la falta de mantenimiento lo que se presenta mediante a los valores superiores en el DBO y DQO; en relación al análisis bacteriológico

se presenta que por la presencia de actividad agrícola y ganadera en los sectores aledaños a la fuente ha determinado la presencia de gérmenes.

**Cuadro 27.**  
**Análisis de calidad del agua del proyecto hidroeléctrico Victoria**

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO CORPLAB	UNIDAD	A-0546	<sup>(1)</sup> LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	<sup>(2)</sup> CRITERIO DE RESULTADOS
				A1		
ACEITES Y GRASAS(*)	Standard Methods Ed. 22, 2012: 5520 C y F	TERCERIZADO (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,2	0,3	CUMPLE
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	TNRCC 1005, Rev. 03, Junio 2001	PA-10.00	mg/l	<0,20	0,05	-----
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Standard Methods Ed-22-2012, 4500 H- B	PA - 05.00	UpH	6.53	6.5 - 9	CUMPLE
TEMPERATURA	Standard Methods Ed-22-2012, 2550B	PA - 47.00	°C	11,3	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES(*)	Standard Methods 22 Edition, 2012; 9221 E, 9222 A, B y D	TERCERIZADO (PARÁMETRO ACREDITADO)	NMP/100ml	<1,6	NO APLICA	NO APLICA
COLOR LIBRE	Standard Methods Ed-22-2012, 4500 Cl A & G	PA - 02.00	mg/l	0,050	0,01	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed-22-2012, 5210B	PA - 46.00	mg/l	5,70	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220-D	PA - 01.00	mg/l	13,1	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	Standard Methods Ed-22-2012, 2540-C	PA - 15.00	mg/l	208	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed-22-2012, 2540B	PA - 14.00	mg/l	218	NO APLICA	NO APLICA

Fuente: CORPLAB, 2015

**Cuadro 28.**  
**Parámetros de calidad del agua según CORPLAB**

ENSAYO	LÍMITE DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
pH LABORATORIO	4,00 upH	4,00 upH±5,00%	7,00 upH±2,78%	10,00 upH±1,59%		
pH IN SITU	4,00 upH	4,00 upH±2,24%	7,00 upH±1,18%	10,00 upH±1,49%		
CONDUCTIVIDAD LABORATORIO	20 us/cm	20-100 us/cm±5,75%	100-1413 us/cm±1,63%	1413-12900 us/cm±2,01%	12900 us/cm±7,00%	
CONDUCTIVIDAD IN SITU	20 us/cm	20-100 us/cm±7,28%	100-1413 us/cm±0,46%	1413-12900 us/cm±2,13%	12900 us/cm±8,03%	
TPH	0,15 mg/l	0,15 mg/l±26,58%	0,5 mg/l±15,20%	1,5 mg/l±5,46%	2,0 mg/l±6,33%	4,0 - 40 mg/l±5,24%
CLORO LIBRE LABORATORIO	0,05 mg/l	0,05 mg/l±23,72%	0,10 mg/l±11,86%	0,20 mg/l±6,51%	0,40 mg/l±4,45%	0,80 - 16 mg/l±3,24%
CLORO LIBRE IN SITU	0,50 mg/l	0,50 mg/l±11,51%	1,0 mg/l±5,34%	2,0 mg/l±2,38%	4,0 mg/l±1,86%	
SÓLIDOS TOTALES	20 mg/l	20 mg/l±16,81%	500 mg/l±0,81%	1000 mg/l±0,68%	10000 mg/l±0,10%	40000 mg/l±0,35%
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	20 mg/l	20 mg/l±16,58%	500 mg/l±4,71%	1000 mg/l±2,55%	10000 mg/l±5,01%	40000 mg/l±7,79%
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	10 mg/l	10 mg/l±16,49%	100 mg/l±3,90%	500 mg/l±3,66%	800 mg/l±1,59%	1000 mg/l±1,28%
TENSOACTIVOS	0,10 mg/l	0,10 mg/l±16,97%	0,25 mg/l±9,96%	0,52 mg/l±3,28%	0,75 mg/l±2,98%	1,00 mg/l±4,58%
CROMO HEXAVALENTE	0,05 mg/l	0,05 mg/l±21,69%	0,10 mg/l±9,78%	0,15 mg/l±4,07%	0,50 mg/l±2,80%	1,00 mg/l±2,66%
NITRITOS	0,01 mg/l	0,01 mg/l±18,01%	0,025 mg/l±8,35%	0,05 mg/l±12,21%	0,073 mg/l±6,48%	0,11 mg/l±2,73%
SULFATOS	5,0 mg/l	5,0 mg/l±21,40%	10 mg/l±8,92%	15 mg/l±7,88%	20 mg/l±4,40%	25 - 500 mg/l±6,05%
BORO	0,3 mg/l	0,3 mg/l±19,94%	1 mg/l±11,43%	2 mg/l±4,60%	3 mg/l±7,92%	4-80 mg/l±6,58%
BARIO	0,5 mg/l	0,5 mg/l±24,24%	2,5 mg/l±16,92%	5,0 mg/l±4,23%	10 mg/l±0,52%	
VANADIO	0,5 mg/l	0,5-1,00 mg/l±21,76%	1,0 mg/l±13,75%	5,0 mg/l±16,68%	10,0 mg/l±2,77%	15,0 mg/l±1,44%
ZINC	0,05 mg/l	0,05 mg/l±25,42%	0,10 mg/l±19,76%	0,3 mg/l±13,15%	0,5 mg/l±11,84%	
CROMO	0,05 mg/l	0,05 mg/l±21,67%	1,0 mg/l±10,30%	2,5 mg/l±2,90%	5,0 mg/l±3,70%	
HIERRO	0,2 mg/l	0,2 mg/l±22,97%	0,5 mg/l±8,32%	1,0 mg/l±15,45%	2,5 mg/l±11,81%	
PLOMO	0,10 mg/l	0,10 mg/l±19,04%	0,50 mg/l±14,16%	1,0 mg/l±2,51%	2,5 mg/l±1,57%	
NÍQUEL	0,05 mg/l	0,05 mg/l±9,54%	0,50 mg/l±7,25%	1,0 mg/l±2,03%	2,5 mg/l±1,33%	
CADMIO	0,02 mg/l	0,02 mg/l±16,06%	1,0 mg/l±18,43%	1,0 mg/l±8,58%	45 mg/l±3,69%	
ALUMINIO	0,25 mg/l	0,25 mg/l±26,63%	1,0 mg/l±9,53%	2,5 mg/l±5,00%	5,0 mg/l±3,18%	
COBRE	0,10 mg/l	0,10 mg/l±22,00%	0,50 mg/l±5,02%	1,0 mg/l±4,41%	2,5 mg/l±3,06%	
COBALTO	0,10 mg/l	0,10 mg/l±28,47%	0,25 mg/l±10,42%	0,50 mg/l±4,93%	1,00 mg/l±5,27%	
NAFTALENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±19,97%	0,00050 mg/l±16,70%	0,00100 mg/l±24,08%	0,00200 mg/l±14,48%	0,00250 mg/l±26,25%
ACENAFTILENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±26,11%	0,00050 mg/l±26,97%	0,00100 mg/l±27,57%	0,00200 mg/l±23,87%	0,00250 mg/l±27,75%
ACENAFTENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±27,14%	0,00050 mg/l±26,38%	0,00100 mg/l±20,81%	0,00200 mg/l±19,84%	0,00250 mg/l±20,77%
FLUORENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±21,61%	0,00050 mg/l±17,14%	0,00100 mg/l±18,30%	0,00200 mg/l±16,39%	0,00250 mg/l±23,93%
FENANTRENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±22,78%	0,00050 mg/l±17,32%	0,00100 mg/l±19,19%	0,00200 mg/l±10,90%	0,00250 mg/l±24,56%
ANTRACENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±24,28%	0,00050 mg/l±19,37%	0,00100 mg/l±19,41%	0,00200 mg/l±12,12%	0,00250 mg/l±25,34%
FLUORANTENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±21,39%	0,00050 mg/l±16,47%	0,00100 mg/l±19,26%	0,00200 mg/l±11,69%	0,00250 mg/l±24,30%
PIRENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±23,83%	0,00050 mg/l±22,58%	0,00100 mg/l±23,67%	0,00200 mg/l±16,51%	0,00250 mg/l±29,52%
BENZO (a) ANTRACENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±11,55%	0,00050 mg/l±18,70%	0,00100 mg/l±16,11%	0,00200 mg/l±12,97%	0,00250 mg/l±20,72%
CRISENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±23,18%	0,00050 mg/l±16,26%	0,00100 mg/l±18,99%	0,00200 mg/l±16,41%	0,00250 mg/l±24,39%
BENZO (b) FLUORANTENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±19,48%	0,00050 mg/l±17,92%	0,00100 mg/l±28,62%	0,00200 mg/l±13,59%	0,00250 mg/l±24,32%
BENZO (k) FLUORANTENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±18,92%	0,00050 mg/l±19,97%	0,00100 mg/l±19,68%	0,00200 mg/l±13,73%	0,00250 mg/l±24,46%
BENZO (a) PIRENO	0,00025 mg/l	0,00025 mg/l±16,55%	0,00050 mg/l±17,84%	0,00100 mg/l±18,76%	0,00200 mg/l±13,14%	0,00250 mg/l±23,19%
NITROGENO TOTAL KJELDAHL	1,25 mg/l	1,25 mg/l±7,35%	2,5 mg/l±5,93%	3,75 mg/l±8,93%	5 mg/l±11,11%	6,25-250 mg/l±8,70%
NITRÓGENO AMONIAICAL	0,25 mg/l	0,25 mg/l±14,83%	0,50 mg/l±14,83%	0,75 mg/l±7,75%	1,00 mg/l±6,23%	1,25 - 25 mg/l±3,29%
OXÍGENO DISUELTO LABORATORIO	1,0 mg/l	1,00 mg/l±25,00%	2,00 mg/l±11,52%	4,00 mg/l±5,89%	6,00 mg/l±4,51%	8,00 mg/l±3,85%

**CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:**

AREA	TEMPERATURA	HUMEDAD
QUÍMICA CLÁSICA	16 a 23°C	27 a 69%
ABSORCIÓN ATÓMICA	17 a 25°C	20 a 57%
CROMATOGRAFÍA	16 a 27°C	20 a 62%
MICROBIOLOGÍA	15 a 28,5°C	26 a 78,3%
PREPARACIÓN DE MUESTRAS (DIGESTIÓN)	14 a 23°C	20 a 69%
PREPARACIÓN DE MUESTRAS (EXTRACCIÓN)	14 a 28°C	20 a 80%

Fuente: CORPLAB, 2015

**Cuadro 29.**  
**Parámetros de calidad del agua según CORPLAB**

ENSAYO	LIMITE DE REPORTE	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3	NIVEL 4	NIVEL 5
OXÍGENO DISUELTO IN SITU	2,0 mg/l	2 mg/l±12,07%	4,5 mg/l±5,84%	7,47 mg/l±3,51%	8,80 mg/l±7,55%	
FENOLES	0,005 mg/l	0,005 mg/l±24,37%	0,010 mg/l±15,10%	0,020 mg/l±16,49%	0,040 mg/l±7,87%	0,080 - 1,6 mg/l±4,20%
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	150 mg/l	10 mg/l±23,45%	60 mg/l±6,71%	150 mg/l±2,37%	250 mg/l±1,76%	300 mg/l±1,81%
		150 mg/l±28,46%	300 mg/l±24,86%	600 mg/l±1,45%	1000 mg/l±0,74%	1500 - 75000 mg/l±2,76%
TEMPERATURA	0°C	0 - 5 °C±18,61%	20 °C±5,12%	40 - 80 °C±2,08%		
SULFUROS	0,3 mg/l	0,3 mg/l±19,22%	0,5 mg/l±7,47%	0,7 mg/l±2,75%	1,0 mg/l±1,82%	1,3 mg/l±1,49%
DUREZA TOTAL	5,0 mg/l	5,0 mg/l±17,17%	50 mg/l±8,29%	300 mg/l±2,77%	1000 mg/l±0,78%	6000 mg/l±2,99%
TURBIDEZ	4,0 NTU	4 NTU±20,02%	10 NTU±7,30%	20 NTU±3,34%	40 NTU±1,73%	80 NTU±1,36%
CLORUROS	20 mg/l	20 mg/l±5,36%	100 mg/l±3,49%	1000 mg/l±3,49%	20000 mg/l±3,15%	50000 mg/l±9,32%
FLUORUROS	0,1 mg/l	0,1 mg/l±13,32%	0,5 mg/l±8,31%	0,7 mg/l±4,28%	1,0 mg/l±3,96%	1,3 mg/l±5,06%
MERCURIO	2,0 ug/l	2,0 ug/l±13,64%	6,0 ug/l±3,39%	10,0 ug/l±3,88%	14,0 ug/l±4,75%	
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	0,5 ml/l	0,5 ml/l±23,76%	4,5 ml/l±9,87%	15,2 ml/l±7,56%	33,4 ml/l±4,91%	51,6 ml/l±6,45%
CIANUROS	0,01 mg/l	0,01 mg/l±21,48%	0,05 mg/l±7,84%	0,1 mg/l±7,98%	0,15 mg/l±8,47%	0,2 - 10 mg/l±10,86%
COLOR	5,51 Pt-Co	5,51 Pt-Co±29,76%	18,36 Pt-Co±22,93%	45,9 Pt-Co±7,24%	73,44 Pt-Co±7,28%	153 Pt-Co±7,00%
FÓSFORO	1 mg/l	1 mg/l±16,50%	2 mg/l±7,64%	4 mg/l±4,63%	8 mg/l±2,46%	16 - 160 mg/l±6,40%
FOSFATOS	1,23 mg/l	1,23 mg/l±11,90%	2,45 mg/l±7,09%	4,91 mg/l±2,80%	9,81 mg/l±2,70%	19,63 - 196,3 mg/l±2,31%
ACEITES Y GRASAS (INFRARROJO)	0,20 mg/l	0,20 mg/l±18,91%	0,49 mg/l±15,05%	0,97 mg/l±11,36%	2,04 mg/l±7,86%	4,08 - 102 mg/l±5,22%
ACEITES Y GRASAS GRAVIMÉTRICO	20 mg/l	20 mg/l±22,18%	100 mg/l±11,26%	400 mg/l±15,60%	600 mg/l±17,69%	1000 mg/l±14,78%
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	4,75 mg/l	4,75 mg/l±16,11%	19,8 mg/l±6,94%	99,25 mg/l±6,01%	198,5 mg/l±8,62%	397 - 15880 mg/l±8,01%
POTASIO	0,05 mg/l	0,05 mg/l±27,00%	1,0 mg/l±11,38%	1,0 mg/l±6,58%	45,0 mg/l±9,78%	
NITRATOS	1 mg/l	1 mg/l±16,39%	5 mg/l±9,09%	10 mg/l±6,14%	15 mg/l±5,20%	20 - 200 mg/l±2,68%
COLIFORMES TOTALES (NMP)	1 NMP/100ml	1 NMP/100ml±0,00%	10 NMP/100ml±3,77%	100 NMP/100ml±0,33%	1000 NMP/100ml±0,07%	10000 - 100000 NMP/100ml±0,08%
COLIFORMES FECALES (NMP)	1 NMP/100ml	1 NMP/100ml±0,00%	10 NMP/100ml±3,77%	100 NMP/100ml±0,33%	1000 NMP/100ml±0,07%	10000 - 100000 NMP/100ml±0,08%
ESCHERICHIA COLI (NMP)	1 NMP/100ml	1 NMP/100ml±1,89%	10 NMP/100ml±0,21%	100 NMP/100ml±0,63%	1000 NMP/100ml±0,20%	10000 - 100000 NMP/100ml±0,12%
COLIFORMES TOTALES	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml±0,00%	10 UFC/100ml±2,42%	100 UFC/100ml±0,27%	1000 UFC/100ml±0,04%	10000-100000 UFC/100ml±0,56%
COLIFORMES FECALES	0 UFC/100ml	0 UFC/100ml±0,00%	10 UFC/100ml±2,42%	100 UFC/100ml±0,27%	1000 UFC/100ml±0,04%	10000-100000 UFC/100ml±0,56%
ALCALINIDAD	20 mg/l	20 mg/l±10,49%	100 mg/l±3,03%	1000 mg/l±2,11%	2500 mg/l±1,22%	2500-5000 mg/l±0,96%

Fuente: CORPLAB, 2015

Analizando y comparando los resultados dados por la empresa COANDES y CORPLAB respecto a los parámetros de calidad de agua del río Victoria con nivel 1 y 2 de comparación de estudio para agua potable se concluyó lo siguiente:

- Los sólidos totales tienen un valor de 218 mg/l del río Victoria lo que cumple con los parámetros del nivel 1 y nivel 2 (20mg/l - 500mg/l) para el uso de fuente de captación de un sistema de agua potable.
- El cloro libre obtenido en el ensayo del río, se obtuvo un valor de 0,05 mg/l lo que se interpreta que cumple con los valores en laboratorio entre 0.05 y 0.10 mg/l.

- Según los resultados del río Victoria, los aceites y grasas obtuvieron un valor < 0.2 mg/l lo que se considera apto comparando con el límite máximo admisible de 0.3 mg/l.
- Considerando los coliformes fecales con un valor <1.6 NMP/100ml del río Victoria, cumple con el límite establecido de 10 NMP/100ml.
- En las características bioquímicas se adquirió un valor de DBO de 5.70 mg/l lo que nos indica que esta entre el nivel 1 y 2 con sus respectivos valores, 4.75 y 19.8 mg/l.

Por lo tanto, como resultado de comparar los parámetros se presenta que los mismos cumplen con los límites establecidos dando una mejora al agua cruda que dotara a la planta potabilizadora, al mostrar que el río Victoria tiene bajas cantidades de contaminación por compuestos nitrogenados y de concentración de coliformes fecales. De igual manera el análisis de calidad de agua indica que los dos cursos de agua son de buena calidad y cumplen con los límites admisibles.

#### 4.4. Presupuesto

Ya realizado el estudio previo de las obras nuevas y las obras de mejoramiento que se deben realizar para mejorar el sistema de agua potable de la parroquia de Cuyuja, se sacaron los siguientes presupuestos referenciales con un diseño óptimo para la misma.

El presupuesto mostrado a continuación indica el costo de las obras nuevas para la dotación de agua cruda del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria a la planta existente.

El desarrollo para el presupuesto referencial se encuentra como (anexo No.1) junto con las especificaciones técnicas (anexo No.2) y el análisis de precios unitarios (anexo No. 3).

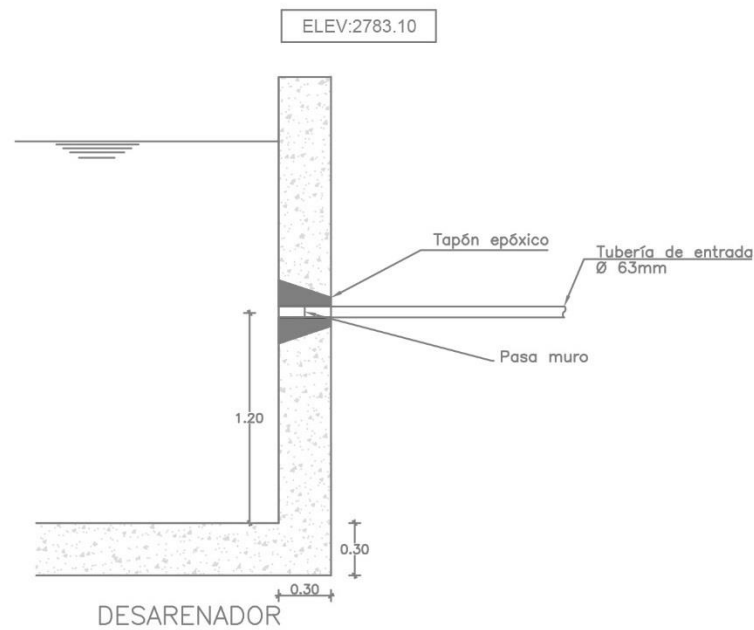
**Cuadro 30.**  
**Presupuesto referencial obras nuevas del sistema de agua potable**

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
<b>TUBERÍA</b>					
1	Desbroce y limpieza	ha	0.20	3401.55	680.31
2	Excavación de zanja	m3	1530.53	12.37	18932.66
3	Relleno compactado	m3	1525.23	3.19	4865.49
4	Replanteo y Nivelación	ha	0.20	125.25	25.05
5	HORMIGÓN F´C=250 kg/cm <sup>2</sup>	m3	446.40	273.38	122036.83
6	Tubería flexible acuaflex Ø 63mm	mL	1700.59	7.83	13315.62
7	Revegetación de zanja	ha	0.20	2009.42	401.88
				SUBTOTAL =	160257.84
<b>CÁMARA ROMPE PRESIONES</b>					
8	Desbroce y limpieza	ha	0.01	3401.55	34.02
9	Excavación de cámara de presión	m3	374.98	12.37	4638.50
10	Relleno compactado	m3	312.91	3.19	998.19
11	Replanteo y Nivelación	ha	146.91	125.25	18400.48
12	Replanto f´c=180 kg/cm <sup>2</sup>	m3	9.22	196.17	1808.69
13	HORMIGÓN F´C=250 kg/cm <sup>2</sup>	m3	46.66	273.38	12755.91
14	Malla electrosoldada Ø10@20	m2	279.36	9.02	2519.83
15	Derrocamiento de estructura existente	m3	4.00	95.01	380.04
16	tubería galvanizada Ø63mm	ml	0.75	119.56	89.67
17	Accesorios Ø63mm	global	1.00	491.97	491.97
18	Tubería corrugada de desagüe 4"	ml	197.33	32.01	6316.53
				SUBTOTAL =	48433.83
				TOTAL	208691.67

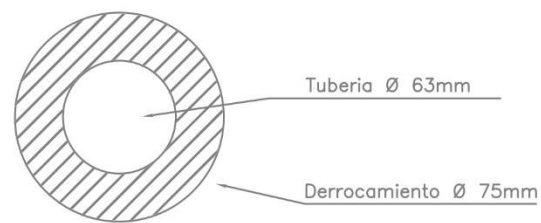
Fuente: Talía Quevedo

#### 4.5. Planos de construcción

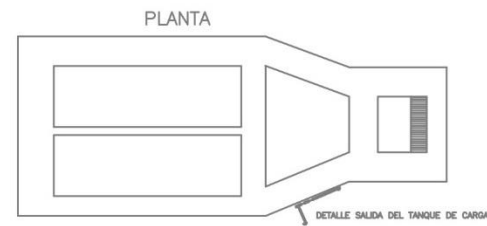
El dimensionamiento definitivo de las obras para el mejoramiento del sistema de agua potable de la parroquia de Cuyuja se presenta en los planos siguientes:



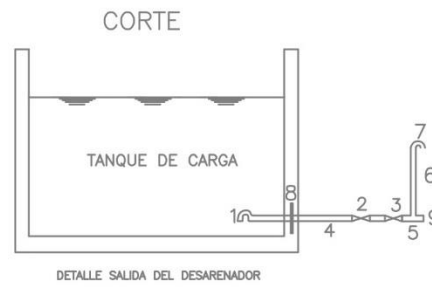
escala 1:40



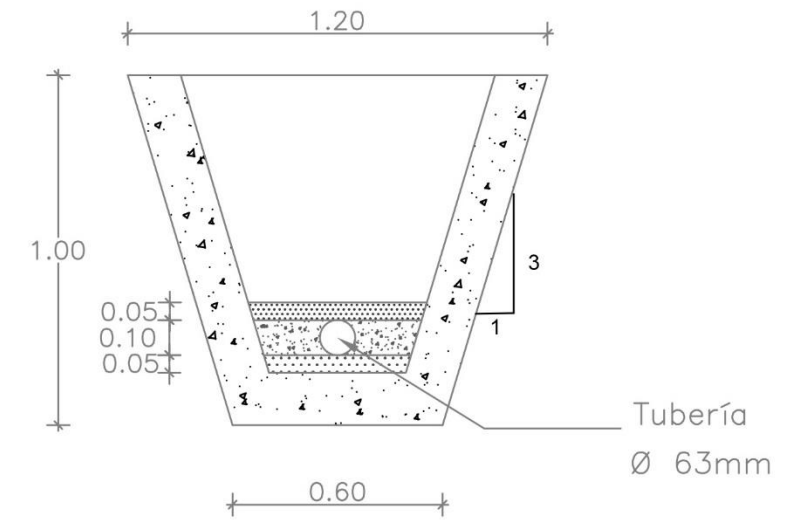
DETALLE DERROCAMIENTO DESARENADOR



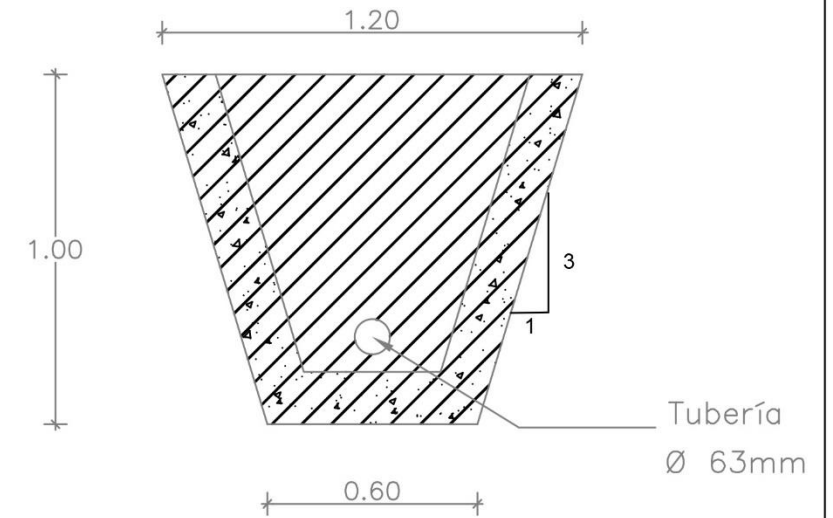
sin escala



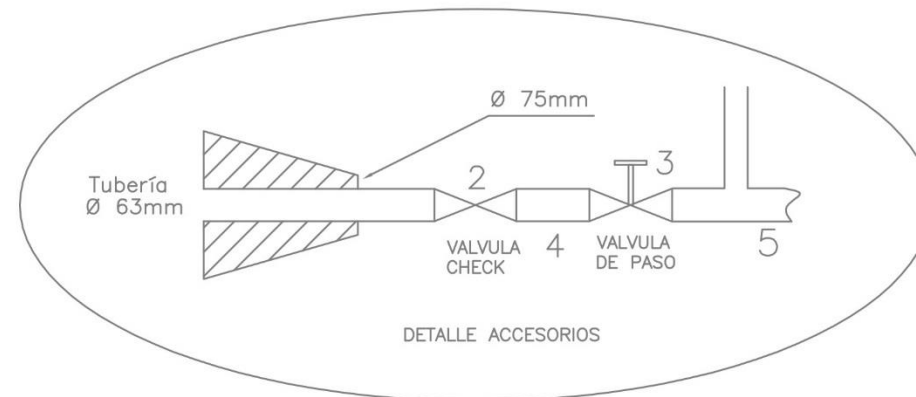
- 1.- Sifón de entrada de Ø63mm
- 2.- valvula check
- 3.- valvula de paso
- 4.- tub. de conexion entre valvulas de acero Ø63mm
- 5.- tee Ø63mm
- 6.- tub. de acero Ø63mm
- 7.- sifón ingreso aire Ø63mm
- 8.- pasa muros
- 9.- tub. plastico tipo acuaflex Ø63mm



escala 1:20



escala 1:20



sin escala



**Proyecto:** Diseño de las obras de compensación del sistema de agua potable para la población de Cuyuja como parte de las obras de compensación del proyecto hidroeléctrico Victoria.

**Contenido:** Agua Potable y canales.  
Detalles

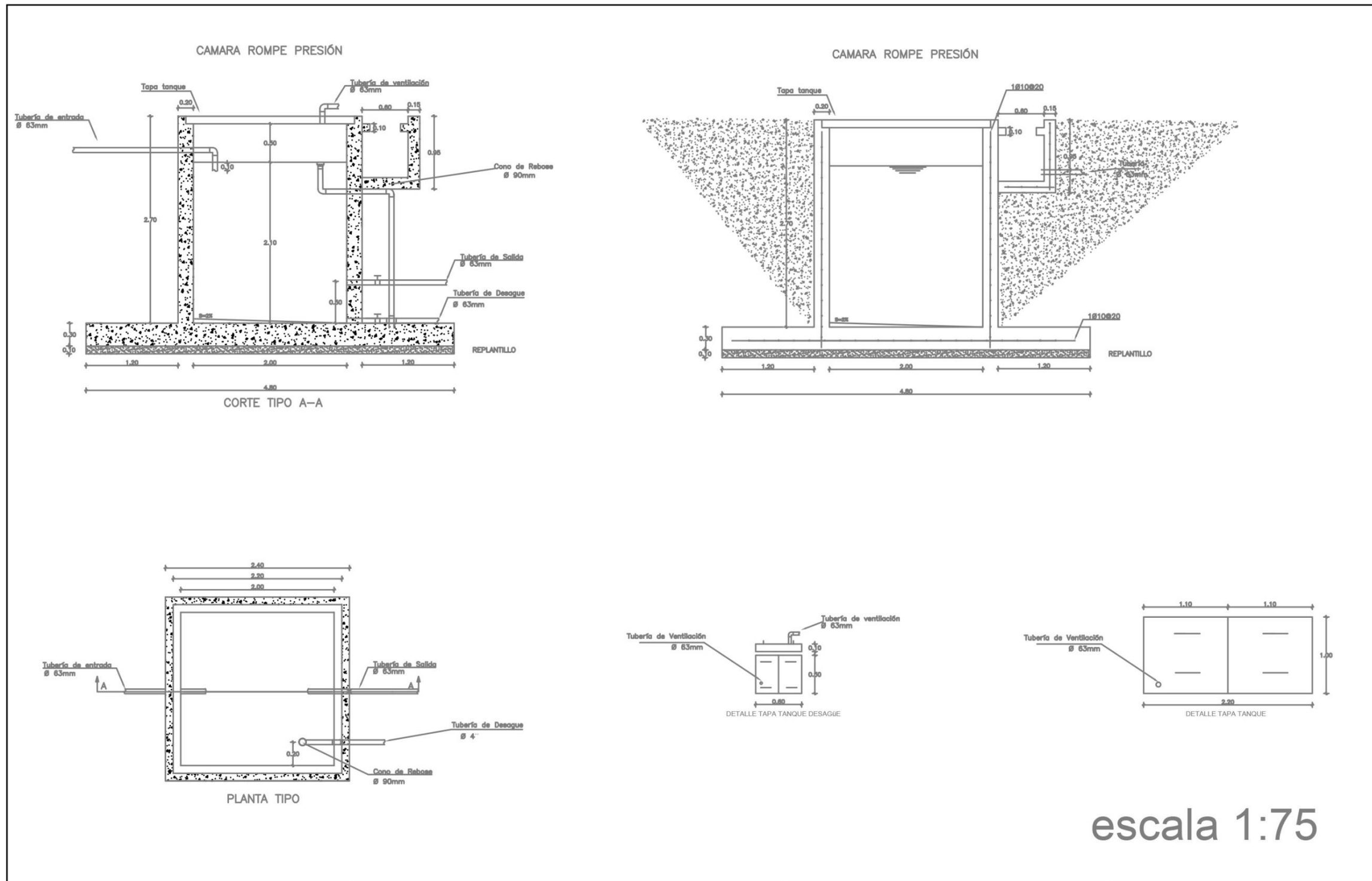
**Notas:**

**Realizado por:**  
Talia Quevedo

**Revisado por:**  
Ing. Carlos Luis Navas

**Aprobado por:**  
Ing. Carlos Buitron

**Fecha:** 19/05/2016 **Lamina** 2 de 3

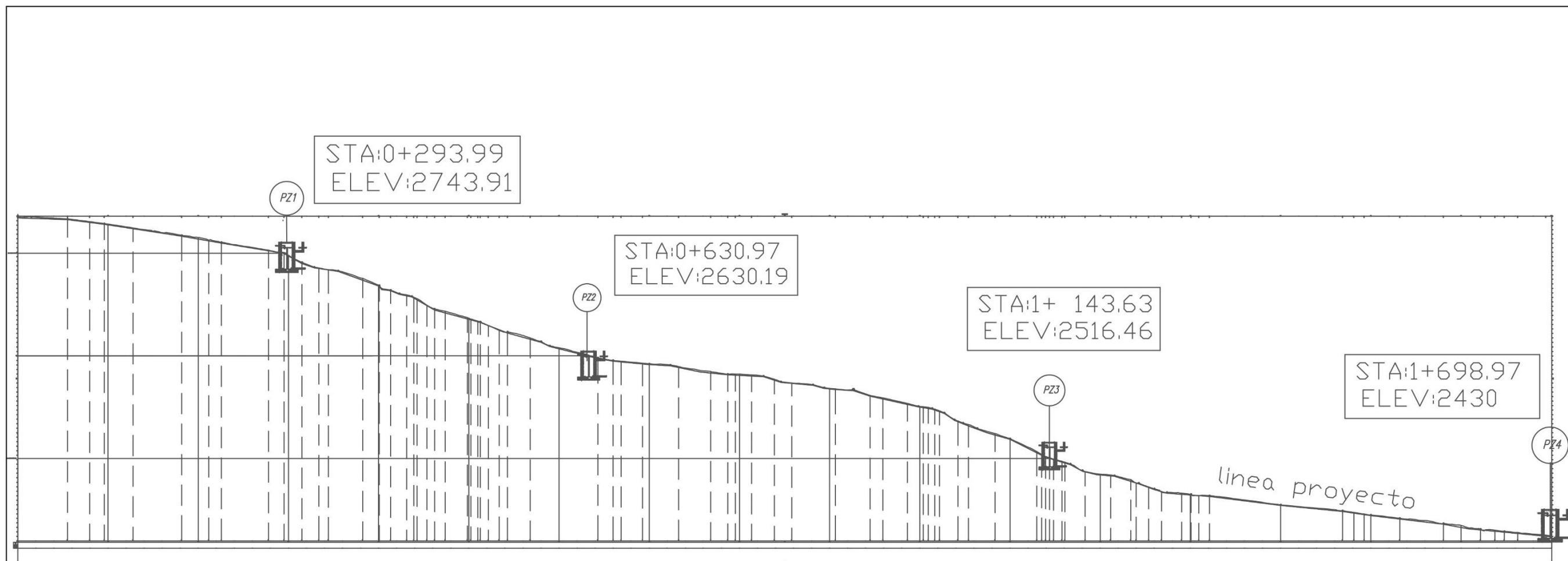




**Proyecto:** Diseño de las obras de compensación del sistema de agua potable para la población de Cuyuja como parte de las obras de compensación del proyecto hidroeléctrico Victoria.

**Contenido:** Alcantarilla y canales.  
Detalles

**Notas:**

<b>Realizado por:</b> Talia Quevedo	
<b>Revisado por:</b> Ing. Carlos Luis Navas	
<b>Aprobado por:</b> Ing Carlos Buitron	
<b>Fecha:</b> 19/05/2016	<b>Lamina</b> 3 de 3



 <b>EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.</b>		<b>Proyecto:</b> Diseño de las obras de compensación del sistema de agua potable para la población de Cuyuja como parte de las obras de compensación del proyecto hidroeléctrico Victoria.	<b>Realizado por:</b> <b>Talia Quevedo</b>	
		<b>Contenido:</b> Agua Potable y canales.Detalles		<b>Revisado por:</b> <b>Ing. Carlos Luis Navas</b>
		<b>Notas:</b>		<b>Aprobado por:</b> <b>Ing. Carlos Buitron</b>
		<b>Fecha:</b> 19/05/2016	<b>Lamina 1 de 3</b>	

## CAPITULO 5

### 5.1. Conclusiones

El funcionamiento actual del sistema de agua potable de la población Cuyuja ha indicado varios parámetros por los cuales los habitantes no reciben el servicio de agua potable constantemente y aun el servicio recibido no es de la calidad esperada para consumo; los problemas presentados son los siguientes: falta de obra de infraestructura para las fuentes de captación de agua cruda, no brindar un mantenimiento constante a los filtros en la planta de tratamiento, no tener micro medidores en la red domiciliaria, no tener un macro medidor a la salida de la planta de tratamiento.

Es importante el empleo de la nueva fuente de captación de agua cruda debido que la fuentes A, B y C no son capaces de abastecer el caudal necesario sobretodo en épocas lluviosas, por lo que la principal fuente de abastecimiento será tomada del tanque de carga del proyecto hidroeléctrico Victoria, lo que viene a ser una respuesta a la necesidad actual de la población que hoy en día pasa por varios problemas por falta del servicio referente a cantidad y calidad del agua potable necesario para el bienestar de la misma.

Con la construcción de la nueva línea de conducción de agua cruda de 1700 metros aproximadamente a la planta de tratamiento de agua potable, se logrará abastecer del agua necesaria a la planta permitiendo tener la cantidad necesaria para dotar a la población, para lo cual se abastecerá de 1.87 lt/s con un diámetro de 63mm requeridos por la población.

Sin embargo se necesitan obras complementarias para poder brindar el servicio adecuado a los pobladores de Cuyuja, por lo que se ha previsto la recuperación de la red de distribución de agua potable y el mejoramiento de la planta potabilizadora.

Con las medidas propuestas de mejoramiento se tiene el presupuesto referencial de 208691.67 dólares, que incluye la nueva línea de conducción de agua cruda junto con los tanque rompe presiones a la planta de tratamiento de agua potable de la población de Cuyuja, que tendrá un tiempo de ejecución de 4 meses aproximadamente; se entregará la presente disertación al presentante del cantón Quijos poniendo a su disposición la problemática de la población junto con las soluciones.

La Empresa Eléctrica Quito se encuentra gestionando con SENAGUA la concesión del recurso para regularizar la captación de agua cruda como uso múltiple, es importante mencionar que las fuentes de captación de agua cruda existentes no tienen una concesión previa realizada.

La realización de estas obras son las respuestas de todos los pedidos realizados por los habitantes de Cuyuja permitiendo tener el beneficio en cuanto a la salud, generando nuevas fuentes de trabajo y sobretodo mejorando la calidad de vida tomando en consideración que muchos de los habitantes de la parroquia son personas de tercera edad.

## 5.2. Recomendaciones

Es importante la realización de las obras de mejoramiento a la red de distribución del sistema existente de agua potable para que el servicio tenga una cobertura en su totalidad, de igual manera es muy recomendable que la entidad encargada de la planta de tratamiento sea la que disponga el realizar el cobro por el consumo de agua potable y de esta manera brindar primordialmente la sostenibilidad al sistema existente y poder dar la capacitación adecuada para el mantenimiento.

Se deben considerar obras complementarias para la recuperación del sistema de agua potable como son las siguientes:

1. Brindar una protección integral a las microcuencas y sus afloramientos de donde se capta el agua para la población.
2. Mejorar el tratamiento de filtración lenta y cloración de la planta de tratamiento de Cuyuja dándole un mantenimiento adecuado según lo requerido 2 veces a la semana.
3. Capacitar al personal responsable del mantenimiento de la planta de agua potable con la debida preparación de la dosificación de cloro para poder dar el tratamiento necesario al agua cruda.
4. La junta de agua de Baeza, es la empresa encargada de la planta de tratamiento de Cuyuja debe considerar el colocar medidores en cada vivienda y poder racionar de una mejor manera el aprovechamiento del agua, debido a que el servicio es gratis para la población por lo que si se desea tener un mejor servicio se debería realizar el cobro de la misma así lograr dar la sostenibilidad al sistema y pagar al personal encargado del mantenimiento, lo que le compromete que realice su trabajo.
5. Realizar un catastro de usuarios e incrementar la cobertura de micro medición.

Se deberían realizar charlas de concientización del uso del agua a todos los habitantes de Cuyuja debido a que los mismos pobladores han realizado obras no adecuadas debido a que desperdician el recurso hídrico para poder compartir el agua entubada que viene desde la planta de tratamiento.

Se considera eje fundamental de fuente de trabajo, el que los habitantes puedan participar en la ejecución de diversas actividades en los proyectos constructivos que se están realizando actualmente en la parroquia y de igual manera en los proyectos futuros como es el estudio presente.

Otorgar mayor interés en las peticiones realizadas por los habitantes que son los que viven el día a día la realidad de la escasez de servicios y en especial que son los afectados en su salud y calidad de vida.

Impulsar el crecimiento de la población a través de diferentes actividades que generen fuente de ingresos económicos tanto a la población actual como a la población flotante.

Con el estudio realizado mediante la presente disertación, se prevé entregar la misma como sugerencia de las medidas que se deben emplear para poder tener un mejor servicio y de esa manera mejorar la calidad de vida de los habitantes

### 5.3. Glosario

Agua potable.\_ “Es el agua que no contiene contaminación, minerales o infección objetables y que considera satisfactoria para el consumo humano. Apropia para beber” (**Especificaciones tecnicas Santa Isabel,2014**).

Almacenamiento.\_ “El agua una vez potabilizada puede ser almacenada con el objetivo de compensar las variaciones horarias de demanda que se pueden dar durante el día, servir para situaciones de emergencia” (**Almagro, 2015**).

Azud.\_ “Un azud es una obra civil que se ubica transversalmente al cauce del río y su función fundamental es el represamiento y por tanto el consiguiente incremento en

el nivel del agua. En la cresta del mismo, se ubica el área de captación, que consiste en una reja de protección que permite el paso de agua.” **(Mancheno, 2012)**

Captacion.\_ “Es la estructura o estructuras que son necesarias realizar para disponer de un determinado volumen de agua de una fuente, pudiendo ser estas últimas superficiales, subterráneas u otras” **(Especificaciones tecnicas Santa Isabel,2014).**

Casa de máquinas.\_ “Es una estructura civil que contiene la mayor parte del equipo electromecánico, en los que se transforma la energía cinética del agua en energía mecánica y posteriormente en eléctrica.” **(Ortiz, 2002)**

Caudal.\_ “Cantidad de un flujo que corre en un lapso de tiempo determinado” **(Especificaciones tecnicas Santa Isabel,2014).**

Coagulacion o floculacion.\_ “Proceso de agregación de materia coloidal dispersa en forma de grumos” **(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2012).**

Demanda máximo diario (QMD).\_ “es el caudal que corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas en el transcurso de año.” **( EMAAP,2008).**

Demanda medio diario.\_ “Se define como el promedio aritmético de los consumos día a día del periodo de un año. Se determina mediante registros de consumo.” **(Burbano Luis, 2009)**

Desarenador.\_ “Son estructuras que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar.”**(Corcho, 1993)**

Desinfección.\_ “Es la extracción, desactivación o eliminación de los microorganismos patógenos que existen en el agua” **(Fundación Kikimedia, 2016).**

Desripador.\_ “Consiste en una cámara que sirve para detener las piedras que han logrado pasar entre los barrotes, las cuales no deben pasar al canal.” **(Ortiz, 2002)**

Distribución.\_ “Es el proceso que inicia en el tanque de almacenamiento de agua tratada hasta la primera vivienda de los pobladores” **(Tesis Ana Belen Almagro, 2015).**

Dotación.\_ “Es la cantidad de agua por habitante por día, que debe proporcionar un sistema de abastecimiento público de agua, para satisfacer las necesidades derivadas del consumo doméstico, industrial, comercial, y de servicio público (se incluye ANC)” **(Burbano Luis, 2009)**

Energía firme.\_ “la máxima energía eléctrica que es capaz de entregar una planta de generación durante un año de manera continua, en condiciones extremas de bajos caudales.” **(CREG, 2006)**

Energía secundaria.\_ “Son los productos resultantes de las transformaciones o elaboraciones de recursos energéticos naturales, (primarios) o en determinados casos a partir de otra fuente energética ya elaborada. El único origen posible de toda energía secundaria es un centro de transformación y, el único destino posible un centro de consumo.” **(Paz, 2006)**

Estacion de bombeo.\_ “Son un conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución” **(Organizacion Panamericana de Salud, 2005).**

Estero.\_ “Es una extensión pantanosa de gran tamaño que suele llenarse de agua por la lluvia (anegación) o por desborde de un río o laguna durante las crecientes”  
**(Fundación Kikimedia, 2016)**

Estudios de población.\_ “Los estudios de población permiten estimar/proyectar la población que será servida por un sistema de agua potable al final del periodo de diseño. Constituye el aspecto principal del planteamiento de un sistema de agua potable”( **Burbano, 2009)**

Filtración.\_ “Proceso en el que se hace pasar un líquido a través de un medio filtrante para eliminar las materias en suspensión o las sustancias coloidales”  
**(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2012).**

Línea piezométrica.\_ “es la suma de las alturas de presión y de posición, y se determina uniendo los puntos que alcanzaría el fluido circulante en distintos piezómetros conectados a lo largo de la tubería”

Línea de Conducción.\_ “Tramo de tubería o canal comprendido entre las obras de captación y la planta de tratamiento y/o entre la planta de tratamiento y la red de distribución” **(Especificaciones técnicas Santa Isabel,2014).**

Periodo de diseño.\_ “Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente cumpliendo normas de calidad, sin necesidad de ampliaciones” **(Burbano, 2009).**

Producción de agua potable.\_ es un conjunto de procesos químicos e hidráulicos que se lleva a cabo para retirar los sólidos contenidos en el agua, filtrarla y desinfectarla.

Rápida de excesos.\_ “Es una estructura que libera el exceso de agua que no puede ser contenido en el espacio asignado hacia el afluyente aguas abajo(**U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1967**).”

Red de distribución.\_ “Es un conjunto de conductos cerrados a través de los cuales se transporta el agua potable a los diferentes puntos de consumo sean estos domésticos, comerciales o industriales. Complementariamente conduce determinado caudal para combatir incendios” (**Burbano, 2009, pag.68**).

Sedimentación.\_ “Es el proceso de asentamiento y depósito de la materia suspendida por gravedad, acarreada por el agua, aguas servidas u otros líquidos” (**Especificaciones técnicas Santa Isabel, 2014**).

Sistema de abastecimiento de agua.\_ “Conjunto de obras tales como embalses de almacenamiento, pozos de bombeo y tuberías, necesarias para suministrar agua en una cantidad y de una calidad determinadas a los distintos sectores de consumo” (**Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2012**).

Tanque de carga.\_ “Es una estructura por excelencia de PCH’s en derivación, con conducciones relativamente largas, ubicada al final de esta; por tal motivo ella une un sistema de baja presión con uno de alta presión.” (Ortiz, 2002)

Tanque rompe presiones.\_ son estructuras que se intercalan en las líneas de conducción con el objeto de disminuir la presión estática a la que están sometidas estas estructuras. (tesis Alejandra Reinoso, 2010, p19)

Toma de fondo.\_ “Es una estructura hidráulica que se proyecta para derivar agua de canales principales por la parte inferior.” (Corcho, pag 68, 1993)

Tratamiento.\_ actividades antropicas y naturales afectan la calidad de las fuentes de agua, la cual debe ser tratada para alcanzar el objetivo que es proveer a la poblacion de agua potable; El tipo de tratamiento dependera de la calidad del agua que se esta captando para el sistema (**Almagro, 2015**).

Tubería a presión.\_ “Es aquella que tiene como objetivo conducir el agua desde el punto en el cual se tiene una gran energía potencial desde el tramo final del túnel de conducción” (Suescún, 1979).

Tuberías.\_ “Conducto o pieza hueca de forma cilíndrica, alargada y de diferente diámetro, unidos entre sí que sirven para transportar líquidos o gases a distancia. Pueden ser de madera, piedra, cemento, hormigón, hierro, cobre, acero, etc” (**Especificaciones tecnicas Santa Isabel,2014**).

Túnel de conducción a flujo libre.\_ “Es el componente de un sistema de abastecimiento de agua a través del cual se transporta esta sin ejercer presión alguna desde el desarenador hasta la planta de tratamiento. (**Corcho, 1993**)

Turbinas pelton.\_ “Es un tipo de turbina que la presión a la entrada del rodete es mayor a la de salida y el tubo de aspiración le permite crear una succión a la salida de la turbina; adicionalmente se caracteriza porque el caudal entra a presión y en los conductos móviles del rodete cambia de dirección y aceleración.” (**Ortiz, 2002**)

Válvulas de compuerta.- “Aquellas cuyo mecanismo de cierre consta de una compuerta que es un disco doble o sólido de metal, que se desplaza para dar pasó al líquido” (**Especificaciones tecnicas Santa Isabel,2014**).

Válvulas de control.\_ “Piezas que sirven para cerrar o abrir las tuberías y dar pasó a los líquidos o interrumpir su comunicación” (**Especificaciones tecnicas Santa Isabel,2014**).

Válvulas de retención (Check).\_ “son las que impiden el retroceso de los líquidos en un conducto” (**Especificaciones tecnicas Santa Isabel,2014**).

Zanja.-Excavación larga y angosta, más o menos profunda, donde se construyen las cimentaciones, se colocan las tuberías, etc.

## 5.4. BIBLIOGRAFÍA

Cooperacion Española. (13 de 03 de 2013). *Fondos de Cooperacion para Agua y Saneamiento*. Obtenido de <http://www.fondodelagua.aecid.es/es/fcas/donde-trabaja/paises/ecuador.html>

Departamento de Planificacion y Ordenamiento Territorial. (2015). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON QUIJOS encaminado al futuro 2014-2022*. Baeza.

Corcho, F. (1993). *Acueductos teoria y diseño*. Medellin: sello editorial .

CREG. (2006). obligacion de energia firme. *Comision de Regulacion de Energia Firme*.

Empresa Municipal de Agua Potable. (1985). *La Empresa Municipal de Agua Potable de Quito en sus 25 años*. Quito: EMAP.

Fundación Wikimedia. (4 de Abril de 2016). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Napo](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Napo)

GAD MUNICIPAL DE QUIJOS . (2015). *Plan de ordenamiento territorial canton Quijos*. Baeza.

GAD parroquial Cuyuja. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Cuyuja*. Cuyuja.

López, A. P. (2010). Abastecimiento de agua potable: y disposición y eliminación de excretas. México: Instituto Politécnico Nacional. Retrieved from <http://www.ebrary.com>

MEM-TEC-Cuyuja. (2012). *ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA CUYUJA, CANTÓN QUIJOS*. Quito.

Noboa, A. B. (2005). *Agua-Saneamiento-Asentamientos humanos*. Quito.

Organización Mundial de la Salud. (1991). *Desagües de superficies para comunidades de bajos ingresos*. Ginebra: Catalogación por biblioteca de la OMS.

Organizacion Panamericana de Salud. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO*. Lima.

Ortiz, R. (2002). *Pequeñas centrales hidroeléctricas*. Colombia: Ediciones de la U.

Paz, D. (martes de agosto de 2006). *Diferentes energías*. Obtenido de <http://daberise.blogspot.com/2006/08/fuentes-energeticas-energias.html>

Plan regional de inversiones en Ambiente y Salud. (24 de 08 de 1999). *Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Ecuador*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/ecuador/ecuador.html#intro>

Saldarriaga, J. (2007). *hidráulica de tuberías*. Bogotá: Alfaomega.

Senplades - Secretaría Técnica para la Erradicación de la Pobreza - Secretaría Técnica del Agua. (2014). *Agua potable y alcantarillado para erradicar la pobreza en el Ecuador*. Quito: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.

Suescún, I. (1979). *Tuberías de presión*.

Almagro, A. (2015). *Diseño de un sistema de gestión de agua potable, alcantarillado y residuos sólidos en la parroquia Cuyuja*. Quito.